

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування
Кафедра агроінженерії

02-07-52М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт та самостійної роботи
з дисципліни «Технології та управління виробничими
процесами в сільському господарстві»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною
радою з якості ННМІ
Протокол № 2 від 02.10.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання практичних робіт та самостійної роботи з дисципліни «Технології та управління виробничими процесами в сільському господарстві» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Голотюк М. В., Налобіна О. О., Ювчик Н. О., Шимко А. В. – Рівне : НУВГП, 2024. – 47 с.

Укладачі: Голотюк М. В. – к.т.н., доцент кафедри агроінженерії;
Налобіна О. О. – д.т.н., професор, завідувачка кафедри агроінженерії;
Ювчик Н. О. – старший викладач кафедри агроінженерії;
Шимко А. В. – к.т.н., доцент кафедри агроінженерії.

Відповідальний за випуск: Налобіна О. О., доктор технічних наук, професор, завідувачка кафедри агроінженерії.

Попередня версія 02-07-19М

© М. В. Голотюк,
О. О. Налобіна,
Н. О. Ювчик,
А. В. Шимко, 2024
© НУВГП, 2024

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

Тема: Розрахунок рентабельності агропромислового підприємства

Мета роботи: набуття навичок проведення економічного аналізу діяльності агропромислового підприємства та розрахунку його рентабельності. Студенти повинні навчитися застосовувати відповідні формули для розрахунку рентабельності, аналізувати отримані результати та робити висновки про ефективність виробничої діяльності підприємства.

Теоретичні відомості

Рентабельність агропромислового підприємства є ключовим показником, що відображає ефективність використання ресурсів та ступінь прибутковості діяльності. Цей показник важливий для оцінки загального фінансового стану підприємства, його здатності генерувати прибуток на вкладені ресурси та забезпечувати стійкість в довгостроковій перспективі.

Рентабельність вимірюється через відношення прибутку до певної бази (витрат, активів, доходу) та може бути розрахована за різними критеріями:

Основні етапи розрахунку рентабельності:

1. Визначення показників чистого прибутку підприємства.
2. Аналіз витрат на виробництво продукції.
3. Розрахунок рентабельності за обраними критеріями.
4. Аналіз отриманих результатів та порівняння з нормативними або середньогалузевими показниками.

Розрахунок рентабельності дозволяє оцінити ефективність роботи агропромислового підприємства та розробити рекомендації щодо підвищення його економічної результативності.

Умова задачі:

Агропромислове підприємство вирощує пшеницю на площі 100 га. Витрати на виробництво становлять:

- насіння – 50 000 грн,
- добрива – 30 000 грн,
- витрати на техніку – 20 000 грн,
- заробітна плата працівників – 40 000 грн.

Отримано врожай в кількості 300 тонн пшениці, яку підприємство продає по 5 000 грн за тону.

Завдання:

1. Розрахувати загальні витрати підприємства.
2. Визначити загальний дохід від продажу врожаю.
3. Розрахувати прибуток підприємства.
4. Визначити рентабельність виробництва (як відношення прибутку до загальних витрат в відсотках).

Приклад розв'язку:

1. Загальні витрати:

$$B=50000 \text{ грн}+30000 \text{ грн}+20000 \text{ грн}+40000 \text{ грн}=140000 \text{ грн}$$

2. Загальний дохід від продажу врожаю:

$$D=300 \text{ т} \times 5000 \text{ грн/т}=1500000$$

3. Прибуток підприємства:

$$P=D-B=1500000 \text{ грн}-140000 \text{ грн}=1360000 \text{ грн}$$

4. Рентабельність виробництва:

$$R=(\text{ПВ}) \times 100\%=(1360000/140000) \times 100\% \approx 971.4\%$$

Отже, рентабельність виробництва становить приблизно 971.4%.

7. Висновки

Остаточні висновки повинні містити аналіз основних проблем організації виробництва на агропідприємствах та можливі шляхи їх вирішення.

Контрольні запитання

1. Яка основна мета організації виробничої діяльності агропромислового підприємства?
2. Як планування виробничого процесу впливає на кінцеві результати виробництва?
3. Які основні складові економічної ефективності агропромислового підприємства?
4. Що таке агропромисловий комплекс та які його основні складові?
5. Які основні функції агропромислових підприємств?
6. Що розуміється під ефективністю агропромислового виробництва?
7. Які основні етапи планування виробничої діяльності агропідприємств?

8. Як організовується трудовий процес на агропромислових підприємствах?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

Тема: Планування виробничого процесу

Метою практичної роботи є вивчення основ планування виробничого процесу на агропромислових підприємствах, набуття практичних навичок розробки виробничих планів та ефективного використання ресурсів. Студенти повинні навчитися аналізувати етапи виробничого процесу, визначати оптимальні методи організації роботи та планувати ресурси для досягнення максимального результату.

Теоретичні відомості

Планування виробничого процесу є однією з найважливіших функцій управління на агропромисловому підприємстві. Воно забезпечує організоване та раціональне використання наявних ресурсів для досягнення встановлених цілей, таких як максимізація продуктивності, мінімізація витрат, дотримання термінів виконання робіт та забезпечення якості продукції.

Основні поняття та етапи планування виробничого процесу:

1. Виробничий процес — це сукупність послідовних операцій та дій, спрямованих на перетворення вхідних ресурсів (сировини, матеріалів, енергії, праці) в готову продукцію або послуги. в сільському господарстві виробничий процес має сезонний характер та включає специфічні операції (посів, збирання врожаю, обробка ґрунту).

2. Етапи планування:

- Аналіз виробничих ресурсів: вивчення наявності земельних ділянок, техніки, робочої сили, матеріальних ресурсів та фінансів.

- Визначення обсягів виробництва: на основі минулих результатів та прогнозу ринку визначаються необхідні обсяги продукції, які потрібно виготовити.

- Розподіл ресурсів: кожному етапу виробничого процесу призначаються необхідні ресурси, щоб забезпечити виконання виробничого плану.

- Вибір технології виробництва: визначення оптимальних методів та технік для виконання завдань з максимальною продуктивністю та мінімальними витратами.

- Складання календарного плану: визначення термінів та послідовності виконання всіх операцій.

3. Типи планування:

- Довгострокове планування — охоплює період від одного року та більше, з акцентом на стратегічні цілі підприємства, наприклад, розвиток виробничих потужностей або впровадження нових технологій.

- Короткострокове планування — передбачає деталізацію діяльності на найближчі місяці чи тижні, з акцентом на вирішення поточних завдань.

- Оперативне планування — охоплює щоденне або тижневе планування виробничих операцій для досягнення оптимальної ефективності процесу.

4. Види виробничих процесів:

- Основні процеси — безпосередньо пов'язані з виготовленням продукції (наприклад, посів, обробка ґрунту, збір урожаю).

- Допоміжні процеси — забезпечують умови для основного виробництва (технічне обслуговування, ремонт обладнання).

- Обслуговуючі процеси — включають заходи щодо зберігання продукції, транспортування, обліку та контролю.

5. Принципи планування:

- Комплексність: планування всіх ресурсів та етапів виробництва в комплексі, що забезпечує системний підхід до організації процесу.

- Гнучкість: можливість корегування планів в залежності від непередбачуваних змін в виробничих умовах (наприклад, погодних умов).

- Ефективність: планування повинно забезпечувати максимальну ефективність використання ресурсів при мінімальних витратах.

6. Ресурсне планування:

- Планування використання техніки, обладнання, сировини, матеріалів, людських ресурсів та фінансів для забезпечення безперервності виробництва.

Важливі показники планування виробничого процесу:

- Продуктивність — обсяг продукції, яку можна отримати за одиницю часу.
- Витрати на одиницю продукції — кількість витрат, необхідних для виробництва одного продукту або одиниці послуги.
- Термін виконання робіт — час, необхідний для завершення всіх етапів виробничого процесу.

Правильне планування виробничого процесу дозволяє агропромисловим підприємствам досягти високої продуктивності, мінімізувати витрати, забезпечити якість продукції та своєчасне виконання всіх виробничих операцій.

Умова задачі:

Агропідприємство планує вирощувати соняшник на площі 200 га. Виробничий цикл складається з таких етапів:

- підготовка ґрунту (15 днів),
- посів (5 днів),
- догляд за рослинами (20 днів),
- збір врожаю (10 днів).

Визначити, на скільки днів необхідно планувати виробничий процес, якщо всі етапи виконуються послідовно.

Завдання:

1. Підрахуйте загальний час для всього виробничого циклу.
2. Запропонуйте план виробничого процесу з урахуванням усіх етапів.

Приклад розв'язку:

1. Загальний час для всього виробничого циклу:

$$T = 15 \text{ днів} + 5 \text{ днів} + 20 \text{ днів} + 10 \text{ днів} = 50 \text{ днів}$$

2. План виробничого процесу:

- 1–15 день: Підготовка ґрунту.
- 16–20 день: Посів.
- 21–40 день: Догляд за рослинами.
- 41–50 день: Збір врожаю.

Отже, виробничий цикл для вирощування соняшника триватиме 50 днів.

Контрольні запитання

1. Як впровадження інноваційних технологій впливає на діяльність агропідприємства?
2. Що включає в себе логістика агропромислових підприємств?
3. Які методи контролю якості використовуються на агропромислових підприємствах?
4. Як регулюється діяльність агропромислових підприємств на державному рівні?
5. Що таке виробнича потужність агропромислового підприємства та як вона розраховується?
6. Як відбувається планування та управління матеріальними ресурсами на агропідприємствах?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

Тема: Управління трудовими ресурсами

Метою практичної роботи є вивчення основ управління трудовими ресурсами на агропромислових підприємствах, набуття навичок планування та організації трудової діяльності, визначення оптимальних методів ефективного використання робочої сили для досягнення продуктивності та економічної ефективності. Студенти повинні навчитися аналізувати потреби в трудових ресурсах, організовувати їхню діяльність, забезпечувати мотивацію та раціональне використання робочого часу.

