

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра вагонів

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання контрольних робіт
з дисципліни

***«ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ У ВАГОННОМУ
ТА ПАСАЖИРСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВАХ»***

Харків – 2020

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри вагонів 23 березня 2020 р., протокол № 8.

Рекомендовано для студентів другого освітнього рівня (магістр) галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 273 «Залізничний транспорт» за освітньою програмою «Вагони та вагонне господарство (ВВГ)».

Укладачі:

доц. В. М. Петухов,
старш. викл. В .О. Шовкун

Рецензент

проф. І. Е. Мартинов

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Загальні вказівки до вивчення дисципліни та виконання контрольних робіт.....	4
2 Варіанти завдань контрольних робіт.....	6
2.1 Варіанти першої частини.....	6
2.2 Варіанти розрахунково-аналітичної частини.....	7
3 Методичні вказівки до виконання контрольної роботи.....	8
Список літератури.....	29
Додаток А. Зразок оформлення титульного аркуша.....	30

ВСТУП

Сучасне життя неможливо уявити без інформаційних технологій. У цей час стрімко розвивається так званий «штучний інтелект». До штучного інтелекту відносять експертні системи і системи підтримки прийняття рішень, які в певних умовах можуть замінити цілу групу експертів. Це дає змогу вирішувати проблеми, що виникають, у короткі терміни і без залучення фахівців.

Студенти в цій дисципліні вивчатимуть принципи побудови сучасних експертних систем у вагонному і пасажирському господарствах, їх архітектуру, роль і місце в інформаційних системах залізничного транспорту; етапи проектування, впровадження та супроводу експертних систем для потреб вагонобудування й вагонного господарства; математичні та алгоритмічні основи експертних систем, основні підходи до прийняття рішень у відсутності формалізації завдань в умовах вагонного і пасажирського господарств.

Мета вивчення дисципліни – отримання студентами, майбутніми магістрами, знань і навичок системного мислення, експертизи, оптимальних методів прийняття рішень, а також володіння сучасними інформаційними технологіями.

1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ ТА ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

Контрольна робота має на меті сформувати і розвинути навички використання інформаційних технологій, аналізу виробничих процесів вагонного господарства як об'єкта управління, застосування експертних оцінок для вироблення управлінських рішень як для підрозділів, так і для всього вагоноремонтного підприємства з оцінкою якості прийнятого рішення.

Для успішного засвоєння дисципліни рекомендується нижченаведена методика її вивчення.

1 Опрацювати за рекомендованою літературою матеріал у межах програми курсу.

2 Ознайомитися з передовими методами експертиз, систем підтримки прийняття рішень на різних підприємствах пасажирського та вагонного комплексу.

3 Виконати контрольну роботу.

Студенти в контрольних роботах при розробках та розрахунках повинні широко використовувати сучасні програмні засоби, застосовуючи для їх пошуку періодичні спеціалізовані видання, мережу Інтернет.

Контрольну роботу слід ілюструвати схемами, графіками й іншими графічними матеріалами, що пояснюють текст та розрахунки. Для розрахунків потрібно обов'язково використовувати програми MathCad та Microsoft Excel.

Текстові та графічні частини контрольної роботи потрібно виконувати відповідно до [7]. Зразки оформлення титульного аркуша та змісту наведені в додатку А.

Варіант завдання студент вибирає згідно зі своїм номером у списку групи

У контрольній роботі потрібно:

1) згідно з варіантом завдання дати повну відповідь на поставлене запитання першого розділу, використовуючи надані посилання на літературу [1 – 4, 6, 8, 9] та / або ресурси Інтернету;

2) згідно з варіантом завдання виконати розрахунково-аналітичну частину з визначення оптимального варіант розподілу ресурсів, використовуючи наведений приклад і додаткову літературу [5, 10];

3) зробити висновок за результатами роботи;

4) оформити список використаної літератури;

5) оформити роботу згідно з вимогами.

Контрольна робота повинна мати нижченаведені структурні елементи.

- Титульний аркуш
- Зміст
- Вступ
- 1 Реферативна частина
- 2 Розрахункова частина
- 3 Висновки

- Список використаних джерел

Обсяг контрольної роботи: 12-15 сторінок.

2 ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

2.1 Варіанти першої частини

- 1 Загальні аспекти задачі прийняття рішень.
- 2 Структура задачі та види моделей прийняття рішень.
- 3 Бінарні відношення та механізм прийняття рішень.
- 4 Впорядковані множини в прийнятті рішень.
- 5 Метризовані відношення й експертне оцінювання.
- 6 Проблеми експертного оцінювання та види експертиз.
- 7 Загальні методи експертного оцінювання.
- 8 Методи оцінювання компетентності експерта.
- 9 Прийняття рішень за умов багатокритерійності.
- 10 Методи розв'язання багатокритерійних задач.
- 11 Методи прийняття рішень в умовах нечіткої інформації.
- 12 Проблема прийняття рішень в умовах невизначеності.
- 13 Проблеми прийняття рішень в умовах ризику.
- 14 Класифікація невизначеностей.
- 15 Ідентифікація, контроль та управління ризиками.
- 16 Багатоособове прийняття рішень.
- 17 Рішення, що приймаються у проектах.
- 18 Типологія управлінських завдань.
- 19 Типологія управлінських рішень.
- 20 Чинники, що впливають на прийняття управлінських рішень.
- 21 Рішення у проекті й зовнішнє середовище.
- 22 Умови прийняття ефективних рішень.
- 23 Метод формування та оцінювання компетентності групи експертів.
- 24 Метод ранжирування. Метод парних порівнянь. Метод безпосередньої оцінки.
- 25 Виявлення знань від експертів.

