

УДК 631.3:658.5

О.В. Сидорчук<sup>1</sup>, А.М. Тригуба<sup>2</sup>, Я.Й. Панюра<sup>2</sup>, С.А. Березовецький<sup>2</sup>, В.І. Скібчик<sup>1</sup>,  
Делявський М.В.<sup>1</sup>ННЦ «Інститут механізації та електрифікації» НААН України<sup>2</sup>Львівський національний аграрний університет

## ПРОГНОЗУВАННЯ БАЗОВИХ ПОДІЙ ВНУТРІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРОЕКТІВ ЗБИРАННЯ РАННІХ ЗЕРНОВИХ, ОЛІЙНИХ ТА БОБОВИХ КУЛЬТУР

*Обґрунтовано потребу прогнозування базових подій внутрішнього середовища проектів збирання ранніх зернових, олійних та бобових культур. Здійснено структурування потоку вимог базових подій виконання збиральних робіт. Розроблено метод прогнозування базових подій внутрішнього середовища проектів збирання ранніх зернових, олійних та бобових культур. Обґрунтовано модель росянистих проміжків часу у системі подій проектного середовища.*

**Ключові слова:** прогнозування, подія, проект, збирання, зернові, олійні, бобові.

**Постановка проблеми та завдання дослідження.** На даний час в Україні існує проблема збирання ранніх зернових, олійних та бобових культур [1]. У процесі реформування економіки держави в аграрному виробництві склалася така ситуація, що з року – в рік комбайновий парк для збирання зернових зменшується. Це зумовлює потребу виконання централізованого збирання ранніх зернових культур підприємствами технологічного сервісу. Для ефективного централізованого збирання ранніх зернових культур слід реалізовувати низку проектів. Ці проекти можна умовно поділити на стратегічні, які стосуються формування парку комбайнів, та тактичні, які спрямовані на підвищення ефективності використання існуючого парку комбайнів. Під час реалізації даних проектів виникає низка задач, розв'язання яких потребує розроблення відповідних науково-методичних засад. Однією із задач тактичних проектів централізованого збирання ранніх зернових культур є управління їх змістом та часом [2]. Зокрема, управління змістом та часом проектів збирання ранніх зернових, олійних та бобових культур повинно здійснюватися на підставі системно-подієвих засад.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Управління змістом та часом виконання проектів є одними із основних галузей знань проектного менеджменту. Для управління цими процесами розроблено низку стандартів, зокрема РМІ, РМВОК [3,4]. Окрім того, проводилося багато наукових досліджень, які стосуються удосконалення методології управління змістом та часом виконання проектів. Аналіз чинних науково-методичних засад управління змістом та часом у проектах свідчить про те, що ними не розглядалися причинно-наслідкові зв'язки між роботами та подіями з імовірним часом настання, що унеможливорює однозначне визначення ієрархічної структури цих робіт, а також побудову сіткового графіка їх виконання. Також, слід зазначити, що чинні методи та моделі управління змістом та часом не враховують специфіку проектів збирання ранніх зернових, олійних та бобових культур.

Отже, існує потреба у розробленні системно-подієвих засад управління змістом і часом у проектах збирання ранніх зернових, олійних та бобових культур. Запропонований нами метод прогнозування базових подій внутрішнього середовища цих проектів є основою системно-подієвих засадах управління змістом і часом у проектах збирання ранніх зернових, олійних та бобових культур [2].

**Метою дослідження** є обґрунтування методу прогнозування базових подій внутрішнього середовища проектів збирання ранніх зернових, олійних та бобових культур.

**Виклад основного матеріалу.** Збирання ранніх зернових, олійних та бобових культур здійснюється на основі реалізації відповідних проектів, у яких зміст і час виконання збиральних робіт визначаються насамперед термінами досягання зазначених культур на окремих полях, що формують систему базових подій внутрішнього середовища проекту. Для конкретного сільськогосподарського сезону (року) настання подій досягання ранніх зернових, олійних та бобових культур на окремих полях того чи іншого сільськогосподарського підприємства (СП) характеризується конкретними календарними датами, що здебільшого відрізняються між собою. У результаті для скінченої множини полів, на яких вирощуються ранні культури, маємо на календарній осі часу структуру потоку вимог базових подій виконання збиральних робіт (рис. 1).