Теоретичні відомості

Управління трудовими ресурсами (або управління персоналом) є ключовим аспектом функціонування агропромислових підприємств, оскільки ефективна організація праці безпосередньо впливає на продуктивність, якість виконуваних робіт та загальну ефективність підприємства. Трудові ресурси охоплюють усіх працівників, зайнятих на підприємстві, які забезпечують виконання виробничих процесів.

Основні аспекти управління трудовими ресурсами:

1. Планування трудових ресурсів:
 - Визначення необхідної кількості працівників для виконання всіх етапів виробничого процесу.

- Аналіз наявних кадрів, їхніх професійних навичок та кваліфікації, а також відповідність цих характеристик потребам підприємства.

- Прогнозування потреб в робочій силі на короткостроковий та довгостроковий періоди.

2. Організація праці:

- Раціональне розподілення завдань між працівниками відповідно до їхньої кваліфікації.

- Створення умов для підвищення продуктивності праці (забезпечення належного обладнання, техніки, організація робочих місць).

- Оптимізація робочих процесів для уникнення надлишкових витрат часу та ресурсів.

3. Мотивація та стимулювання:

- Розробка систем мотивації для працівників, що забезпечують зацікавленість в високій продуктивності.

- Матеріальні стимули (зарплата, премії) та нематеріальні стимули (визнання, кар'єрний ріст) відіграють важливу роль в залученні та утриманні кваліфікованих кадрів.

4. Оцінка результативності праці:

- Оцінка продуктивності працівників через встановлення норм праці та контроль за їхнім виконанням.

- Використання показників якості та кількості виконаних робіт для визначення ефективності роботи кожного працівника та всього підприємства.

5. Організація робочого часу:

- Раціональне планування робочого дня та графіків роботи з урахуванням специфіки виробничих процесів.

- Визначення оптимальних змін для максимального використання техніки та обладнання.

- Управління робочим часом для мінімізації простоїв та підвищення продуктивності.

6. Професійний розвиток та навчання:

- Організація навчальних програм та тренінгів для підвищення кваліфікації працівників, особливо в умовах впровадження нових технологій чи змін в виробничому процесі.

- Кар'єрне зростання та ротація кадрів як частина стратегії розвитку персоналу.

7. Соціальний аспект управління трудовими ресурсами:

- Забезпечення належних умов праці (безпека, комфорт, охорона здоров'я) як важливого чинника підтримки продуктивності та задоволення працівників.

- Забезпечення соціальних гарантій, що покращує мотивацію та довіру працівників до підприємства.

Важливі показники управління трудовими ресурсами:

- Продуктивність праці — кількість продукції, виготовленої одним працівником за певний період часу.

- Коефіцієнт зайнятості — відношення фактично зайнятого часу до загального робочого часу.

- Витрати на оплату праці — загальні витрати підприємства на оплату праці працівників, що мають бути мінімізовані для досягнення максимальної рентабельності.

Правильне управління трудовими ресурсами на агропромисловому підприємстві сприяє підвищенню продуктивності, покращенню якості продукції та забезпеченню конкурентоспроможності на ринку.

Умова задачі:

Для виконання виробничих завдань агропромислове підприємство залучає 10 працівників на етапі підготовки ґрунту, 5 працівників на посів, 8 працівників для догляду за рослинами та 12 працівників на збір врожаю. Кожен етап займає певний час, як зазначено в попередньому завданні.

Завдання:

1. Розрахувати загальну кількість людино-днів, необхідних для виконання кожного етапу виробництва.

2. Визначити, скільки працівників потрібно залучити, якщо максимальна тривалість робочого дня — 8 годин.

Приклад розв'язку:

1. Людино-дні на кожному етапі:

- Підготовка ґрунту: $10 \text{ працівників} \times 15 \text{ днів} = 150 \text{ людино-днів}$

- Посів: $5 \text{ працівників} \times 5 \text{ днів} = 25 \text{ людино-днів}$
 - Догляд за рослинами: $8 \text{ працівників} \times 20 \text{ днів} = 160 \text{ людино-днів}$
 - Збір врожаю: $12 \text{ працівників} \times 10 \text{ днів} = 120 \text{ людино-днів}$
2. Загальна кількість працівників: Для кожного етапу можна розрахувати необхідну кількість працівників з огляду на 8-годинний робочий день, виходячи з обсягу роботи та трудомісткості процесу.

Контрольні запитання

1. Які є види фінансування агропромислових підприємств та їх основні джерела?
2. Що таке облікова система на агропромислових підприємствах та як вона впливає на управління виробничими процесами?
3. Як організовується процес підбору та навчання кадрів на агропромислових підприємствах?
4. Що таке технічне обслуговування та ремонт сільськогосподарської техніки та як він впливає на ефективність виробництва?
5. Як впливають кліматичні фактори на організацію виробничої діяльності агропромислових підприємств?
6. Які економічні показники є ключовими для оцінки діяльності агропромислових підприємств?
7. Як впливає розмір агропромислового підприємства на організацію його діяльності?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

Тема: Розрахунок вартості виробництва сільськогосподарської продукції

Метою практичної роботи є оволодіння навичками розрахунку вартості виробництва сільськогосподарської продукції, аналізу складових витрат на виробництво та визначення факторів, що впливають на кінцеву собівартість продукції. Студенти повинні навчитися виконувати розрахунки економічних показників, що впливають на рентабельність аграрного підприємства, та використовувати ці показники для ефективного управління витратами.

Теоретичні відомості

Вартість виробництва сільськогосподарської продукції є важливим показником ефективності діяльності аграрних підприємств. Вона визначається як сукупність усіх витрат, пов'язаних з виробництвом продукції, та є основою для формування собівартості продукції. Знання про структуру та динаміку витрат дозволяють фермерам та керівникам підприємств ефективно планувати фінансову діяльність, оптимізувати витрати та підвищувати прибутковність.

Основні складові вартості виробництва:

1. Прямі витрати — витрати, які безпосередньо пов'язані з виробництвом продукції:

- Насіння та посадковий матеріал — витрати на закупівлю якісного насіння, розсади або саджанців.

- Добрива та засоби захисту рослин — витрати на мінеральні й органічні добрива, пестициди, гербіциди тощо.

- Паливно-мастильні матеріали — витрати на пальне, мастильні матеріали та інші матеріали, необхідні для функціонування сільськогосподарської техніки.

- Оплата праці — заробітна плата працівників, зайнятих в процесі вирощування сільськогосподарських культур чи догляду за тваринами.

- Амортизація техніки та обладнання — розрахунок зносу сільськогосподарської техніки та обладнання.

2. Непрямі витрати — витрати, що не мають безпосереднього зв'язку з виробництвом окремої продукції, але враховуються при формуванні загальної вартості:

- Адміністративні витрати — витрати на управління підприємством, бухгалтерське обслуговування та інші управлінські функції.

- Комунальні витрати — витрати на електроенергію, водопостачання, опалення та інші комунальні послуги.

3. Змінні витрати — витрати, що змінюються залежно від обсягів виробництва:

- Матеріали та сировина — витрати на придбання сировини, що необхідна для збільшення обсягів виробництва.

- Витрати на транспортування та логістику — витрати, пов'язані з доставкою сировини або продукції.

4. Постійні витрати — витрати, що не змінюються незалежно від обсягів виробництва:

- Орендна плата — витрати на оренду земельних ділянок або приміщень.

- Фіксовані податки та збори — податки, що сплачуються підприємством незалежно від рівня виробництва.

Етапи розрахунку вартості виробництва сільськогосподарської продукції:

1. Розрахунок витрат на одиницю продукції — поділ сукупних витрат на загальний обсяг виробництва, що дозволяє визначити вартість виробництва однієї одиниці продукції.

2. Аналіз структури витрат — виявлення частки кожної складової витрат в загальній структурі, що дозволяє ідентифікувати основні напрямки оптимізації витрат.

3. Оцінка факторів впливу на собівартість — аналіз внутрішніх та зовнішніх чинників, що впливають на зміну вартості виробництва (ринкові ціни на сировину, зміни в технологіях, погодні умови тощо).

Важливі економічні показники:

- Собівартість продукції — загальна вартість, яка припадає на одиницю виробленої продукції.

- Рентабельність виробництва — показник ефективності, що характеризує відношення прибутку до собівартості продукції.

- Чиста рентабельність — різниця між продажною ціною продукції та її собівартістю.

Ефективне управління виробничими витратами є ключовим для забезпечення рентабельності агропромислового підприємства та його конкурентоспроможності на ринку.

Умова задачі:

Агропромислове підприємство вирощує кукурудзу на площі 150 га. За сезон витрати на насіння становлять 45 000 грн, на добрива – 35 000 грн, на техніку – 25 000 грн, на оплату праці – 50 000 грн. Додатково 10% загальних витрат складають інші виробничі витрати.

Розв'язок:

1. Загальні витрати:

Загальні витрати=45000+35000+25000+50000=155000 грн

Інші витрати = 10% від загальних витрат:

Інші витрати=155000×0.10=15500 грн

Загальні витрати з урахуванням додаткових:

Загальні витрати=155000+15500=170500 грн

2. Собівартість 1 тонни кукурудзи:

Врожайність кукурудзи = 7 тонн/га

Загальний врожай=150 га×7 т/га=1050 тонн

Собівартість 1 тонни=170500/1050=162.38 грн/тонна

Контрольні запитання

1. Які ключові проблеми виникають при організації виробничої діяльності в агропромислових підприємствах?