2.2 Варіанти розрахунково-аналітичної частини

Варіант	Ф1	Ф2	T1	T2	Ш1	Ш2	П1	П2	O1	O2	O3
1	12	25	10	22	5	7	55	62	144	180	121
2	16	19	16	18	9	10	50	64	154	220	124
3	15	26	15	24	3	5	57	63	123	196	133
4	10	24	10	23	8	6	49	65	119	188	120
5	19	22	12	27	7	3	53	66	142	175	142
6	13	23	13	23	4	6	54	62	149	212	139
7	20	31	22	32	6	7	58	63	146	208	122
8	11	18	19	13	8	8	56	65	126	201	150
9	15	25	15	25	7	3	57	64	145	209	154
10	9	27	11	23	3	5	59	61	135	222	135
11	18	28	18	29	5	9	51	62	124	230	134
12	20	33	22	32	9	7	57	63	150	208	122
13	10	24	10	23	8	6	49	65	119	188	120
14	13	23	13	23	4	6	54	62	149	212	139
15	15	25	15	25	7	3	57	64	145	209	154
16	12	25	10	22	5	7	55	62	144	180	121
17	11	18	19	13	8	8	56	65	126	201	150
18	20	31	22	32	6	7	58	63	146	208	122
19	19	22	12	27	7	3	53	66	142	175	142
20	11	18	19	13	8	8	56	65	126	201	150
21	19	22	12	27	7	3	53	66	142	175	142
22	12	25	10	22	5	7	55	62	144	180	121
23	15	26	15	24	3	5	57	63	123	196	133
24	13	23	13	23	4	6	54	62	149	212	139
25	24	35	22	32	8	6	57	66	154	210	122

3 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

На сьогодні найважливішою якістю керівника, фахівця є здатність приймати обґрунтовані, чіткі й швидкі рішення.

Поняття «рішення», з одного боку, означає процес вибору, а з другого – результат вибору, тобто відповідне приписання до дії (план роботи, варіант проекту та ін.). Є ще й третя, прихована, сторона поняття «рішення»: рішення – це прояв волі людини. І, як наслідок, рішення – це відповідальність. У цьому сенсі не може бути комп'ютерів або роботів, що приймають рішення. Рішення приймає людина: вона усвідомлює мету та засоби, оцінює альтернативи та відповідає за вибір найкращого варіанта дій.

Необхідною умовою здійснення рішення як свідомої вольової дії людини є наявність мети та множини альтернатив. Якщо немає хоча б двох альтернатив, то немає вибору, а отже, немає й рішення. Безальтернативний вибір (тобто коли людині однаково, як діяти) також не розглядається як рішення.

І, звичайно, ще однією необхідною умовою здійснення рішення є наявність самої особи, що приймає рішення (ОПР). Крім ОПР, у процесі прийняття рішення беруть участь й інші особи: власник проблеми, експерти, аналітики та активні групи

Є ситуації, коли застосовувати формалізовані методи визначення та пошуку найкращих дій є зайвим, у них достатньо керуватися здоровим глуздом і зважати на набутий досвід поведінки в аналогічних ситуаціях. Однак цього іноді недостатньо, оскільки найкращі дії у минулому за нових обставин можуть виявитися навіть найгіршими.

Водночас не є винятком і безліч ситуацій, за яких, по-перше, робити вибір будь-якої дії або дій є обов'язком, якого не можна уникнути; по-друге, результат невдалого вибору суттєво негативно вплине на подальший розвиток подій; по-третє, для вибору найкращих або принаймні прийнятних дій недостатньо мати лише здоровий глузд, треба ще вміти давати певні науково обґрунтовані кількісні та якісні прогнози наслідків будь-яких пропонуванних дій. Саме для таких ситуацій розроблявся і продовжує розроблятися інструментарій дослідження операцій.

Отже, метою дослідження операцій є попереднє кількісне обґрунтування оптимальних рішень.

Наприклад, обсяг випуску продукції підприємства має визначатися попитом на неї споживачів, цінами на таку продукцію виробників-конкурентів, потребами в сировині, наявними обіговими фондами, потужностями обладнання, ймовірностями виникнення технічних несправностей цього обладнання, можливими збоями у роботі постачальників та багатьма іншими обмеженнями організаційного, виробничого та технологічного характеру. Тому розроблення плану випуску продукції, який одночасно був би і реальним, і економічно вигідним, є далеко не простим завданням.

Можна навести і такий приклад. Різні підрозділи однієї організації можуть мати власні цілі, які відрізняються від цілей усієї організації або навіть їм суперечать. У такій ситуації серйозної аналітичної роботи потребує пошук таких розподілів адміністративних повноважень і такої конкретизації обов'язків окремих підрозділів цієї організації, за яких забезпечується певний прийнятний її розвиток.

Понятійний апарат дослідження операцій відображає її безпосереднє прикладне призначення. Ключові терміни цієї теорії узагальнюють спільні характеристики найрізноманітніших за своєю природою досліджуваних ситуацій. Знання та розуміння цих термінів сприяє усвідомленню ролі і місця дослідження операцій, при її численних застосуваннях.

Операція – дія або система узгоджених між собою дій, спрямованих на досягнення певної мети. Наведемо ще кілька прикладів операцій.

Приклад 1. На заданих промислових підприємствах можуть вироблятися певні види продукції. Її номенклатура, кількість, якість, собівартість та ринкова ціна залежать від багатьох чинників, зокрема від прийнятої технології виробництва та від обсягів інвестицій у кожне підприємство (інвестовані засоби витрачаються на забезпечення технології виробництва, її вдосконалення, на проведення маркетингових досліджень, на придбання сировини і продукції підприємств-суміжників тощо). Отже, разом з іншими чинниками політика інвестування всіх підприємств зумовлює номенклатуру й обсяги виробництва

продукції на кожному окремому підприємстві, способи та час її збуту, позначається на величині прибутків або збитків кожного окремого підприємства і всіх підприємств загалом.

Маючи на меті отримання найбільшого прибутку від роботи всіх підприємств, під операцією у цьому випадку можна розуміти заходи щодо інвестування цих підприємств.

Приклад 2. На промислових підприємствах, зв'язаних із заданими населеними пунктами мережею шляхів, у відомих кількостях вироблені певні товари споживання. Треба визначити маршрути транспортування вироблених товарів, за яких у кожному населеному пункті задовольняється попит на ці товари, а транспортні видатки найменші.

Організатор операції на власний розсуд конкретизує всі заходи операції, тобто визначає спосіб її проведення. Будь-який спосіб проведення операції, який вибирає організатор, називають рішенням.

Організатора операції прийнято називати особою, яка ОПР. Цим наголошується, що саме ця людина робить остаточний вибір із множини альтернативних рішень і тим самим несе повну відповідальність за проведення та наслідки операції.