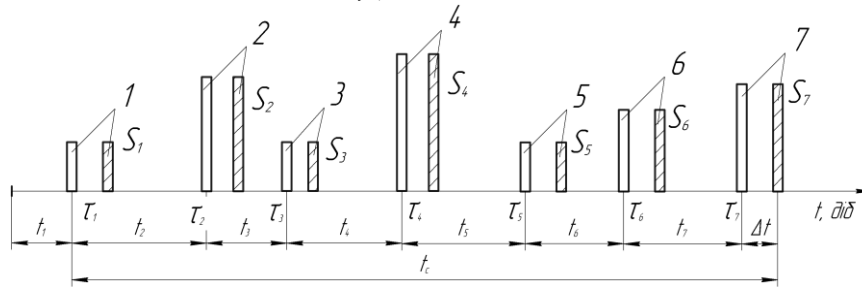


Рис. 1. Прогнозована структура потоку вимог базових подій на виконання комбайнового збирання ранніх олійних і зернових культур на семи полях сезонної програми:  $S_1...S_7$  – площа полів;  $t_1...t_7$  – час досягнення урожаю на полях до молочно-воскової стиглості;  $\Delta t$  – різниця в часі досягнення культур від молочно-воскової до повної стиглості;  $\square, \square$  – відповідно стан урожаю в молочно-восковій та повній стиглості;  $t_c$  – тривалість сезону досягнення ранніх культур

Цей потік характеризується початком досягнення на кожному окремому полі відповідної культури до стиглості, за якої її можна збирати роздільним чи прямим способом [1]. За роздільного способу збирання домагаються пришвидшення досягнення культури на певному полі завдяки укладанню її у валки. У цьому разі зернова культура скошується у фазі молочно-воскової стиглості і укладається у валки. У валках за наявності погоди культура досягає (переходить у фазу повної стиглості) швидше на 3-5 діб, ніж би вона досягала у нескошеному стані. А тому за роздільного збирання зернових культур потік вимог на збирання буде дещо іншим, ніж за прямого комбайнування.

Для кожного окремого поля він буде характеризуватися швидшою на 7-9 діб появою молочно-воскової стиглості зернової культури порівняно із повною стиглістю, а також, за швидкого скошування і укладання у валки, швидшим терміном її досягнення до повної стиглості у валках порівняно з терміном досягнення у нескошеному стані (рис. 2).

Такі об'єктивні закономірності є підставою для організації роздільного комбайнового збирання ранніх зернових культур, за якого досягається збільшення фонду робочого часу на збирання, а відтак – зменшення обсягів несвоєчасно зібраних площ за недостатнього парку зернозбиральних комбайнів. Водночас роздільний спосіб збирання ранніх олійних та зернових культур можна ефективно реалізувати за наявності погоди. За цього способу зростають витрати паливно-мастильних матеріалів та живої праці. А тому сьогодні в Україні роздільний спосіб комбайнового збирання ранніх олійних та зернових культур застосовується дуже рідко.

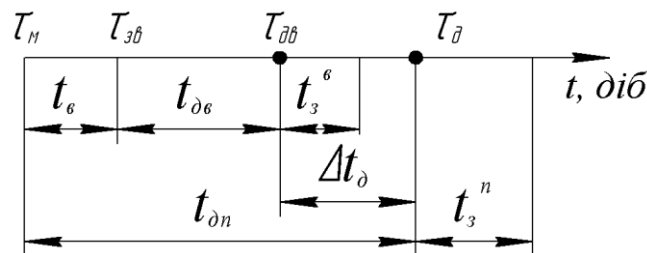


Рис. 2. Складові часу появи замовлень для роздільного ( $\tau_m$ ) та прямого ( $\tau_d$ ) способів збирання зернової культури на заданому полі:  $\Delta t_d$  – прогнозований час досягнення культури до повної стиглості від початку  $\tau_m$  молочно-воскової стиглості;  $\tau_{3b}, \tau_{db}$  – відповідно моменти завершення скошування та укладання культури у валки, а також досягнення її у валках;  $t_6, t_{\Delta 6}$  – відповідно тривалості скошування та укладання культури у валки, а також досягнення її у валках;  $\Delta t_d$  – різниця між часом досягнення до повної стиглості нескошеної культури та укладеної у валки;  $t_{\Delta 6}, t_{\Delta n}$  – відповідно час досягнення до повної стиглості культури, скошеної у валки, та нескошеної;  $t_3^6, t_3^n$  – відповідно тривалість обмолоту валків та прямого комбайнування