2. Як відбувається управління ризиками на агропромислових підприємствах?

3. Що таке кооперація агропромислових підприємств та які її переваги?

4. Як впровадження інформаційних технологій впливає на виробничу діяльність агропромислових підприємств?

5. Які методи оцінки якості ґрунтів використовуються на агропідприємствах?

Практична робота 5.

МОДЕЛІ ОНОВЛЕННЯ ОСНОВНИХ ФОНДІВ ПІДПРИЄМСТВА

Мета – отримати теоретичні знання та практичні навички моделювання оновлення основних фондів підприємства.

Короткі теоретичні відомості.

Як правило, процес оновлення розглядається стосовно до деякого машинного парку, що складається з однотипних машин, з яких раніше або пізніше деяка кількість перестає діяти внаслідок стійкого дефекту, надмірно тривалого терміну служби, аварії, повного зносу і т.п. При цьому неважливо, яка саме машина виявиться несправною; важливо те, скільки машин буде потребувати технічного обслуговування або ремонту і скільки машин протягом визначеного часу буде потрібно замінити новими.

В економічних розрахунках, зв'язаних з теорією оновлення, особливе значення має вибір найбільш підходящого моменту для списання машини. Прості машин через часті ТО і Р зменшують виробничу потужність і збільшують експлуатаційні витрати, а передчасне списання пов'язане з витратами на придбання нової машини.

Стохастичні моделі добре описують системи, що піддаються впливу поступового зносу і вибуття окремих одиниць (елементів) основних засобів з часом (збільшенням віку), який можна розглядати в дискретні моменти (місяць, квартал, рік). У більшості випадків імовірність перебування в кожній віковій групі залежить від віку (терміну служби) одиниці основних засобів. Процес описується системою імовірностей (для різного терміну роботи), що виражають перебування в групі „живучості”. Якщо ці імовірності узгодити з визначеним вихідним числом одиниць деякої початкової сукупності (наприклад, групою із 100 машин), то це число буде поступово зменшуватися, поки, не залишиться жодної машини, придатного для експлуатації.

Щоб при поповненні новими одиницями сукупності вибуваючих основних засобів її розмір не змінювався, необхідно знати, як відбувається процес оновлення (відновлення). Якщо зношені в даному періоді основні засоби замінюють такою ж кількістю нових одиниць, то відновлення є простим; якщо ж у кожному

наступному періоді в сукупність вводиться більше нових основних засобів, чим було вилучено, то варто говорити про розширене відновлення.

Для моделей відновлення з дискретним часом приймається, що одиниці основних засобів які вийшли з ладу, замінюються наприкінці деякого періоду (дня, тижня, місяця), а оновлення здійснюється з перервами, у дискретні проміжки часу.

Методика оновлення парку машин та приклад розрахунку

Нехай підприємство представлено парком машин, яке складається з 121 однотипних одиниць, які мають наступний розподіл термінів служби (вікові групи): $v_0 = 15$; $v_1 = 18$; $v_2 = 20$; $v_3 = 22$; $v_4 = 17$; $v_5 = 29$ (тобто, 15 машин експлуатуються до одного року, 18 – від 1 року до 2 років і т. д.).

Необхідно побудувати просту модель оновлення: визначити очікувану кількість поповнень машин на кожен рік протягом п'яти років, для того щоб їх кількість, які працюють у парку, було незмінним (складало 121 одиницю).

Для побудови моделі потрібно знати імовірності вибуття основних засобів a_k , тобто необхідно визначити імовірність списання машин по терміну служби. З цією метою взята вибірка в кількості $n = 67$ одиниць, що були списані раніше, після того як відпрацювали різну кількість років. Дані, згруповані за віком, представлені в табл. 5.1.

Визначимо частість як частку від розподілу частоти (кількість машин, що попадають в обрані інтервали) на загальну їх кількість, рівну 67, і занесемо в графу 4 табл. 5.1. Отримані значення частостей приймемо як емпіричні імовірності вибуття машин.

Таблиця 5.1

Статистичні дані про списання однотипних машин на підприємстві

№ п/п	Термін служби машин, років	Частота	Частість
1	2	3	4
1	4	2	0,03
2	5	3	0,04

3	6	20	0,30
4	7	15	0,23
5	8	14	0,21
6	9	13	0,19

Відмітимо, щоб обчислити теоретичні значення імовірності вибуття можна визначивши закон розподілу вікового терміну служби машин. Для цього потрібно визначити параметри, наприклад, нормального закону – математичне очікування m і середнє квадратичне відхилення σ

$$m = 0,03 \cdot 4 + 0,04 \cdot 5 + 0,3 \cdot 6 + \dots + 0,19 \cdot 9 = 7,$$

$$\sigma = \sqrt{(7-4)^2 \cdot 0,03 + \dots + (7-9)^2 \cdot 0,19} = 1$$

Імовірності вибуття в цьому випадку визначаються з нормального розподілу

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-7)^2}{2}}$$

$$\text{як } a_1 = \int_4^5 f(t) dt; a_2 = \int_5^6 f(t) dt \text{ і т. д.}$$

Використані в якості вихідних даних для подальших розрахунків емпіричні значення частотей складають: $a_1 = 0,03$; $a_2 = 0,045$; $a_3 = 0,30$; $a_4 = 0,23$; $a_5 = 0,21$; $a_6 = 0,12$. Тому $T = 6$.

Визначимо імовірності того, що нова одиниця прослужить більше, ніж k періодів часу, починаючи з моменту введення в експлуатацію, тобто 1; 2; 3; 4; 5; 6 періодів

$$r_1 = 1 - a_1 = 1 - 0,03 = 0,97;$$

$$r_2 = r_1 - a_2 = 0,97 - 0,04 = 0,93;$$

$$r_3 = r_2 - a_3 = 0,93 - 0,30 = 0,63;$$

$$r_4 = 0,63 - 0,23 = 0,40;$$

$$r_5 = 0,40 - 0,21 = 0,19;$$

$$r_6 = 0,19 - 0,19 = 0.$$

Обчислимо u_1 – очікуване число машин, якими варто поповнити підприємство після першого періоду (після 1 року експлуатації)

$$u_1 = v_0 a_1 + v_1 \frac{a_2}{r_1} + v_2 \frac{a_3}{r_2} + v_3 \frac{a_4}{r_3} + v_4 \frac{a_5}{r_4} + v_5 \frac{a_6}{r_5};$$

$$u_1 = 15 \cdot 0,03 + 18 \frac{0,04}{0,97} + 20 \frac{0,30}{0,93} + 22 \frac{0,23}{0,63} + 17 \frac{0,21}{0,40} + 29 \frac{0,19}{0,19} =$$

$$= 0,45 + 0,74 + 6,45 + 8,03 + 8,92 + 29 = 54.$$

Аналогічно розраховується чисельність u_2, u_3, \dots

$$u_2 = u_1 a_1 + v_0 a_2 + v_1 \frac{a_3}{r_1} + v_2 \frac{a_4}{r_2} + v_3 \frac{a_5}{r_3} + v_4 \frac{a_6}{r_4};$$

$$u_3 = u_2 a_1 + u_1 a_2 + v_0 a_3 + v_1 \frac{a_4}{r_1} + v_2 \frac{a_5}{r_2} + v_3 \frac{a_6}{r_3}, \text{ і т. д.}$$

В числовому вигляді

$$u_2 = 54 \cdot 0,03 + 15 \cdot 0,04 + 18 \frac{0,3}{0,97} + 20 \frac{0,23}{0,93} + 22 \frac{0,21}{0,63} + 17 \frac{0,19}{0,40} = 28;$$

$$u_3 = 28 \cdot 0,03 + 54 \cdot 0,04 + 15 \cdot 0,30 + 18 \frac{0,23}{0,97} + 20 \frac{0,21}{0,93} + 22 \frac{0,19}{0,63} = 23;$$

$$u_4 = 23 \cdot 0,03 + 28 \cdot 0,04 + 54 \cdot 0,30 + 15 \cdot 0,23 + 18 \frac{0,21}{0,97} + 20 \frac{0,19}{0,93} = 29;$$

$$u_5 = 29 \cdot 0,03 + 29 \cdot 0,04 + 28 \cdot 0,30 + 54 \cdot 0,23 + 15 \cdot 0,21 + 18 \frac{0,19}{0,97} = 29$$

Отримані значення u_n для моделі простого відновлення представлені в першому рядку табл. 5.2.

Обчислимо v

$$v = 1 \cdot 0,03 + 2 \cdot 0,04 + 3 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,23 + 5 \cdot 0,21 + 6 \cdot 0,19 = 4,12.$$

Визначимо

$$\lim_{n \rightarrow \infty} u_n = \frac{N}{v} = \frac{121}{4,12} = 29.$$

Таким чином, після досить тривалого терміну очікуване число поповнень протягом одного періоду буде коливатися близько 29 одиниць машин.