Роль ОПР полягає у прийнятті остаточного рішення щодо способу проведення операції. Отримані після завершення операції результати визначаються власними, часто заздалегідь не відомими та не формалізованими міркуваннями ОПР, її життєвим досвідом (інтуїцією), якістю розроблених і використаних математичних моделей операції. Усі ці моделі становлять лише окремий методологічний фрагмент у загальній системі підтримки прийняття рішень усіх допоміжних засобів ОПР, призначених для допомоги у виборі остаточного рішення. Структура та склад пропонованих математичних моделей операції, їх «розумна складність» та зручність застосування визначаються набутим досвідом їх розробників. А це, врешті-решт, і визначає доцільність застосування таких моделей при пошуку прийняттого рішення.

Наявні ресурсні, технічні, технологічні, правові, морально-етичні, естетичні та інші умови обмежують вибір ОПР певною множиною альтернативних рішень.

За результатами проведеної операції, які залежать від прийнятого рішення, наявні у ОПР альтернативні рішення можна порівнювати між собою, оцінювати їх якість (гарне рішення або погане, вдале або невдале, розумне або ні).

Оптимальне рішення – рішення із множини альтернативних рішень, яке у певному розумінні краще або не гірше за будь-яке із решти рішень.

В означенні оптимального рішення передбачається можливість порівнювати між собою будь-які два рішення із множини альтернативних рішень. Після кожного такого порівняння повинно бути визначено, що одне із двох порівнюваних рішень краще або що ці рішення еквівалентні, тобто очікувані (прогнозовані) результати операції, зумовлені обома рішеннями, між собою не різняться.

Критерій ефективності рішень – кількісний показник прийнятого способу порівнювання між собою довільних альтернативних рішень.

Оцінювати якість рішення за допомогою лише одного критерію ефективності не завжди можливо, оскільки таких критеріїв для багатьох операцій можна запропонувати кілька (тривалість операції, очікуваний прибуток, імовірність некомпенсованих збитків даної величини, загальні транспортні витрати тощо).

За наявності кількох критеріїв ефективності рішень основна складність проблеми визначення серед альтернативних рішень найкращого полягає у тому, що ці критерії можуть суперечити один одному: якщо за одним критерієм певне рішення А краще за рішення В, то за іншим критерієм все навпаки – рішення В краще за рішення А (альтернативних рішень і критеріїв їх ефективності на практиці може бути більше двох).

На операцію, крім прийнятого рішення, можуть також суттєво впливати стан зовнішнього середовища, місце та умови проведення операції та чинники, які визначаються не лише волею ОПР, а залежать від свідомої поведінки осіб, зацікавлених у результатах операції. Комплекс цих чинників не завжди можна ігнорувати і тому при порівнюванні альтернативних рішень слід зважати на всі суттєві чинники, що впливають на операцію, і певну невизначеність деяких із них.

Треба також зазначити, що рішення завжди приймається до проведення операції, а об'єктивно оцінити його якість можна лише після її закінчення.

Для врахування лише суттєвих чинників, конкретизації множини альтернативних рішень і порівнювання між собою цих рішень при дослідженні операції розробляються математичні моделі.

Математична модель операції – певний формалізований опис (математичною мовою) всіх заходів операції і зв'язків між ними: зовнішнього середовища, де відбувається операція, чинників, що впливають на операцію, мети операції та множини альтернативних рішень.

У розробці математичної моделі операції беруть участь фахівці відповідної галузі діяльності (економісти, військові діячі, психологи, політики та ін.), математики, ОПР.

Формалізувати одну й ту саму операцію можна по-різному (адже світ нескінченний). Тому, з одного боку, математична модель операції, щоб з нею було зручно працювати, має бути не переобтяжена непотрібними подробицями, а з другого – складність моделі повинна бути такою, щоб за її допомогою можна було отримувати нетривіальні висновки відносно особливостей досліджуваної операції. Тобто розробка «відчутні» результати, є, у певному розумінні, мистецтвом.

Класифікація задач оптимізації та управління

Класифікація задач оптимізації є досить складним завданням тому що ці задачі, переважно історично, розвивалися незалежно; одна від одної з використанням різних концепцій, математичних апаратів.

Умовно широкий клас задач оптимізації можна поділити на такі задачі: математичного програмування, варіаційного числення й оптимального управління.

Накопичений досвід при розв'язанні задач дослідження операцій і його систематизація дали змогу виокремити такі типи задач:

- задачі управління запасами;
- задачі розподілу ресурсів;

- задачі ремонту та заміни обладнання;
- задачі масового обслуговування;
- задачі впорядкування;
- задачі сітьового планування й управління;
- задачі вибору маршруту;
- комбіновані задачі.

До основних методів знаходження оптимальних рішень належать:

- математичне програмування;
- теорія масового обслуговування;
- сітьові моделі планування і управління;
- імітаційне моделювання.

Математичне програмування – розділ прикладної математики, у якому вивчають задачі пошуку екстремуму функції на деякій множині і розробляють методи розв’язання цих задач.

Математичне моделювання в оптимізації

Оптимізація – це вибір найкращого рішення. Математична теорія оптимізації містить у собі фундаментальні результати і численні методи, які дають змогу знаходити найкращий варіант із більшості можливих альтернатив без їх повного перебору і порівняння.

Для того, щоб використати результати й обчислювальні процедури теорії оптимізації на практиці, необхідно насамперед сформулювати розглядувану задачу математичною мовою, побудувати математичну модель об’єкта оптимізації. Математична модель – це більш або менш повний математичний опис досліджуваного процесу або явища.

Змінними моделі називаються величини x_1, x_2, \dots, x_n , які повністю характеризують процес, який моделюється. Їх зазвичай записують у вигляді вектора $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$.

Системи обмежень містять систему рівнянь і нерівностей, які задовольняють змінні моделі і які виходять з обмеженості ресурсів або інших економічних або фізичних умов, наприклад невід’ємності змінних тощо.

Цільовою функцією називають функцію змінних моделі, яка характеризує якість розв'язання задачі, і екстремум якої потрібно знайти.

У більшості реальних ситуацій дати вичерпне математичне зображення оптимізованої системи з урахуванням усіх взаємозв'язків її частин, взаємодій з внутрішнім світом, усіх цілей її функціонування буває складно чи неможливо.