СГП здебільшого, через нестачу паливно-мастильних матеріалів, збирають ранні олійні та зернові культури прямим комбайнуванням. Цей спосіб збирання, порівняно з роздільним способом, дає змогу зменшити витрати паливно-мастильних матеріалів, а також за вологого (дощового) збирального сезону домогтися зменшення втрат вирощеного урожаю через несвоєчасне його збирання, яке зумовлене довгими термінами висихання валків, ніж нескошеної зерностеблової маси.

Завчасні (за два-три тижні до початку збирання) дані про терміни досягання ранніх зернових культур на окремих полях сільськогосподарських підприємств, а також інформація про урожайність і солоність цих культур є підставою для розроблення проекту їх збирання та техніко-технологічної його підготовки. Терміни досягання ранніх зернових культур можна визначати на основі даних про час появи такої фенологічної фази розвитку зернових культур, як виходу колоска. На їх основі для того чи іншого календарного року завчасно будують графік потоку вимог на виконання процесів комбайнового збирання ріпаку та ранніх зернових культур і бобових у заданому СГП. Окрім того, на основі інформації про характеристики стану зернових культур на цій фенологічній фазі їх росту та розвитку можна з достатньою для обґрунтування управлінських дій точністю оцінити очікувану біологічну урожайність та солоність культур на окремих полях. Таким чином, ще напередодні жнив (щонайменше за два-три тижні до їх початку) для кожного сільськогосподарського підприємства можна мати достатньо вірогідну інформацію про майбутній потік вимог на виконання комбайнового збирання ріпаку та ранніх зернових і бобових культур на окремих полях:

$$\Omega_{IT} \leftarrow [(k_1, S_1, t_1, U_1, \delta_1), (k_2, S_2, t_2, U_2, \delta_2), \dots, (k_\gamma, S_\gamma, t_\gamma, U_\gamma, \delta_\gamma)], \quad (1)$$

де  $k_1, \dots, k_\gamma$  – назва (вид, сорт) ранньої культури, що вирощується на  $1, \dots, \gamma$ -му полі виробничої програми того чи іншого сільськогосподарського підприємства;  $S_1, \dots, S_\gamma$  – площа полів, га;  $t_1, \dots, t_\gamma$  – час досягання урожаю на кожному з них, днів;  $U_1, \dots, U_\gamma$  – урожайність, ц/га;  $\delta_1, \dots, \delta_\gamma$  – солоність.

Ці дані є основою для розроблення плану проекту збирання ранніх олійних і зернових культур та управління ним.

Прогнозована інформація про терміни настання подій щодо досягання ранніх культур на окремих полях для скінченої їх множини конкретного СГП формує підсистему відповідних подій і визначає можливий час виконання робіт у проекті. Однак, окрім цієї підсистеми подій, яка належить до предметної складової внутрішнього проектного середовища, у проекті збирання ранніх культур будуть формуватися множини подій, які стосуються агрометеорологічних умов. Дощі та роси, що характеризують ці умови, зумовлюватимуть підвищену вологість зерностеблової маси, за якої збирання ранніх культур є недопустимим [5]. Тому для ефективного управління змістом та часом виконання робіт у проектах збирання ранніх зернових, олійних та бобових культур зазначені події мають надзвичайно важливе значення.

Науково-методичні засади ідентифікації подій агрометеорологічної складової проектного середовища полягають у тому, щоб обґрунтувати методи та встановити їх початок і завершення. На підставі результатів виконаних досліджень щодо можливостей виконання збиральних робіт за певних агрометеорологічних умов [5] вважається, що збирання зернових неможливе, якщо: 1) випала роса (незалежно від її інтенсивності); 2) йде дощ; 3) упродовж наступної доби після випадання у попередню добу дощу в обсязі більше ніж 1,4 мм; 4) за дефіциту вологості менше ніж 4 гПа.