Граничний розподіл D_0 складе

$$\lim_{n \rightarrow \infty} D_n = \left| \frac{N}{v}, \frac{Nr_1}{v}, \frac{Nr_2}{v}, \frac{Nr_3}{v}, \frac{Nr_4}{v}, \frac{Nr_5}{v} \right| = 29; 28; 27; 18; 12; 6.$$

Таблиця 5.2

Результати розрахунку очікуваної чисельності автобусів на перспективу

№ з/п	Вік	Імовірності		Період часу					
		a_k	r_k	0	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0,03	0,97	v_0	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5
2	1	0,04	0,93	v_1	$v_0 r_1$	$u_1 r_1$	$u_2 r_1$	$u_3 r_1$	$u_4 r_1$
3	2	0,3	0,63	v_2	$v_1 \frac{r_2}{r_1}$	$v_0 r_2$	$u_1 r_2$	$u_2 r_2$	$u_3 r_2$
4	3	0,23	0,40	v_3	$v_2 \frac{r_3}{r_2}$	$v_1 \frac{r_3}{r_1}$	$v_0 r_3$	$u_1 r_3$	$u_2 r_3$
5	4	0,21	0,19	v_4	$v_3 \frac{r_4}{r_3}$	$v_2 \frac{r_4}{r_2}$	$v_1 \frac{r_4}{r_1}$	$v_0 r_4$	$u_1 r_4$
6	5	0,19	0	v_5	$v_4 \frac{r_5}{r_4}$	$v_3 \frac{r_5}{r_3}$	$v_2 \frac{r_5}{r_2}$	$v_1 \frac{r_5}{r_1}$	$v_0 r_5$
Всього		1	-	121	121	121	121	121	121

Визначимо очікувані кількості поповнення парку машин для моделі простого оновлення з використанням математичного

апарату теорії ланцюгів Маркова. Позначимо через D_0 вектор, який характеризує вікову структуру машин у початковий період: $D_0 = |15; 18; 20; 22; 17; 29|$.

Побудуємо матрицю перехідних імовірностей

$$P = \begin{vmatrix} 0,03 & 0,97 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,04 & 0 & 0,93 & 0 & 0 & 0 \\ 0,97 & 0 & 0,97 & 0 & 0 & 0 \\ 0,30 & 0 & 0 & 0,63 & 0 & 0 \\ 0,93 & 0 & 0 & 0,93 & 0 & 0 \\ 0,23 & 0 & 0 & 0 & 0,40 & 0 \\ 0,63 & 0 & 0 & 0 & 0,63 & 0 \\ 0,21 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,19 \\ 0,40 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,40 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Розрахуємо $D_1 = D_0 P$

$$D_1 = \begin{vmatrix} 15 \\ 18 \\ 20 \\ 22 \\ 17 \\ 29 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0,03 & 0,97 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,05 & 0 & 0,95 & 0 & 0 & 0 \\ 0,33 & 0 & 0 & 0,67 & 0 & 0 \\ 0,37 & 0 & 0 & 0 & 0,63 & 0 \\ 0,53 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,47 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0,45 + 0,9 + 6,6 + 8,14 + 9,01 + 29 \\ 14,6 \\ 17,2 \\ 13,4 \\ 13,86 \\ 7,99 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 54 \\ 14,6 \\ 17,1 \\ 13,4 \\ 13,9 \\ 8,0 \end{vmatrix}$$

Розраховані значення вектора D_1 заносимо в графу 6 табл. 5.2. Очевидно, компоненти вектора D_1 характеризують розподіл чисельності машин за віковими групами в період часу рівний 1, тобто на наступний рік від початку відліку.

Очікувані чисельності для другого періоду

$$D_2 = D_1 P = \begin{array}{c|cccccc|c} 54 & 0,03 & 0,97 & 0 & 0 & 0 & 0 & 28,3 \\ 14,6 & 0,05 & 0 & 0,95 & 0 & 0 & 0 & 52,4 \\ 17,1 & 0,33 & 0 & 0 & 0,67 & 0 & 0 & 13,9 \\ 13,4 & 0,37 & 0 & 0 & 0 & 0,63 & 0 & 11,4 \\ 13,9 & 0,53 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,47 & 8,4 \\ 8,0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6,5 \end{array}.$$

Аналогічним чином проводимо розрахунки для наступних періодів, в результаті чого одержуємо

$$D_3 = D_2 P = \begin{array}{c|c} 23 \\ 27,4 \\ 49,8 \\ 9,3 \\ 7,2 \\ 4 \end{array}; \quad D_4 = D_3 P = \begin{array}{c|c} 29,5 \\ 22,5 \\ 26,0 \\ 33,4 \\ 5,9 \\ 3,4 \end{array}; \quad D_5 = D_4 P = \begin{array}{c|c} 29 \\ 29 \\ 21,4 \\ 17,4 \\ 21,0 \\ 12,8 \end{array}$$

Отримані очікувані кількості зведені в табл. 5.2.

Слід зазначити, що результати, одержані при розрахунку очікуваних кількості і проміжних значень за двома різними методами, можуть мати незначні розбіжності, що пов'язано з точністю розрахунку й округлення. Крім того, обчислені значення u_n , а також доданки не завжди є цілочисельними, тому їх варто округляти, оскільки кількість автобусів не може бути дробовим числом.

Завдання для індивідуальної роботи

Нехай меліоративний комплекс представлений парком машин, який складається з однотипних одиниць, які мають наступний розподіл за віковими групами: $v_0 = 15 + 2n$; $v_1 = 18 + 4m$;

$v_2 = 20 + 2m$; $v_3 = 22 + n$; $v_4 = 17 + 6m$; $v_5 = 29 + 4n$ (тобто, $15 + 2n$ машин експлуатуються до одного року, $18 + 4m$ – від 1 року до 2 років і т. д.).

Побудувати просту модель оновлення парку машин: визначити очікувану кількість поповнень машин на кожен рік протягом п'яти років, для того щоб їх кількість, яка працює у парку, була незмінною.

Імовірності вибуття машин a_k , тобто імовірність списання машин по терміну служби, визначити з умови, що на основі статистичних даних сформована вибірка з $N = 67 + 5m$ машин, які були списані раніше, після того як відпрацювали різну кількість років. Дані, згруповані за віком, представлені в табл. 5.3 (графи 2, 3).

Таблиця 5.3

Статистичні дані про списання однотипних машин меліоративного комплексу

№ п/п	Термін служби машин, років	Кількість списаних машин, (% від обсягу вибірки N)
1	2	3
1	4	5
2	5	7
3	6	18
4	7	22
5	8	28
6	9	20

Визначити очікувані кількості поповнення парку машин для моделі простого оновлення з використанням математичного апарату теорії ланцюгів Маркова.

Вихідні дані для розрахунку за варіантом приймати: m – передостання та n – остання цифра залікової книжки.

Практична робота 6.

ПОБУДОВА ТА РОЗРАХУНОК СІТЬОВИХ ГРАФІКІВ ВИКОНАННЯ РОБІТ

Мета – отримати теоретичні знання та практичні навички побудови та розрахунку сітьових графіків виконання робіт.

Короткі теоретичні відомості.

При застосуванні методів сітьового планування і управління (СПУ) можна побудувати модель, яка відбиває порядок виконання робіт і дає можливість вчасно отримувати інформацію про стан робіт, витрату ресурсів, про майбутні затримки і можливості прискорення ходу робіт, виділяються вирішальні (критичні) роботи, що дозволяє керівництву погоджувати дії співвиконавців.

Сітьові моделі відносно прості, зручні для аналізу і при використанні відповідного програмного забезпечення для ЕОМ дозволяють швидко знаходити найкращі варіанти управлінських дій.

Система СПУ призначена для підвищення ефективності планування і управління комплексами робіт, що забезпечується можливістю побудови поліпшеного або оптимального плану їх реалізації і можливістю управління процесами виконання цього плану.

За характером функціонування системи СПУ можуть бути одиничної дії, призначені для одноразового використання, і постійної дії.

Ціль СПУ - забезпечення визначених оптимальних показників. Такими показниками в залежності від конкретних умов, заданих вимог можуть бути: мінімальний час виконання всього комплексу робіт, мінімальна вартість розробки, максимальна економія ресурсів та ін.

Основним плановим документом у СПУ є сітьовий графік (сітьова модель), що представляє собою інформаційно-діагностичну модель, у якій зображуються взаємозв'язки і результати всіх робіт, що необхідні для досягнення кінцевої мети розробки.

У термінах теорії графів, сітьовий графік - це орієнтований *граф* без контурів, ребра якого мають одну чи кілька числових характеристик. Ребрами зображуються на *графі* роботи, а вершинами *графу* - події.

В залежності від масштабу комплексу робіт розрізняють такі системи:

- великі розробки (кількість подій в сіті 10000...12000);
- середні розробки (кількість подій в сіті 1500...10000);
- малі розробки (кількість подій в сіті до 1500).

У випадку невеликих розробок від кількох десятків подій до 100 використовуються ручні методи розрахунку і аналізу сітьових моделей.

Елементи сітьової моделі та їх характеристика

Сітьова модель представляє собою план виконання деякого комплексу взаємопов'язаних робіт (операцій), який заданий в специфічній формі сіті, графічне зображення якої називається сітьовим графіком.

Основу сітьового графіка складають три елементи: робота, подія, шлях.

Робота – це самостійна виробнича операція (або виробничий процес) в сітьовому графіку, яку можна розглядати ізольовано від інших. Розрізняють наступні види робіт:

- дійсна – виробничий процес, який вимагає затрат часу і ресурсів (транспортування машини, мийка машини, проведення експерименту та ін.);

- очікування – технологічна операція яка вимагає часу без витрати ресурсів (охолодження відливок, старіння, сушіння);

- фіктивна (залежність) – вказує тільки на логічний зв'язок між роботами і не вимагає ні часу, ні ресурсів.

Дійсну роботу і очікування відмічають на сітьовому графіку суцільними лініями із стрілками, а фіктивну – штриховими.

Подія – це фіксований факт, який визначає закінчення або можливість початку однієї або кількох робіт, момент, що фіксує певний стан виробничого процесу (не має тривалості). У кожній роботі є початкова і кінцева подія. Роботу неможливо почати, поки не настане її початкова подія. Подія не може здійснитись до тих пір, поки не будуть виконані всі роботи, для яких вона є кінцевою.