Тому при побудові математичної моделі необхідно, як правило, виділяти і враховувати в майбутньому тільки найбільш важливі, наявні сторони досліджуваного об'єкта для того, щоб був можливий його математичний опис, а також подальші розв'язки поставленої математичної задачі. При цьому невраховані в математичній моделі чинники не повинні істотно впливати на остаточний результат оптимізації. Отже, математичне моделювання є складним і відповідальним творчим завданням, що потребує від дослідника глибоких знань у відповідній, галузі практичного досвіду, інтуїції і критичного аналізу отриманих результатів.

Математичне моделювання в дослідженні операцій, з одного боку, є дуже важливим і складним процесом, а з другого – таким, що практично не підлягає науковій формалізації. Варто зазначити, що неодноразові спроби виокремити загальні принципи створення математичних моделей призводили або до декларування рекомендацій загального характеру, які неможливо використати для вирішення конкретних проблем, або, навпаки, до появи рецептів, які насправді можуть бути застосовні тільки до дуже вузького кола задач. Тому більш корисним вважаємо ознайомлення з технікою математичного моделювання на конкретних прикладах.

1 План постачання підприємства. Нехай маємо ряд підприємств, які використовують різні види сировини, а також ряд баз, які постачають сировину. Бази пов'язані з підприємствами різними шляхами сполучення (залізничні шляхи, автотранспорт, водний, повітряний транспорт). Кожний вид транспорту має свої тарифи. Необхідно розробити такий план постачання підприємств сировиною, щоб потреби у сировині були задоволені при мінімальних витратах на перевезення.

2 Побудова ділянки магістралі. Споруджується ділянка залізничної магістралі. У нашому розпорядженні певна кількість засобів: людей, техніки тощо. Необхідно призначити черговість робіт, розподілити людей і техніку по ділянках траси таким чином, щоб завершити будівництво за мінімальні строки.

3 Вибірковий контроль продукції. Випускається певний вид виробів. Для забезпечення високої якості продукції необхідно організувати систему вибіркового контролю: визначити розмір контрольної партії, набір тестів, правила відбракування тощо. Потрібно забезпечити заданий рівень якості продукції при мінімальних витратах на контроль.

На практиці такі задачі зустрічаються часто. Вони мають загальні риси. У кожній задачі визначена мета – вони схожі; задані деякі умови – в рамках цих умов і потрібно прийняти рішення для того, щоб цей захід був найбільш вигідним. Відповідно до цих загальних рис застосовуються і загальні методи.

Не дивлячись на те, що загального рецепту побудови математичних моделей оптимізації не існує, можна умовно розділити процес математичного моделювання на такі етапи:

- 1) визначення меж об'єкта оптимізації, вибір змінних задачі;
- 2) вибір керуючих змінних;
- 3) визначення обмежень на керуючі змінні;
- 4) вибір числового критерію оптимізації.

1 Визначення меж об'єкта оптимізації

Необхідність цього етапу диктується неможливістю врахування і вичерпного опису всіх сторін більшості реальних систем. Виділивши головні змінні, параметри й обмеження, потрібно приблизно уявити систему як деяку ізольовану частину реального світу і спростити її внутрішню структуру.

Наприклад, при оптимізації роботи одного із цехів підприємства в деяких випадках можна знехтувати впливом особливостей функціонування інших цехів, систем постачання і збуту всього підприємства, його взаємодією з іншими організаціями, кон'юнктурою ринку і багатьма іншими чинниками. Тоді цех буде розглядатися як ізольована система, а

його зв'язки з внутрішнім світом або вважатимуться фіксованими, або зовсім не враховуватимуться.

Може виявитись, що початкові межі об'єкта оптимізації обрані невдало. Це стає зрозумілим при подальшому аналізі системи та її математичної моделі, при інтерпретації результатів пошуку оптимального рішення, зіставлення їх з практикою тощо.

Тоді в одних випадках межі системи слід розширити, а в інших – звужити. Наприклад, якщо виявиться, що вплив на роботу досліджуваного цеху інших підрозділів підприємства не можна ігнорувати при її оптимізації, то необхідно включити в систему і ці підрозділи. З другого боку, може виявитись, що сам цех складається із декількох більшою мірою незалежно працюючих ділянок, які без значного спрощення реальної ситуації можна розглядати ізольовано. Тоді для полегшення пошуку оптимального рішення розумно досліджувати кожен ділянку як окрему систему.

Взагалі, на практиці потрібно, наскільки можливо, прагнути до спрощення систем, які оптимізуються, розділяти складні системи на більш прості підсистеми, якщо є впевненість у тому, що це вплине на кінцевий результат у допустимих межах.

2 Вибір керуючих змінних

На цьому етапі математичного моделювання необхідно встановити відмінність між тими величинами, значення яких можна вибирати з метою досягнення найкращого результату (керуючими змінними), і величинами, які фіксовані або визначаються внутрішніми чинниками. Визначення тих значень керуючих змінних, яким відповідає найкраща (оптимальна) ситуація, і являє собою задачу оптимізації.

Одні й ті самі величини, залежно від вибраних меж оптимізованої системи і рівня деталізації її опису, можуть виявитись або керуючими змінними, або ні. Наприклад, у згаданій ситуації з оптимізацією роботи цеху обсяг поставок будь-якої сировини з іншого цеху в одних випадках слід вважати фіксованим або незалежним від нашого вибору, а в інших – регульованим, тобто керованою змінною.

3 Визначення обмежень на керуючі змінні

У реальних умовах на вибір значень керуючих змінних, як правило, накладені обмеження, пов'язані з обмеженням наявних

ресурсів, потужностей та інших можливостей. При побудові математичної моделі ці обмеження звичайно записують у вигляді рівностей і нерівностей або вказують множини, яким повинні належати значення керуючих змінних. Сукупність усіх обмежень на керуючі змінні визначає так звану допустиму множину задачі оптимізації.

Наприклад, якщо річний обсяг випущеної цехом продукції даного виду є керуючою змінною, то її значення, по-перше, не можуть бути суперечливими і, по-друге, повинні бути обмежені зверху максимальним значенням можливого обсягу виробництва.

4 Вибір числового критерію оптимізації

Обов'язковою складовою частиною математичної моделі об'єкта оптимізації є числовий критерій, мінімальному чи максимальному значенню якого (залежно від конкретної задачі) відповідає найкращий варіант проведення дослідження. Величину цього критерію повністю визначають вибрані значення керуючих змінних, він є функцією цих змінних і називається цільовою функцією.