Зазначені критерії є об'єктивною підставою для встановлення на календарній осі часу початку та тривалості подій, що унеможливають виконання збиральних робіт через агрометеорологічні умови (на основі інформації про агрометеорологічні умови того чи іншого календарного року). Ймовірнісний характер агрометеорологічних умов визначає мінливість відповідних подій як щодо терміну їх появи на календарній осі часу, так і тривалості дії.

Агрометеорологічну складову проектного середовища характеризують почергово сформовані інтервали часу з погожими і непогожими умовами. Погожими умовами називаються агрометеорологічні умови, за яких є можливим збирання ранніх культур. Це бездощова погода, яка упродовж збирального сезону характеризується кількістю та тривалістю відповідних інтервалів часу. Між погожими інтервалами виникають і непогожі (дощові) проміжки часу. Таким чином, тривалість реалізації збирального проекту характеризується почерговою послідовністю погожих і непогожих проміжків часу [6].

Для управління роботами у проектах збирання ранніх культур ця послідовність є однією з головних підстав для забезпечення адекватності їх моделювання, яке виконується у даній роботі з метою визначення кількості полів, які щодобово очікують збирання і певним чином характеризують ситуаційну програму проектів. Моделювання роботи комбайнів упродовж збирального сезону окремих проектів виконується на основі відомої інформації [6], а тому моделі погожих і непогожих інтервалів часу у системі подій проектного середовища тут не розглядаємо.

Важливою складовою агрометеорологічних умов, що враховується під час управління збиральними роботами у проектах збирання ранніх олійних, зернових і бобових культур, є

росянисті проміжки часу, які здебільшого виникають у вечірні години календарної доби. Для розроблення моделі цієї складової у системі подій проектного середовища досліджується час виникнення  $(t_p^n)$  та завершення  $(t_p^s)$  роси кожної доби погожих інтервалів часу. Ці дані фіксуються агрометеорологічними станціями. Власне у кожному дослідженні використані дані Яворівської агрометеорологічної станції Львівської області. Виписані з офіційних документів (форма ТСХ-1 та КМ-1) цієї станції за 1980 – 2005 рр. дані про початок появи й тривалості росянистих проміжків часу у період збирання ранніх культур (з 1 липня по 15 серпня) стали вихідною інформацією для розроблення моделі цих проміжків у системі подій проектного середовища.

На основі опрацювання методами математичної статистики за відомою методикою [7] даних про початок  $(t_p^n)$  виникнення роси побудовано розподіл цього часу на добовій осі часу та визначено його статистичні характеристики. У результаті отримали і встановили, що емпіричний розподіл часу появи роси описується законом Вейбулла (рис. 3), функція густини якого записується рівнянням:

$$f(t_p^n) = 0,466 \cdot \left( \frac{t_p^n - 16,8}{2,778} \right)^{0,295} \exp \left[ - \left( \frac{t_p^n - 16,8}{2,778} \right)^{1,295} \right]. \quad (2)$$

Зазначимо, що для цього розподілу є такі статистичні характеристики: 1) оцінка математичного сподівання – 19,90 год; 2) оцінка середньоквадратичного відхилення – 1,466 год; 3) оцінка параметра масштабу –  $a = 2,064$ ; оцінка параметра форми –  $b = 1,315$

Досліджуючи тривалість цього проміжку часу, нами встановлено, що вона є ймовірнісною величиною. Водночас виявлено середній кореляційний зв'язок між початком виникнення роси  $(t_p^n)$  та її тривалістю  $(\Delta t_p)$  (рис. 4).

Наявність цього зв'язку має фізичне пояснення – з огляду на те, що кожної погожої доби з настанням ранку і підняттям сонця над горизонтом відбувається випаровування роси, то проміжок часу від цього моменту до моменту виникнення роси буде більше, ніж раніше випаде роса. Лінія регресії у цьому разі записується рівнянням:

$$\Delta t_p = -0,781 t_p^n + 27,34. \quad (3)$$

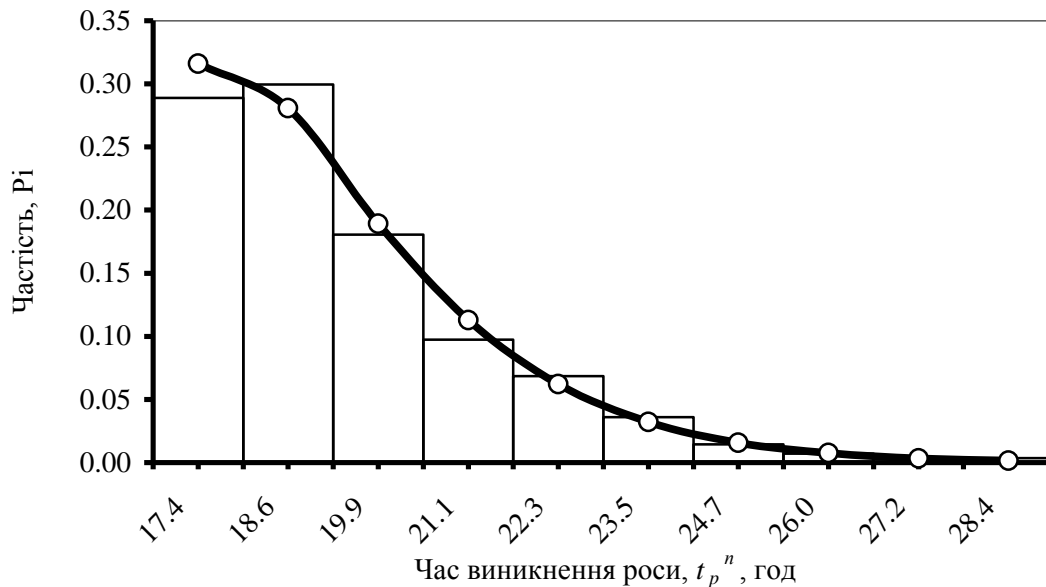


Рис. 3. Гістограма та теоретична крива розподілу часу виникнення роси

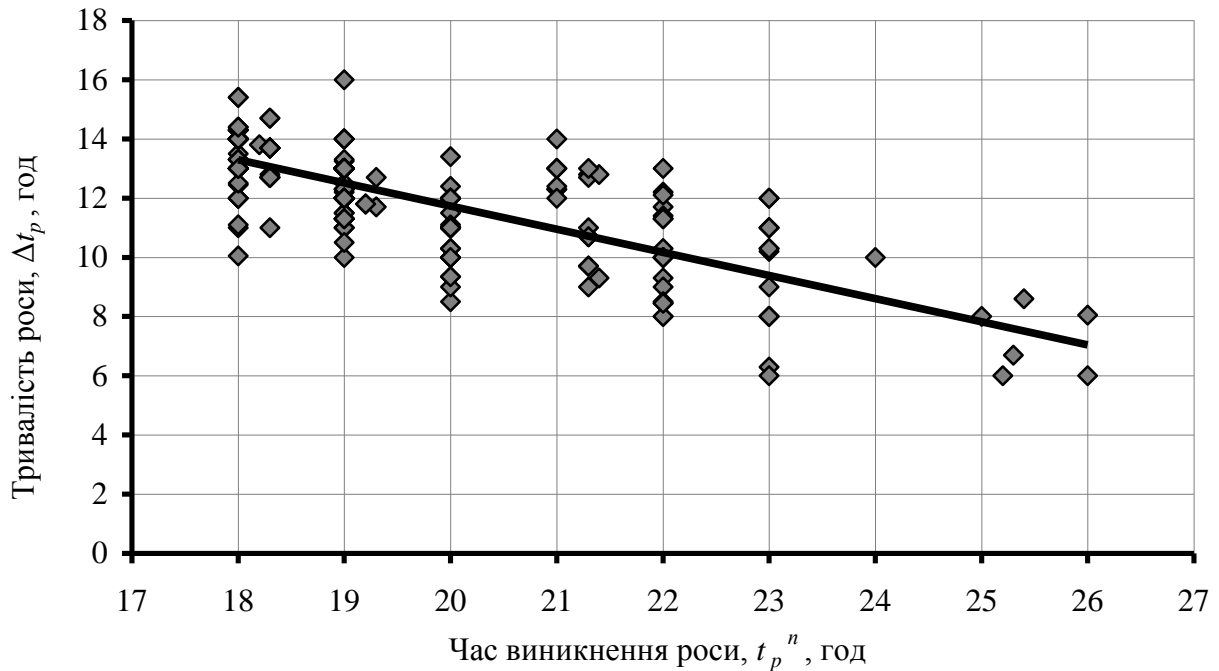


Рис. 4. Кореляційна залежність тривалості росянистого проміжку від часу виникнення роси

Для врахування у моделі росянистих проміжків часу нестабільності  $\Delta t_p$  лінії регресії для фіксованих значень ( $t_p^n$ ) виконано дослідження відхилень ( $\Delta t_p$ ) від його середнього значення. У результаті встановлено, що ці відхилення описуються нормальним законом розподілу з такими основними статистичними характеристиками: 1) оцінкою математичного сподівання – 0,019 год; 2) оцінкою середньоквадратичного відхилення – 1,191 год.