Будь-яка робота з'єднує дві події: початкову i і кінцеву j , яка кодується номерами її початкової і кінцевої події ($i-j$) (рис. 6.1).

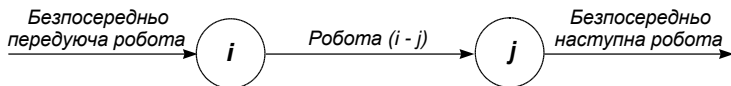


Рис.6.1. Позначення роботи на сітьовому графіку

По відношенню до передуючих і наступних робіт події бувають:

- проміжними – виражають отримання кінцевих результатів всіх передуючих і готовність до початку всіх безпосередньо наступних робіт. Вони є одночасно початковими і кінцевими подіями для різних робіт;

- вихідними – виражають готовність до початку робіт. Вони не мають вхідних робіт. В сіті може бути тільки одна початкова подія;

- завершальними – виражають факт закінчення всіх робіт і не мають вихідних робіт. Таких подій в сіті може бути одна (одноцільова сіть) або кілька (багатоцільова сіть).

Шлях – будь яка послідовність робіт, яка з’єднує деякі дві події. Тривалість шляху дорівнює сумарній тривалості робіт із яких він складається. Розрізняють шляхи:

- повний – послідовність робіт, яка з’єднує вихідну і завершальну події;

- передуючий події i – послідовність робіт, яка з’єднує вихідну подію i і проміжну подію i ;

- наступний за подією i – послідовність робіт, яка з’єднує подію i із завершальною;

- між подіями i та j ;

- критичний – повний шлях, який має найбільшу тривалість.

В сітьовому графіку завжди кілька повних шляхів. Максимальний із них – критичний.

Порядок і правила побудови сітьових графіків

Сітьові графіки складаються на початковому етапі планування. Спочатку планований процес розбивається на окремі роботи, складається перелік робіт і подій, продумуються їхні логічні зв'язки і послідовність виконання, роботи закріплюються за відповідальними виконавцями. З їх допомогою (експертами) оцінюється тривалість кожної роботи. Потім складається (зшивається) сітьовий графік. Після упорядкування сітьового графіка

розраховуються параметри подій і робіт, визначаються резерви часу і критичний шлях. Нарешті, проводяться аналіз і оптимізація сітьового графіка, який при необхідності викреслюється заново з перерахуванням параметрів подій і робіт.

При побудові сітьового графіка необхідно дотримувати ряд правил:

1. У сітьовій моделі не повинне бути "тупикових" подій, тобто подій, з яких не виходить жодна робота, за винятком завершальної події;

2. У сітьовому графіку не повинне бути "хвостових" подій (крім вихідної), яким не передуює хоча б одна робота;

3. У сіті не повинно бути замкнутих контурів і петель, тобто шляхів, що з'єднують деякі події з ними ж самими. При виникненні контуру (а в складних мережах, тобто в мережах з високим показником складності, це зустрічається досить часто і виявляється лише за допомогою ЕОМ) необхідно повернутися до вихідних даних і шляхом перегляду складу робіт домогтися його усунення.

4. Будь-які дві події повинні бути безпосередньо пов'язані не більш ніж однією роботою-стрілкою. Якщо це не так, то рекомендується вводити фіктивні події і фіктивні роботи.

5. У сіті рекомендується мати одну вихідну і одну завершальну подію. Якщо в складеній мережі це не так, то домогтися бажаного можна шляхом уведення фіктивних подій і робіт.

Фіктивні роботи можуть вводитись для відображення реальних відстрочок і очікування. В цьому випадку фіктивні роботи мають певну тривалість.

Упорядкування сітьового графіка

Припустимо, що при складанні деякого проекту виділено 12 подій: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 і 24 роботи, що їх з'єднують: (0, 1), (0, 2), (0, 3), (1, 5), (1, 4), (1, 2), (2, 3), (2, 5), (2, 7), (3, 7), (3, 6), (3, 10), (4, 8), (5, 8), (5, 7), (6, 10), (7, 6), (7, 8), (7, 9), (7, 10), (8, 9), (9, 11), (10, 9), (10, 11). Необхідно скласти й упорядкувати сітьовий графік.

Як впливає з переліку робіт, вихідною подією сітьового графіка є подія 0 (їй не передують ніякі роботи), а завершальною — подія 11 (за нею не слідує жодна робота). Будемо вважати що на

сітьових графіках зміна часу відбувається зліва-направо, помістимо подію 0 у ліву частину графіка, а подія 11 — у праву частину, розмістивши між ними проміжні події в деякому порядку, що відповідає їхнім номерам (рис.6.2). Події зв'яжемо роботами-стрілками відповідно до переліку робіт.

Побудований сітьовий графік задовольняє сформульованим правилам, Однак цей графік не цілком упорядкований.

Упорядкування сітьового графіка полягає в такому розташуванні подій і робіт, при якому для будь-якої роботи передуюча їй подія розташована лівіше і має менший номер у порівнянні з завершальною подією цієї роботи. В упорядкованому сітьовому графіку всі роботи-стрілки спрямовані зліва-направо: від подій з меншими номерами до подій з більшими номерами.

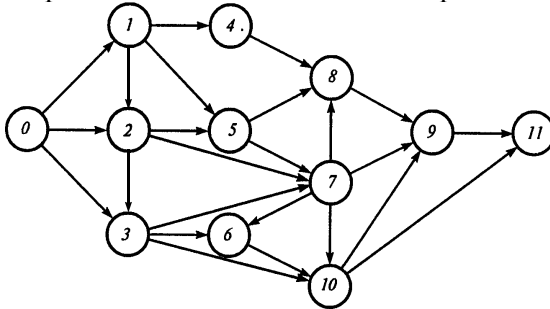


Рис. 6.2. Сітьовий графік проекту

Розіб'ємо умовно сітьовий графік на кілька вертикальних шарів (обводимо їхніми пунктирними лініями і позначаємо римськими цифрами).

Помістивши в I шарі початкову подію 0 (рис.6.3), уявно викреслимо із графіка (рис.6.2) цю подію і усі вихідні з неї роботи-стрілки. Тоді без вхідних стрілок залишиться подія 1, що утворить II шар. Викресливши уявно подію 1 і усі вихідні з неї роботи, побачимо, що без вхідних стрілок залишаються події 4 і 2, що утворять III шар. Продовжуючи зазначену процедуру викреслювання, одержимо IV шар з подіями 5 і 3, V шар — з подією 7, VI з подіями 8 і 6, VII шар — з подією 10, VIII з подією 9 і, нарешті, IX шар — з подією 11.

Тепер бачимо, що первинна нумерація подій не зовсім правильна: так, подія 6 лежить у VI шарі і має номер, менший, ніж подія 7 з попереднього шару. Те ж можна сказати про події 9 і 10.

Змінимо нумерацію подій відповідно до їхнього розташування на графіку (рис.1.3) і одержимо упорядкований сітвовий графік (рис.6.4), у якому над стрілками зазначена тривалість відповідних робіт.

Примітка: порядок нумерації подій, які розміщені в одному вертикальному шарі, принципового значення не має, тобто нумерація одного і того ж сітвового графіка може бути неоднозначною.

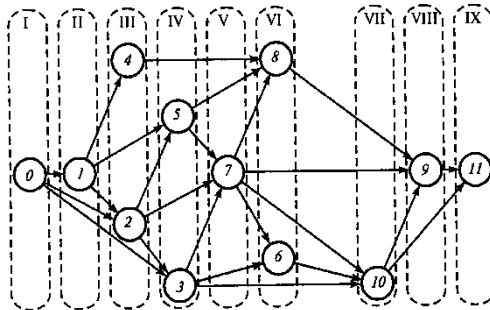


Рис. 6.3. Розбивання сітвового графіка на вертикальні шари

Класичний вигляд сітвового графіка — це сіть, накреслена без масштабу часу. Тому сітвовий графік, хоча і дає чітку уяву про порядок проходження робіт, але недостатньо наочний для визначення тих робіт, що повинні виконуватися в кожен даний момент часу. У зв'язку з цим невеликий проект після упорядкування сітвового графіка рекомендується доповнити лінійною діаграмою проекту.

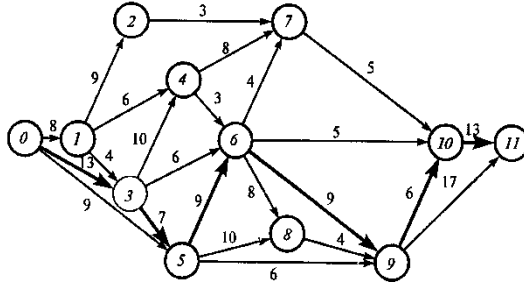


Рис.6.4. Упорядкований сітьовий графік із зазначеними тривалостями робіт

При побудові лінійної діаграми кожна робота зображується відрізком, який паралельний осі часу і довжина якого дорівнює тривалості цієї роботи.

При наявності фіктивної роботи нульової тривалості вона зображується точкою. Події i та j , початок та кінець роботи (i, j) розміщують відповідно на початку та в кінці відрізка. Відрізки розміщують один над одним, знизу вверх в порядку зростання індексу i , а при одному i тому ж i – в порядку зростання індексу j . Роботи які лежать на критичному шляху виділяються жирними лініями.

Параметри сітьових моделей та їх розрахунок

Основні параметри сітьових моделей – це критичний шлях, резерви часу подій, робіт і шляхів. Крім цих показників існує цілий ряд допоміжних, які є вихідними для отримання додаткових характеристик при аналізі і оптимізації сітьового комплексу робіт.

В табл. 6.1 приведені основні часові параметри сітьових моделей.