На практиці використовується широкий спектр критеріїв оптимізації. Наприклад, це можуть бути критерії економічного характеру, а саме: собівартість, прибуток, капітальні витрати тощо; технічні або фізичні параметри системи підтримки технологічного процесу, потреби енергії, максимальне механічне навантаження, досягнута швидкість руху та ін.

Слід зазначити, що у багатьох випадках вибір критерію оптимізації не є очевидним і однозначним. Часто буває складно поставити у відповідність усій сукупності цілей функціонування системи будь-який один критерій. Це пояснюється різними причинами, а саме: складність цільової функції, яка описується великою сукупністю різнорідних цілей, невизначеністю формулювань деяких цілей, що перешкоджає опису їх за допомогою кількісних характеристик, наявністю суперечних цілей, важливість кожної з яких залежить від точки зору, тощо. Наприклад, неможливо знайти рішення, яке забезпечує одночасно мінімальні витрати, максимальну безпеку, мінімальне енергоспоживання і максимальну швидкодію.

Вихід із цього положення визначається у кожному конкретному випадку. Наприклад, із багатьох критеріїв, що

характеризують різні цілі оптимізації, вибирають один, вважаючи його головним, а інші – другорядними. Далі другорядні критерії або не враховуються, або враховуються частково з допомогою допоміжних обмежень на керуючі змінні. Ці обмеження забезпечують зміни другорядних критеріїв у заданих діапазонах прийнятих значень.

Другий шлях полягає у формулюванні комплексного критерію, тобто цільової функції, яка містить розумно вибрані вагові коефіцієнти цільової функції, що відповідають різним цілям.

5 Формулювання математичної задачі оптимізації

Об'єднуючи результати етапів побудови математичної моделі, її записують у вигляді математичної задачі оптимізації, включно з побудованою цільовою функцією і встановленими обмеженнями на керуючі змінні. У досить загальному вигляді математичну задачу оптимізації можна сформулювати таким чином: мінімізувати (максимізувати) цільову функцію з урахуванням обмежень на керуючі змінні.

Математичне програмування є одним із інструментів дослідження складних систем (економічної, технологічної, екологічної, соціальної та ін.), який вивчає задачі оптимізації. В економіці такі задачі виникають під час реалізації принципу оптимальності в плануванні та управлінні.

Необхідною умовою застосування принципу оптимальності у господарській діяльності є гнучкість, альтернативність ситуацій, у яких доводиться приймати управлінські чи будь-які інші рішення.

Суть принципу оптимальності – вибрати таке рішення, яке якнайкраще враховувало б внутрішні можливості та зовнішні умови діяльності економічного суб'єкта.

«Якнайкраще» означає вибір деякого критерію оптимальності, тобто деякого економічного показника, який дасть змогу оцінити ефективність прийнятого рішення. Наприклад, «максимум прибутку», «мінімум витрат», «максимум рентабельності» та ін.

«Враховувало б внутрішні можливості та зовнішні умови діяльності» означає, що на вибір рішення (поведінки)

накладається ряд умов, тобто вибір здійснюється із деякої множини можливих (допустимих) рішень.

Отже, реалізувати на практиці принцип оптимальності в плануванні та управлінні означає розв'язати екстремальну задачу.

Інформаційне забезпечення математичної моделі

Математична модель, навіть адекватна реальному об'єкту і така, що достатньо повно відображає його властивості, може бути малокорисною для практичного використання, якщо бракує необхідної інформації про величини, параметри, змінні, які входять у цю модель.

Наприклад, математична модель оптимізації роботи цеху може містити обсяги поставок сировини з інших цехів, витрати на зберігання нереалізованої продукції, втрати від порушення планових показників виробництва і простоювання обладнання, забезпечення робочою силою тощо. Визначення конкретних значень цих величин може здатись складним, наприклад, через брак необхідних даних чи непостійність деяких чинників, що впливають на виробництво.

Інколи, розробляючи математичну модель оптимізації, припускають, що при її практичному використанні отримання необхідної інформації буде забезпечено, а в результаті виявляється, що це неможливо. Тоді необхідно перебудувувати вихідну модель, наприклад так, щоб у неї не входили параметри, які визначаються кількісно.

Отже, у процесі побудови математичної моделі об'єкта оптимізації необхідно стежити за тим, щоб значення всіх вхідних величин були вимірними. Можливо, що для визначення деяких з них необхідне самостійне дослідження або збір додаткової інформації.

Тому в роботі, згідно з варіантом, пропонується розкрити методологічні, організаційно-технологічні методи прийняття управлінських рішень. Методи з проектування, створення і застосування експертних систем і систем підтримки прийняття рішень на базі нових інформаційних технологій і обчислювальної техніки.

Задача оптимізації у загальному вигляді формується таким чином:

$$\begin{aligned} F = f(x_j) &\rightarrow \max \\ g_i(x_j) &\leq b_i \\ d_j &\leq x_j \leq D_j \\ i &= 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Цей запис читається так: знайти значення x_j , при яких функція $F = f(x_j)$ досягає максимального значення. При цьому на x_j накладаються обмеження.

Функція $F = f(x_j)$ називається цільовою функцією або критерієм оптимізації. Вона показує, у якому змісті розв'язання повинне бути оптимальним, тобто найкращим. Можливі три види призначення цільової функції:

- максимізація;
- мінімізація;
- призначення заданого значення.

Обмеження встановлюють залежності між змінними. Вони можуть задаватися у вигляді системи рівностей або нерівностей. Такі обмеження називаються функціональними обмеженнями. Крім того, накладаються обмеження на значення змінних x_j . Ці обмеження називаються граничними умовами. Граничні умови показують, у яких межах можуть перебувати значення шуканих змінних в оптимальному розв'язку.

Цільова функція й обмеження можуть являти собою лінійні функції. У цьому випадку задача оптимізації називається задачею лінійного програмування. Якщо цільова функція й (або) функціональні обмеження є нелінійними функціями, то задача називається задачею нелінійного програмування.

Є багато методів оптимізації. У цій контрольній роботі потрібно використати найпростіші з них.