Таким чином, модель росянистих проміжків часу у системі подій проектного середовища відображається розподілом часу появи роси на добовій осі часу та тривалістю відповідного проміжку, який визначається середнім значенням, що кореляційно залежить від часу появи роси.

**Висновки.** 1. Аналіз чинних науково-методичних засад управління проектами свідчить про неможливість їх використання для управління змістом і часом проектів збирання ранніх зернових, олійних та бобових культур. Зокрема, вони передбачають загальні підходи і не враховують причинно-наслідкові зв'язки між роботами та подіями з імовірним часом настання, що унеможливує однозначне визначення ієрархічної структури цих робіт, а також побудову сіткового графіка їх виконання. 2. Прогнозування базових подій внутрішнього проектного середовища передбачає визначення часу досягання на окремих полях ранніх олійних, бобових та зернових культур, а також показників урожайності та солонистості, що є одним із важливих етапів планування змісту робіт у відповідних проектах. 3. Запропонований нами метод прогнозування базових подій внутрішнього середовища проектів збирання ранніх зернових, олійних та бобових культур базується на статистичному дослідженні емпіричних часових зв'язків між фенологічними фазами росту й розвитку сільськогосподарських культур. 4. Встановлено, що росянисті проміжки часу у проектах збирання ранніх олійних, зернових і бобових культур характеризуються імовірнісним розподілом часу виникнення роси та її тривалістю. Ця закономірність і встановлена наявність кореляційного зв'язку між виникненням роси та її тривалістю є головними складовими відповідної моделі, яка дає змогу врахувати ці події в процесі управління змістом та часом виконання збиральних робіт. 5. Подальші дослідження стосовно розроблення системно-подієвих засад для управління змістом і часом проектів збирання ранніх зернових, олійних та бобових культур слід проводити для встановлення кількісного значення інших базових та похідних подій і встановлення між ними та роботами причинно-наслідкових зв'язків, що є основою для вирішення головних завдань управління змістом та часом цих проектів.

#### Список використаної літератури

1. Управління збиранням ранніх олійних і зернових культур: головні науково-методичні засади та рекомендації / [Сидорчук О.В., Днесь В.І., Комарницький С.П. та ін.]; під ред. О.В. Сидорчука. – Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ», 2009. – 18 с.
2. Особливості ситуаційного управління змістом та часом виконання робіт у інтегрованих проєктах аграрного виробництва / Сидорчук О. В., Тригуба А. М., Панюра Я. Й., Шолудько П. В. // Східно-європейський журнал передових технологій. – 2010. – № 1/2 (43). – С. 46-48.
3. Керівництво з питань проєктного менеджменту: Пер. з англ. / Під ред. С.Д. Бушуєва, - 2-е вид., перероб. – К. Видавничий дім «Деловая Україна», 2000. – 198с.
4. Руководство по управлению инновационными проектами и программами / под ред. С.Д.Бушуева. – [т.1, версия 1.2]. – К.: Наук. світ, 2009. – 173 с.
5. Ціп Є. І. Сезонна програма комбайна і ризик у процесі централізованого збирання ранніх зернових : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.22 «Управління проєктами та розвиток виробництва» / Є. І. Ціп. – Львів, 2002. – 18 с.
6. Сидорчук О. Модель погодних умов збирання зернових / О. Сидорчук, Я. Панюра, Є. Ціп // Вісник Львівського державного аграрного університету : агроінженерні дослідження. – 1998. – № 2. – С. 5-8.
7. Закс Л. Статистическое оценивание / Л. Закс; под ред. Ю. П. Адлера, В. Г. Горского. – М. : Статистика, 1976. – 598 с.