Розрахунок параметрів сітьових моделей

Подія не може здійснитися до тих пір, поки не здійсняться всі попередні роботи. Тому ранній термін $t_p(i)$ здійснення i -ї події визначається тривалістю максимального шляху, якій передують цій події

$$t_p(i) = \max_{L_{ni}} t(L_{ni}), \quad (6.1)$$

де L_{ni} - будь-який шлях, який передує i -тій події, тобто шлях від вихідної до i -тої події в сіті.

Якщо подія j має декілька передуючих шляхів, а відповідно і декілька передуючих подій, то ранній термін здійснення події зручно знаходити за формулою:

$$t_p(j) = \max_{i,j} (t_p(i) + t(i,j)) \quad (6.2)$$

Таблиця 6.1
Основні часові параметри сіткових моделей

Елемент сіті, який характеризується параметром	Найменування параметра	Умовне позначення параметра
Подія i	Ранній термін здійснення події	$t_p(i)$
	Пізній термін здійснення події	$t_n(i)$
	Резерв часу здійснення події	$R(i)$
Робота(i, j)	Тривалість роботи	$t(i,j)$
	Ранній термін початку роботи	$t_{pn}(i,j)$
	Ранній термін закінчення роботи	$t_{pz}(i,j)$
	Пізній термін початку роботи	$t_{nn}(i,j)$
	Пізній термін закінчення роботи	$t_{nz}(i,j)$
	Повний резерв часу роботи	$R_n(i,j)$
	Частковий резерв часу роботи першого виду	$R_1(i,j)$
	Частковий резерв часу роботи другого виду (вільний резерв)	$R_6(i,j)$
	Незалежний резерв часу роботи	$R_n(i,j)$
Шлях L	Тривалість шляху	$t(L)$
	Тривалість критичного шляху	$t_{кр}$
	Резерв часу шляху	$R(L)$

Затримка здійснення події i по відношенню до свого раннього терміну не відобразиться на терміні здійснення завершальної події до тих пір, поки сума терміну здійснення цієї події і тривалості максимального із послідуєчих за ним шляхів не перевищить тривалості критичного шляху. Тому пізній (граничний) термін $t_n(i)$ здійснення i -тої дорівнює

$$t_n(i) = t_{kp} t_n(i) = t_{kp} - \max_{L_{ci}} (L_{ci}), \quad (6.3)$$

де L_{ci} - будь-який шлях, який слідує за i -тою подією, тобто шлях від i -тої до завершальної події в сіті.

Якщо подія i має декілька послідуєчих за нею шляхів, а відповідно і декілька послідуєчих подій j , то пізній термін здійснення події i зручно знаходити за формулою

$$t_n(i) = \min_{i,j} (t_n(j) - t(i,j)) \quad (6.4)$$

Резерв часу $R(i)$ i -тої події визначається як різниця між пізнім і раннім термінами її здійснення

$$R(i) = t_n(i) - t_{pn}(i). \quad (6.5)$$

Резерв часу події показує, на який допустимий період часу можна затримати настання цієї події, не викликаючи при цьому збільшення строків виконання комплексу робіт. Отже, події які лежать на критичному шляху резервів часу не мають, а ранній термін здійснення завершальної події визначає довжину критичного шляху.

Окрема робота може початися (і закінчитись) в ранні, пізні або інші проміжні терміни. В подальшому при оптимізації графіка можливо будь-яке розміщення роботи в заданому інтервалі.

Ранній термін $t_{pn}(i,j)$ початку роботи (i,j) співпадає з раннім терміном настання початкової (передуючої) події i , тобто

$$t_{pn}(i, j) = t_p(i). \quad (6.6)$$

Тоді ранній термін $t_{pz}(i,j)$ закінчення роботи (i,j) визначається за формулою

$$t_{pz}(ij) = t_p(i) + t(i, j). \quad (6.7)$$

Ні одна робота не може закінчитись пізніше за допустимий пізній термін своєї кінцевої події j . Тому пізній термін $t_{n3}(i,j)$ роботи (i,j) визначається співвідношенням

$$t_{n3}(i, j) = t_n(j), \quad (6.8)$$

а пізній термін $t_{nn}(i,j)$ початку цієї роботи – співвідношенням

$$t_{nn}(i, j) = t_n - t(i, i). \quad (6.9)$$

Резерв часу шляху мають всі некритичні шляхи. Він визначається як різниця між довжиною критичного і довжиною шляху, що розглядається

$$R(L) = t_{kp} - t(L). \quad (6.10)$$

Резерв часу шляху показує, на скільки в сумі може бути збільшена тривалість всіх робіт, які належать цьому шляху. Якщо затягнути виконання робіт, що лежать на цьому шляху, на час більший ніж $R(L)$, то критичний шлях переміститься на шлях L .

Отже, будь-яка із робіт шляху L на його ділянці, яка не співпадає з критичним шляхом, має резерв часу.

Повний резерв часу $R_n(i,j)$ роботи (i,j) показує, на скільки можна збільшити час виконання даної роботи при умові, що термін виконання комплексу робіт не зміниться. Повний резерв $R_n(i,j)$ визначається за формулою

$$R_n(i, j) = t_n - t_p - t(i, j). \quad (6.11)$$

Повний резерв часу роботи дорівнює резерву максимального із шляхів, які проходять через дану роботу. Цей резерв можна мати при виконанні даної роботи, якщо початкова подія здійснюється в самий ранній термін і допускається здійснення кінцевої події в її самий пізній термін (рис. 6.1 а).

Важливою властивістю повного резерву роботи є те, що він належить не тільки цій роботі, але і всім повним шляхам, які проходять через неї. При використанні повного резерву часу тільки для однієї роботи, резерви часу інших робіт, які лежать на максимальному шляху, що проходить через неї, будуть повністю вичерпані. Резерви часу робіт, які лежать на інших (не максимальних за тривалістю) шляхах, що проходять через цю роботу, скоротяться на величину використаного резерву.

Всі інші резерви роботи є частинами її повного резерву.

Частковий резерв часу першого виду R_l роботи (i, j) є частиною повного резерву часу, на яку можна збільшити тривалість роботи, не змінюючи при цьому пізнього терміну її початкової події. Цей резерв можна мати при виконанні даної роботи, передбачаючи, що її початкова і кінцева події здійсняться в свої самі пізні терміни (рис. 6.1 б)

$$R_l(i, j) = t_i(j) - t_i(i) - t(i, j), \quad (6.12)$$

$$R_l(i, j) = R_i(i, j) - R(i). \quad (6.13)$$

Частковий резерв другого виду (вільний резерв) часу $R_a(i, j)$ роботи (i, j) є частиною повного резерву часу, на яку можна збільшити тривалість роботи, не збільшуючи при цьому раннього терміну її кінцевої події. Цей резерв можна мати при виконанні даної роботи за умови, що її початкові і кінцеві події здійснюються в свої самі ранні терміни (рис. 2.1 в)

$$R_a(i, j) = t_d(i, i) - t_p(i) - t(i, j), \quad (6.14)$$

$$R_a(i, j) = R_i(i, j) - R(j). \quad (6.15)$$

Вільним резервом часу можна користуватись для запобігання випадковостей, які можуть виникнути в ході виконання робіт. Якщо планувати виконання робіт по ранніх термінах їх початку і закінчення, то завжди буде можливість при необхідності перейти на пізні терміни початку і закінчення.

Незалежний резерв часу R_n роботи (i, j) – частина повного резерву часу, яка отримується для випадку, коли всі передуючі роботи закінчуються в пізні терміни, а всі послідовуючі роботи починаються в ранні терміни (рис. 6.1 в)

$$R_n(i, j) = t_p(j) - t_i(i) - t(i, j), \quad (6.16)$$

$$R_n(i, j) = R_i(i, j) - R(i). \quad (6.17)$$

Використання незалежного резерву часу не впливає на величину резервів часу інших робіт. Незалежні резерви намагаються використати тоді, коли закінчення попередньої роботи здійснилося в пізній допустимий термін, а послідовуючі роботи хочуть виконати в ранні терміни. Якщо величина незалежного резерву

дорівнює нулю або позитивна, то така можливість ϵ ; від'ємне значення $R_{ii}(i,j)$ не має реального змісту.

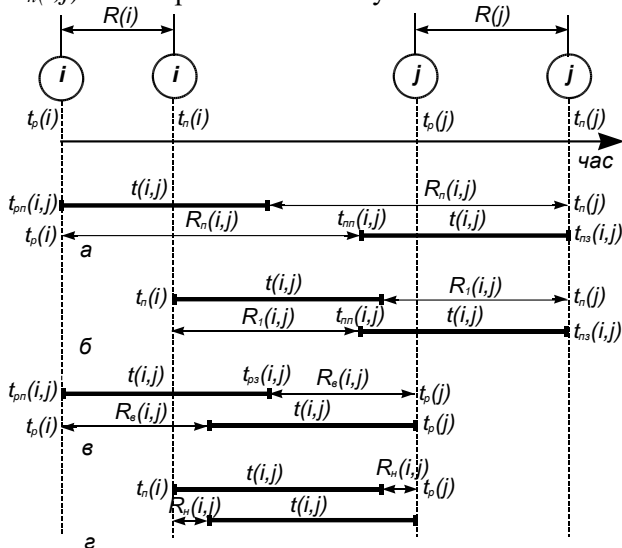


Рис. 6.1. Схема для розрахунків резервів часу подій та робіт

При побудові сіткових графіків прийнято зображувати події і роботи як показано на рис. 6.2.