Для виконання розрахунків і візуалізації результатів у контрольній роботі потрібно використовувати Microsoft Excel, РТС Mathcad, які дають змогу порівняно просто розв'язувати задачі оптимізації. Додаток РТС Mathcad зручний для використання, має знайомий інтерфейс, природне математичне зображення й інтелектуальне керування одиницями виміру. Що

найважливіше, обчислювальні можливості програми дають більш точні результати, ніж електронні таблиці. Використання багатого набору математичних функцій РТС Mathcad дає змогу документувати найважливіші інженерні розрахунки так само просто, як робити записи в блокноті. Покажіть свою роботу за допомогою широких можливостей форматування, а також діаграм, тексту і зображень у єдиному професійно відформатованому документі. Щоб створювати та використовувати дані у форматі РТС Mathcad, спеціалізовані навички не потрібні.

Крім того, MathCad дає змогу порівняно просто розв'язувати задачі типу «що буде, якщо...» й «що треба, щоб...». Досить у середовищі MathCad набрати текст і формули й ви відразу одержите результати у вигляді закінченого документа.

Недоліком MathCad є брак можливості явного визначення типу змінної. Це може викликати труднощі при розв'язанні цілочислової задачі нелінійного програмування. Microsoft Excel не тільки дає змогу розв'язувати задачі цілочислового нелінійного програмування, але й має у своєму розпорядженні засоби аналізу отриманого розв'язку.

Отже, сучасні програмні продукти відкривають широкі можливості для проведення численних експериментів і дослідження розв'язків. Отримані результати допоможуть прийняти правильне рішення, що завжди залишається за людиною.

Головна задача роботи полягає в тому, щоб показати можливість застосування методів оптимізації для розв'язання задач проектування, ремонту й експлуатації вагонів. Зрозуміло, для повноцінного засвоєння матеріалу варто звернутися до літератури з оптимального проектування, методів оптимізації, дослідження операцій.

Розрахунково-аналітична задача

Для виготовлення двох видів виробів А і В використовується токарне, фрезерне і шліфувальне обладнання. Норми витрат часу для кожного з типів обладнання на один виріб даного виду наведені в таблиці 1. У ній же вказано загальний

фонд робочого часу кожного з типів обладнання, а також прибуток від реалізації одного виробу.

Визначити план випуску виробів виду А і В, що забезпечує максимальний прибуток від їх реалізації.

Завдання

- 1 Скласти математичну модель оптимізації.
- 2 Розв'язати задачу геометрично.
- 3 Розв'язати задачу аналітично

Таблиця 1 – Вихідні дані задачі

Тип обладнання	Витрати часу, верстат.год, на обробку одного виробу		Загальний фонд робочого часу
	А	В	
Фрезерне	Ф1	Ф2	О1
Токарне	Т1	Т2	О2
Шліфувальне	Ш1	Ш2	О3
	П1	П2	

Приклад розв'язання задачі

Підприємство випускає вироби двох видів: виріб А і виріб В. При виготовленні виробів використовуються два види сировини: M_1 і M_2 . Максимально можливий запас цих матеріалів становить 250 і 320 кг. Норму витрати сировини, кг, на один виріб наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Вихідні дані прикладу

Вид сировини	Норма витрати сировини, кг, на один виріб		Максимально можливий запас
	Виріб А	Виріб В	
M_1	10	5	250
M_2	8	16	320
Прибуток від реалізації одного виробу, грн	35	40	

На підставі вивчення збуту встановлено, що попит на виріб А ніколи не перевищує попиту на виріб В більш ніж на 10 од. Крім того, відомо, що попит на виріб А ніколи не перевищує 15 од.

Прибуток від реалізації одного виробу виду А дорівнює $a_1 = 35$ грн, прибуток від реалізації одного виробу виду В дорівнює $a_2 = 40$ грн.

Необхідно скласти такий план виробництва, при якому прибуток підприємства від реалізації всіх виробів є максимальним.

Побудуємо математичну модель.

Необхідно відповісти на три основних питання:

- 1) які величини використати як змінні;
- 2) у чому полягає кінцева мета;
- 3) які обмеження накладаються на змінні.

Для побудови математичної моделі необхідно вибрати змінні, побудувати цільову функцію й обмеження.

Змінні

Змінні вибираються на підставі питання, що поставлене в умові завдання.

Нехай x_1 – обсяг виробництва виробів виду А, x_2 – обсяг виробництва виробів виду В.

Цільова функція

Оскільки підприємство виготовляє x_1 виробів виду А за ціною a_1 за один виріб та x_2 виробів виду В за ціною a_2 за один виріб, тоді загальний прибуток від виготовлення виробів обох видів

$$f = a_1x_1 + a_2x_2.$$

Обмеження

За умовою задачі витрата матеріалів M_1 і M_2 на один виріб відповідного виду

$$m_{1,1} = 10; \quad m_{1,2} = 5; \quad m_{2,1} = 8; \quad m_{2,2} = 16.$$

Максимально можливий запас сировини становить:

$$b_1 = 250; \quad b_2 = 320.$$

Витрата вихідного матеріалу для виготовлення виробів обох видів не повинна перевищувати максимально можливий запас відповідного матеріалу:

$$m_{1,1}x_1 + m_{1,2}x_2 \leq b_1 \quad \text{для сировини виду M1;}$$

$$m_{2,1}x_1 + m_{2,2}x_2 \leq b_2 \quad \text{для сировини виду M2.}$$

Перевищення попиту на виріб виду А щодо попиту на виріб виду В

$$x_1 - x_2 \geq 10.$$

Попит на виріб виду В не перевищує 15 одиниць:

$$x_2 \leq 15.$$

Кількість виготовлених виробів не може бути від'ємним числом:

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0.$$

Отже, переходимо до наступного математичного завдання: серед усіх невід'ємних розв'язків цієї системи лінійних нерівностей необхідно знайти такий, при якому функція f набуде максимального значення:

$$\max f = a_1x_1 + a_2x_2 \quad (\text{цільова функція})$$

при

$$\left. \begin{array}{l} m_{1,1}x_1 + m_{1,2}x_2 \leq b_1 \\ m_{2,1}x_1 + m_{2,2}x_2 \leq b_2 \\ x_1 - x_2 \leq 10 \\ x_2 \leq 15 \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \end{array} \right\} \quad (\text{обмеження})$$

Ця модель є лінійною, тому що цільова функція й обмеження являють собою лінійні функції щодо змінних x_1 і x_2 .