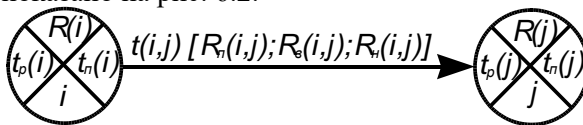


Рис.6.2. Елементи сіткового графіка

Аналіз та оптимізація сіткових моделей

Оптимізація сіткової моделі являє собою процес пошуку шляхів перерозподілу і виділення додаткових ресурсів з метою скорочення тривалості критичного шляху. Ця задача виникає завжди, коли директивний термін здійснення комплексу робіт менший за найбільш пізній термін настання завершальної події .

При оптимізації аналізуються структура графіка, трудомісткість і тривалість виконання кожної роботи, імовірність завершення розробок у заданий термін і завантаження виконавців.

Аналіз сіткового графіка передбачає також вирівнювання коефіцієнтів напруженості робіт K

$$K_n(i, j) = \frac{t(L_{max}) - t'_{кр}}{t_{кр} - t'_{кр}}, \quad (6.1)$$

де $t(L_{max})$ - тривалість максимального шляху, який проходить через роботу (i, j) ; $t_{кр}$ - тривалість (довжина) критичного шляху; $t'_{кр}$ - тривалість відрізка шляху, що розглядається, що співпадає з критичним шляхом.

Чим ближчий до одиниці коефіцієнт напруженості, тим складніше виконати дану роботу в установлені терміни, а чим ближчий $K_i(i, j)$ до нуля, тим більший відносний резерв має максимальний шлях, який проходить через цю роботу.

Оптимізація сіткової моделі (скорочення тривалості критичного шляху) може бути здійснена різними способами: а) заміна (там, де це можливо) послідовного виконання робіт паралельними; б) перерозподіл ресурсів робочої сили, устаткування, виробничих площ і фінансових засобів між роботами сіткового графіка; в) технологічна зміна умов провадження робіт; г) інтенсифікацією робіт у критичній зоні - скороченням тривалості окремих робіт шляхом розробки і впровадження організаційно - технічних заходів.

Оптимізація за часом при обмежених трудових ресурсах здійснюється перерозподілом ресурсів між шляхами критичної зони і найкоротших шляхів сіткового графіка. При цьому ресурси повинні бути однорідними. Тоді внаслідок переведення частини виконавців з найкоротшого шляху на критичний шлях можна тривалість найкоротшого шляху збільшити, а критичного - зменшити.

Розподіл ресурсів (виконавців) по термінах робіт визначають шляхом побудови "карти проекту" або графіка потреби у виконавцях.

Дисперсія зайнятості трудових ресурсів обчислюється за формулою

$$D_3 = \frac{1}{t_{kp}} \sum_{i=1}^n t_i \cdot N_i, \quad (6.2)$$

де t_{kp} – тривалість критичного шляху; n – кількість відрізків часу, що розглядаються; t_i – тривалість i -го відрізка часу; N_i – кількість одиниць трудового ресурсу, які одночасно задіяні на i -му відрізку часу.

Варіанти завдань для виконання практичних робіт

Завдання. Згідно з переліком робіт приведених у табл. 6.2 побудувати сітьовий графік комплексу робіт та лінійну діаграму, визначити основні часові параметри для робіт і подій (табл. 6.1), провести аналіз та оптимізацію сітьового графіка при умові що на кожній роботі задіяна одна одиниця трудового ресурсу і трудові ресурси взаємозамінні. Визначити дисперсію зайнятості трудових ресурсів до і після оптимізації. Зробити висновки.

Таблиця 6.1

Результати розрахунку основних параметрів робіт і подій

К-сть передуючих робіт	Код роботи $i-j$	Тривалість роб. $t(i,j)$	Терміни початку і закінчення роботи				Резерви часу роботи				Резерв часу події j
			$t_{pn}(i,j)$	$t_{pz}(i,j)$	$t_{mn}(i,j)$	$t_{nz}(i,j)$	$R_n(i,j)$	$R_l(i,j)$	$R_e(i,j)$	$R_n(i,j)$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Таблиця 6.2

Варіанти завдань для практичної роботи

№ вар.	Роботи	Час виконання	Роботи	Час виконання	Роботи	Час виконання
1	2	3	4	5	6	7
1	1 – 2	10	2 – 4	4	3 – 5	10
	1 – 3	8	2 – 5	5	4 – 6	20
	1 – 4	7	2 – 6	6	5 – 7	3
	2 – 3	3	2 – 7	3	6 – 7	6

2	1-2	3	3-5	4	5-6	4
	1-3	7	3-6	9	5-7	6
	2-4	6	4-6	8	6-7	5
	3-4	5	4-8	11	7-8	2
3	1-2	2	3-5	4	5-7	4
	1-3	6	4-5	8	5-6	6
	2-3	7	4-6	9	6-8	2
	3-4	3	4-8	10	7-8	5
4	1-2	5	2-5	9	5-6	1
	1-3	4	3-4	6	6-7	5
	2-3	2	4-5	3	6-8	8
	2-4	7	4-7	8	7-8	4
5	1-2	4	3-4	6	5-7	6
	1-3	3	4-5	3	6-7	4
	2-4	9	4-6	8	6-8	7
	2-5	7	4-8	14	7-8	5
6	1-2	6	2-7	7	5-6	9
	1-3	7	3-4	4	5-8	15
	1-5	8	3-5	5	6-8	6
	2-4	10	4-7	3	7-8	11
7	1-2	6	2-4	3	3-5	7
	1-3	6	2-5	3	4-6	12
	1-4	5	2-6	4	5-7	2
	2-3	3	2-7	2	6-7	1
8	1-2	4	3-4	5	5-6	8
	1-5	18	3-8	37	6-7	6
	2-3	7	4-5	9	6-8	14
	2-4	11	4-6	3	7-8	10
9	1-2	7	3-6	9	5-8	25
	1-4	10	4-5	6	6-7	4
	2-3	5	4-7	8	6-8	20
	2-6	13	5-6	6	7-8	17
10	1-2	2	3-6	10	5-7	6
	1-3	5	4-6	3	5-8	15
	2-4	7	4-8	19	6-7	11
	3-5	8	5-6	4	7-8	12
11	1-2	5	3-4	3	5-7	9
	1-6	10	3-5	6	6-7	18
	1-3	3	4-6	3	6-8	2
	2-4	8	4-7	14	7-8	4

12	1-2	5	3-5	9	5-7	9
	1-3	7	4-5	3	5-8	8
	2-4	8	4-6	6	6-8	11
	2-5	12	5-6	2	7-8	3
13	1-2	8	2-5	9	4-8	7
	1-3	7	3-5	3	5-7	8
	2-3	3	4-5	2	6-8	9
	2-4	5	4-6	3	7-8	2
14	1-2	3	2-4	6	5-6	5
	1-3	9	3-5	7	6-7	7
	1-4	8	4-5	5	6-8	3
	1-6	18	4-6	4	7-8	5
15	1-2	2	4-5	5	5-6	9
	2-3	7	4-6	3	5-7	4
	2-4	8	4-7	18	6-8	7
	3-5	6	4-8	12	7-8	3
16	1-2	5	2-3	10	5-7	7
	1-3	7	2-4	6	5-8	13
	1-5	22	3-4	6	6-8	1
	1-6	18	4-5	12	7-8	2
17	1-2	7	3-5	3	5-7	8
	1-3	3	3-6	12	5-8	18
	2-4	1	4-6	14	6-8	4
	3-4	8	5-6	9	7-8	9
18	1-2	4	3-5	5	5-6	4
	1-3	4	3-7	21	5-7	9
	2-3	8	4-6	2	6-8	14
	2-4	7	4-7	12	7-8	12
19	1-2	9	2-5	12	4-5	17
	1-4	8	2-7	24	5-6	22
	2-3	23	3-4	13	6-7	11
	2-4	7	3-5	21	7-8	16
20	1-2	8	3-5	22	5-6	4
	1-3	9	3-6	16	5-7	7
	2-4	13	4-5	24	6-7	9
	3-4	18	4-6	18	7-8	6
21	1-2	5	2-7	18	4-6	3
	2-3	7	3-4	6	5-6	9
	2-4	4	3-5	11	6-8	8
	2-6	12	4-5	4	7-8	7

22	1-2	5	2-4	16	4-5	6
	1-3	13	2-5	9	5-6	2
	1-8	22	2-6	10	6-8	3
	2-3	18	3-7	9	7-8	7
23	1-2	8	3-4	4	5-6	8
	1-7	18	3-7	12	5-8	18
	2-3	7	4-5	22	6-8	3
	2-4	6	4-6	14	7-8	3
23	1-2	8	3-4	4	5-6	8
	1-7	18	3-7	12	5-8	18
	2-3	7	4-5	22	6-8	3
	2-4	6	4-6	14	7-8	3
24	1-2	9	1-6	4	5-6	1
	1-3	4	2-3	5	6-7	3
	1-4	7	3-7	9	6-8	4
	1-5	14	4-6	6	7-8	2
25	1-2	12	3-4	13	5-6	24
	1-3	24	3-5	16	5-7	16
	2-3	22	4-5	18	6-8	22
	2-4	18	4-6	22	7-8	13
26	1-2	5	1-8	21	4-6	12
	1-3	3	2-3	6	5-6	6
	1-4	8	3-4	3	6-7	7
	1-6	10	4-5	7	7-8	6
27	1-2	2	3-7	10	5-7	4
	1-3	4	4-5	1	6-7	6
	2-4	6	4-6	3	6-8	5
	3-4	8	4-7	11	7-8	3
28	1-2	18	3-4	8	5-7	2
	1-3	14	3-5	7	6-7	6
	2-3	12	3-6	19	6-8	3
	2-4	10	4-5	9	7-8	5
29	1-2	8	3-4	5	5-8	18
	1-4	12	4-5	4	6-7	8
	2-3	6	5-6	12	6-8	24
	2-4	7	5-7	13	7-8	8
30	1-2	12	2-6	20	5-6	6
	2-3	4	2-7	18	5-7	7
	2-4	10	3-5	5	6-7	5
	2-5	9	4-6	8	7-8	2

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7

Тема: Розрахунок кількості техніки для обробки земельної ділянки

Метою практичної роботи є навчитися розраховувати кількість сільськогосподарської техніки, необхідної для виконання технологічних операцій на заданій земельній ділянці. Це дозволить студентам отримати навички оптимізації використання техніки, враховуючи її продуктивність, тип обробки та характеристики ділянки, для досягнення максимальної ефективності виробництва.