Розглянемо графічне розв'язання задачі. У цьому випадку це можливо, тому що модель містить тільки дві змінних.

Визначимо область припустимих рішень. Для цього в нерівностях системи обмежень та умовах незаперечності змінні

знаки нерівностей замінимо на знаки точних рівностей і знайдемо відповідні прямі:

$$10x_1 + 5x_2 = 250$$

$$8x_1 + 16x_2 = 320$$

$$x_1 - x_2 = 10$$

$$x_2 = 15$$

$$x_1 = 0$$

$$x_2 = 0$$

Кожна пряма, що представляє обмеження у вигляді рівності, ділить площину на дві півплощини. В одній півплощині задовольняються вихідні нерівності, у другій – не задовольняються. Щоб визначити шукану півплощину, потрібно взяти яку-небудь точку, що належить одній з півплощин, і перевірити, чи задовольняють її координати цю нерівність. Якщо координати цієї точки задовольняють цю нерівність, отже, ця точка належить області припустимих розв'язків. Наприклад, точка з координатами $x_1 = 10$ й $x_2 = 10$ задовольняє нерівність

$$8x_1 + 16x_2 \leq 320$$

і, отже, ця точка належить простору розв'язків.

Так само можна проаналізувати друге й третє обмеження.

Умови $x_1 \geq 0$, й $x_2 \geq 0$ означають, що область припустимих розв'язків розташовується праворуч від осі ординат і над віссю абсцис.

Отже, обмеження створюють область припустимих розв'язків. На рисунку 1 ця область заштрихована. У кожній внутрішній точці й на межі цієї області обмеження завдання виконуються.

Запишемо рівняння

$$35x_1 + 40x_2 = C$$

і побудуємо декілька прямих (ліній рівня f), надаючи C довільні значення (наприклад, 800, 900, 1000). У результаті буде отримане сімейство паралельних прямих. Зі збільшенням значення C пряма $35x_1 + 40x_2 = C$ буде переміщатися в напрямку, показаному

стрілками (рисунок 1). Останньою точкою, у якій пряма торкається області припустимих розв'язків, буде точка оптимуму. У цій точці задовольняються всі обмеження задачі. При цьому вона дає максимальне значення цільової функції.

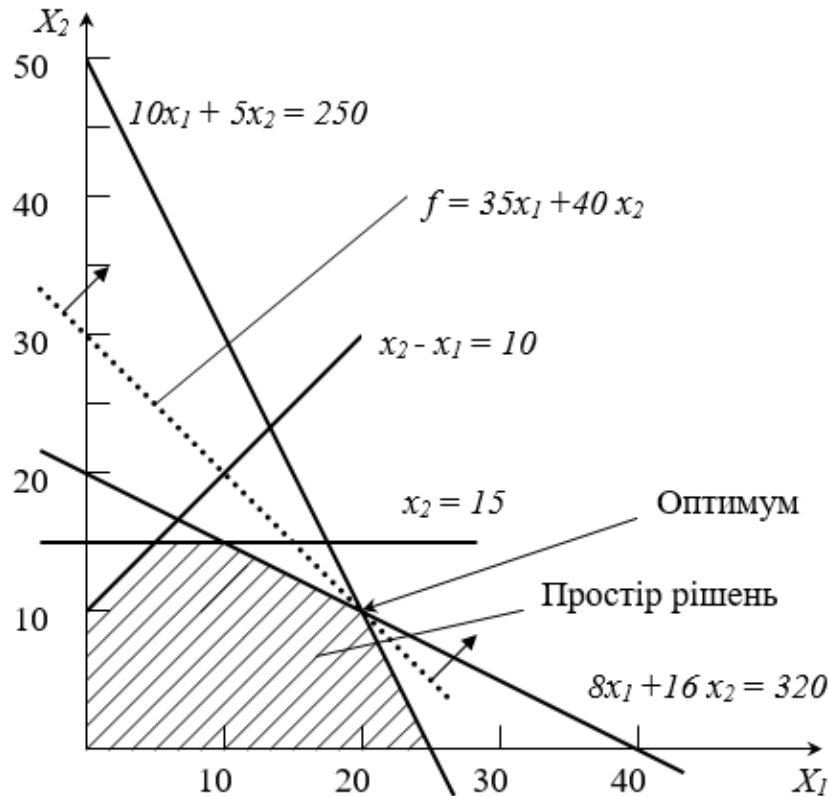


Рисунок 1 – Область припустимих розв'язків задачі

Максимального значення функція f досягне (за умови, що точки прямої будуть належати простору розв'язків) у точці перетинання прямих $10x_1 + 5x_2 = 250$ й $8x_1 + 16x_2 = 320$.

Координати цієї точки можна знайти шляхом розв'язання системи рівнянь:

$$\left. \begin{array}{l} 10x_1 + 5x_2 = 250 \\ 8x_1 + 16x_2 = 320 \end{array} \right\}$$

Звідси $x_1 = 20$; $x_2 = 10$.

Це і є оптимальний розв'язок. У цій точці функція досягає максимального значення, при цьому задовольняються всі обмеження задачі.

У деяких випадках не вдається одержати розв'язок задачі. Це може відбуватися з кількох причин.

На рисунку 2 показано приклад системи обмежень. Область припустимих розв'язків тут не обмежена зверху. Якщо, наприклад, цільова функція має вигляд

$$F = x_1 \rightarrow \max,$$

то розв'язок не може бути отримано.