Теоретичні відомості

Правильний підбір та кількість техніки для обробки земельної ділянки є ключовими аспектами планування сільськогосподарського виробництва. Оптимальний розрахунок дозволяє знизити витрати на технічне обслуговування, підвищити продуктивність та забезпечити ефективне використання ресурсів.

Основні фактори, що впливають на вибір техніки:

1. Тип обробки ґрунту — техніка вибирається залежно від того, які операції будуть виконуватися: оранка, культивування, сіяння, обприскування, збирання врожаю тощо. Кожен тип робіт вимагає різної техніки.

2. Площа ділянки — обсяг робіт залежить від площі земельної ділянки. Чим більша площа, тим більше одиниць техніки необхідно залучити для своєчасного виконання робіт.

3. Продуктивність техніки — важливий показник, який визначає кількість обробленої площі за одиницю часу. Він залежить від типу машини, її робочої ширини, швидкості руху та ефективності використання.

4. Агротехнічні строки — кожна технологічна операція має бути виконана в визначені агротехнічні терміни. Несвочасне виконання робіт може призвести до зниження врожайності та погіршення якості продукції.

5. Погодні умови — погодні чинники можуть обмежити час, доступний для обробки земельної ділянки, тому важливо мати достатню кількість техніки для швидкого виконання робіт в сприятливі періоди.

Умова задачі:

Агропідприємству необхідно обробити 500 га землі протягом 20 днів. Для цього використовують трактори, які можуть обробляти 10 га на день. Підприємство володіє лише 15 тракторами.

Розв'язок:

1. Кількість гектарів, оброблених одним трактором за 20 днів:

Гектари на трактор= $10 \text{ га/день} \times 20 \text{ днів} = 200 \text{ га}$

2. Кількість гектарів, оброблених всіма тракторами:

Оброблені гектари= $15 \text{ тракторів} \times 200 \text{ га} = 3000 \text{ га}$

Оскільки площа поля складає 500 га, 15 тракторів більш ніж достатньо для виконання завдання за 20 днів.

Контрольні запитання

1. Що таке система сівозміни та як вона впливає на продуктивність господарства?

2. Які технології використовуються для підвищення продуктивності агропромислових підприємств?

3. Як вибір техніки та обладнання впливає на ефективність виробництва?

4. Які фактори впливають на вибір організаційної структури агропромислового підприємства?

5. Як оцінюється економічна ефективність агропромислових підприємств?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8

Тема: Розробки бізнес-плану з організація виробничої діяльності агропромислових підприємств

Мета: розробити детальний бізнес-план агропромислового підприємства, що охоплює всі основні аспекти організації виробництва, фінансових та маркетингових стратегій, з урахуванням поточної ринкової ситуації та ресурсного потенціалу.

Основні етапи роботи над бізнес-планом:

1. Опис підприємства:
 - Назва підприємства, його правова форма.
 - Місце розташування та розміри земельних ділянок, які обробляються.
 - Основний напрям діяльності (рослинництво, тваринництво, змішане виробництво).
2. Аналіз ринку:
 - Провести аналіз поточного стану ринку агропромислової продукції в регіоні.
 - Визначити конкурентів та оцінити їх діяльність.
 - Оцінка попиту на продукцію підприємства.
 - Опис можливостей виходу на нові ринки.
3. Продукція та технологія виробництва:
 - Перелік основних видів продукції (зернові, олійні культури, молочна продукція тощо).
 - Опис технології виробництва (технологічні процеси, типи обладнання, план виробничих процесів тощо).
 - Оцінка впровадження новітніх технологій та їх вплив на продуктивність.
4. Організаційний план:
 - Структура управління підприємством.
 - Розподіл обов'язків між керівниками та працівниками.
 - План використання трудових ресурсів (кількість працівників, графіки роботи, кваліфікація персоналу).
5. Виробничий план:
 - Визначення обсягів виробництва (у фізичних та грошових одиницях).
 - Складання графіка основних виробничих операцій.

- Оцінка витрат на виробництво: основні матеріали, техніка, витрати на добрива та пестициди, пальне, енергоресурси.

6. Маркетинговий план:

- Визначення цільової аудиторії та основних покупців продукції.

- Стратегії просування продукції на ринку (реклама, участь в виставках, співпраця з переробниками тощо).

- Цінова політика та формування ціни на продукцію.

7. Фінансовий план:

- Розрахунок початкових інвестицій для запуску підприємства (придбання техніки, облаштування складів, сівозміни).

- Розрахунок поточних витрат на виробництво (зарплата працівників, витрати на сировину, транспорт).

- Очікувані доходи від реалізації продукції.

- Аналіз рентабельності підприємства (розрахунок прибутку та окупності інвестицій).

- Оцінка фінансових ризиків та резервів для їх покриття.

8. Оцінка ризиків та страхування:

- Визначення основних ризиків для агропромислового підприємства (зміна цін на сировину, погодні умови, хвороби тварин та рослин).

- Механізми управління ризиками (страхування, агротехнічні заходи, диверсифікація).

Завдання:

1. Розробити бізнес-план агропромислового підприємства, яке спеціалізується на виробництві обраної культури або продукції тваринництва.

2. Описати ринок збуту, можливих споживачів та конкурентів.

3. Визначити технології та засоби виробництва, необхідні для забезпечення стабільного та ефективного функціонування підприємства.

4. Провести фінансовий аналіз рентабельності підприємства, враховуючи можливі витрати та доходи.

5. Оцінити можливі ризики та шляхи їх подолання, враховуючи зовнішні та внутрішні чинники.

Вимоги до оформлення:

- Документ має бути структурованим, з описом кожного етапу.
- Використовувати актуальні статистичні дані та літературні джерела.

Рекомендації до виконання самостійної роботи

Розподіл годин самостійної роботи для здобувачів освіти денної форми навчання:

- підготовка до аудиторних занять – 0,5 год./1 год. занять = $0,5 \cdot (50) = 25$ год.

- підготовка до контрольних заходів – 6 год. на 1 кредит ЄКТС = $6 \cdot 5 = 30$ год.

- опрацювання окремих тем програми або її частин, які не розглядаються на лекціях – $100 - 25 - 30 = 45$ год.

Теми для самостійної роботи

№	Теми самостійної роботи
1	Управління ремонтно-обслуговуючим виробництвом
2	Основні поняття і визначення
3	Суть і класифікація методів управління
4	Вибір і застосування методів управління
5	Прийняття рішень в управлінні
6	Суть управлінських рішень та основні вимоги до них
7	Класифікація управлінських рішень
8	Види та характеристика організацій
9	Особливості прийняття та реалізації управлінських рішень
10	Алгоритм прийняття рішень
11	Теоретичні основи розробки прийняття і реалізації рішень
12	Функції та методи менеджменту технічної служби
13	Побудова моделей задач лінійного програмування
14	Графічний метод рішення одноіндексних задач
15	Побудова моделей транспортної задачі
16	Методи побудови опорних планів
17	Загальна розподільча задача лінійного програмування

18	Побудова математичної моделі виробничої задачі
19	Параметри сітьових моделей та їх розрахунок
20	Побудова моделі оновлення парку машин підприємства

Оцінка рівня освоєння здобувачами освіти питань, які вносяться на самостійне опрацювання проводиться на модульних контролях.

Список рекомендованої літератури

1. Березівський П. С., Михалюк Н. І. Організація виробництва, прогнозування та планування в агропромисловому комплексі України : навч. посіб. К. : Ліра-К, 2015. 440 с.

2. Ільчуко М. М., Іщенко Т. Д. Підприємницька діяльність та агробізнес. К. : Вища освіта, 2006. 543 с.

3. Денисенко М. П., Левковець П. Р., Михайлова Л. І. Організація та проектування логістичних систем : підручник. К. : Цент учбової літератури, 2019. 336 с.

4. Моделювання управління транспортними потоками з використанням інтелектуальних транспортних систем / Голотюк М. В., Дорошук В. О., Пахаренко В. Л., Кучерук М. О. *Вісник НУВГП, серія: Технічні науки*. Рівне : НУВГП, 2018. Вип. 3(83). С. 110–118.

5. Основи застосування високоточних технологій рослинництва : монографія / Аніскевич Л. В., Войтюк Д. Г., Захарін Ф. М., Адамчук Н. І., Пономаренко С. О. К. : НУБіП України, 2020. 405 с.

6. Виробнича експлуатація і ремонт машин та обладнання : навч. посібник / Романюк В. І., Гавриш В.С ., Хітров І. О., Кононов Ю .А., Голотюк М. В. Рівне : НУВГП, 2016. 290 с.

7. Сільськогосподарські машини: підручник / Войтюк Д. Г., Аніскевич Л.В ., Іщенко В. В. та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. К. : Агроосвіта, 2015. 679 с.

8. Бізнес-планування в аграрний формуваннях : навч. посібник / Мазнев Т. Є., Красноручський О. О., Ніценко В. С., Данько Ю. І. та ін. за ред. проф. Т. Є. Мазніва. Одеса : ТОВ «ЛЕРАДРУК», 2012. 250 с.