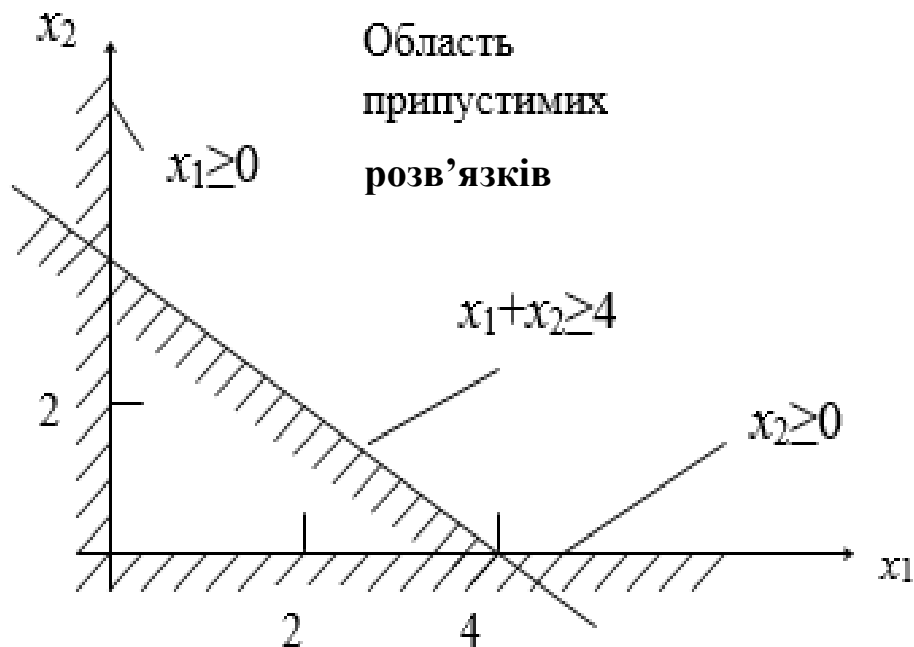


Рисунок 2 – Приклад системи обмежень
(розв'язок не може бути отримано)

Якщо область припустимих розв'язків не обмежена знизу, розв'язок не буде отримано при мінімізації цільової функції.

Такі випадки можуть виникати при побудові математичної моделі або є наслідком неправильних даних.

На рисунку 3 показана система обмежень, що є неспільною. Неможливо знайти таке значення x_1 , що задовольняє всі обмеження. Обмеження суперечливі й область припустимих

розв'язків є порожньою. У цьому випадку розв'язок не може бути отримано.

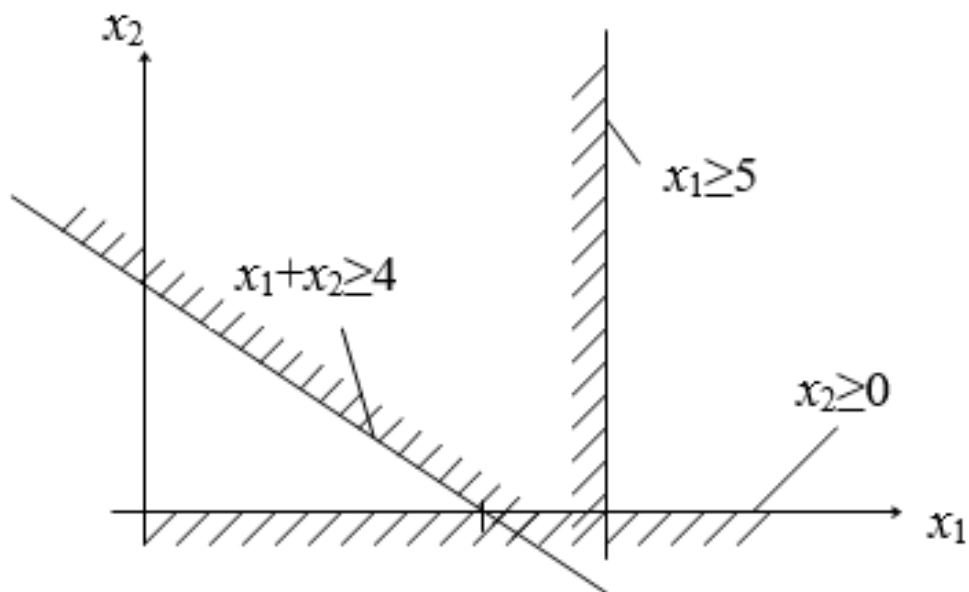


Рисунок 3 – Система обмежень, що є неспільною (розв'язок не може бути отримано)

Результати розрахунку для наочності можливо навести у вигляді діаграми за допомогою Microsoft Excel або PTC MathCad.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Вовчак І. С. Інформаційні системи та комп'ютерні технології в менеджменті. Тернопіль : Карт-бланш, 2001. 354 с.

2 Гевко І. Б. Методи прийняття управлінських рішень : підручник. Київ : Кондор, 2009. 187 с.

3 Лепа Р. М., Тимохін В. М. Прийняття управлінських рішень на підприємстві: теорія та практика : монографія / НАН України. Ін-т економіки пром-сті. Донецьк : Юго-Восток, ЛТД, 2004. 262 с.

4 Основи інформаційних систем : навч. посіб. Вид. 2-ге, переробл. і допов. / В. Ф. Ситник, Т. А. Писаревська, Н. В. Єр'оміна, О. С. Краєва; за ред В. Ф. Ситника. Київ : КНЕУ, 2001. 420 с.

5 Приймак В. М. Прийняття управлінських рішень : навч. посіб. Київ : Атіка, 2008. 240 с.

6 Пушкар О. І. Системи підтримки рішень слабо формалізованих задач розвитку підприємств. Харків : РВВ ХДЕУ, 1997. 140 с.

7 Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення : метод. посіб. з додержання вимог нормоконтролю у студ. навч. звітності / Л. М. Козар, Є. В. Коновалов, А. О. Лапко, О. Е. Наумова [та ін.]. Харків : УкрДАЗТ, 2014. 58 с

8 Субботін С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень : навч. посіб. Запоріжжя : ЗНТУ, 2008. 341 с.

9 Катренко А. В., Пасічник В. В., Пасько В. П. Теорія прийняття рішень : підручник. Київ : В. П. ВНУ, 2009. 447 с.

10 Шевченко В. В., Головка В. Ф. Дослідження операцій у виробництві, ремонті та експлуатації вагонів : навч. посіб. Харків : УкрДАЗТ, 2005 150 с.

ДОДАТОК А

Зразок оформлення титульного аркуша

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра вагонів

КОНТРОЛЬНА РОБОТА З ДИСЦИПЛІНИ
«ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ У ВАГОННОМУ
ТА ПАСАЖИРСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВАХ»

Розробив студент групи _____
спеціальності 273 Залізничний
транспорт

Перевірив _____

Національна шкала: _____
Кількість балів: ____ Оцінка ECTS _____

2020

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання контрольних робіт
з дисципліни

*«ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ У ВАГОННОМУ
ТА ПАСАЖИРСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВАХ»*

Відповідальний за випуск Петухов В. М.

Редактор Еткало О. О.

Підписано до друку 07.07.20 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк. арк. 1,25. Тираж 5. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.