

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА ІНЖЕНЕРІЇ**

До захисту допускається

Завідувач кафедри
комп'ютерних наук та інженерії
Скарга-Бандурова І.С.

_____ 2019 р.
« ____ » _____

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

НА ТЕМУ:

**«КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ
ЗАСОБІВ»**

Освітньо-кваліфікаційний рівень «Магістр»
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Науковий керівник роботи:	_____	<u>Барбарук В.М.</u>
	(підпис)	(ініціали, прізвище)
Консультант з охорони праці:	_____	<u>Критська Я.О.</u>
	(підпис)	(ініціали, прізвище)
Студент:	_____	<u>Зубарев Д.В.</u>
	(підпис)	(ініціали, прізвище)
Група:		<u>КІ-17ДМ</u>

Сєверодонецьк - 2019

6. Консультанти роботи, з вказівкою розділів, що до них відносяться

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Основна частина	Барбарук В.М.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Критська Я. О.		

7. Дата видачі завдання _____

Керівник _____ Барбарук В.М.
(підпис)

Завдання до виконання прийняв _____ Зубарев Д.В.
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Найменування етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1.	Отримання завдання, збір матеріалів	18.10.18- 24.10.18	
2.	Огляд літератури й обґрунтування необхідності дослідження	25.10.18 –28.10.18	
3.	Дослідження методів побудови тестів	29.10.18 – 28.11.18	
4.	Моделювання несправностей в цифрових пристроях	28.11.18 –05.12.18	
5.	Побудова діагностичних тестів	05.12.18 – 19.12.18	
6.	Оформлення пояснювальної записки	19.12.18 – 03.01.19	
7.	Підготовка та подання магістерської роботи до захисту	03.01.19 – 9.01.19	

Студент _____
(підпис)

Науковий керівник _____
(підпис)

АНОТАЦІЯ

Зубарев Д.В. Комп'ютерна система прогнозування кількості транспортних засобів.

Комп'ютерна система прогнозування кількості транспортних засобів, яка дозволяє визначати потребу в автотранспорті для транспортного обслуговування зернозбиральних комбайнів на збиранні зернових культур. Розроблена система має гнучку систему налаштувань, дозволяє змінювати вихідні дані під особливості і потреби будь-якого сільгосп підприємства. Система автоматизованої обробки експериментальної інформації, отриманої на основі вихідних даних користувача (умів та параметрів) за допомогою спеціальних компонентів, які базуються на основі теорії нечітких множини, за допомогою якого забезпечитися рівень ефективності транспортного процесу при збиранні врожаю ранньої пшениці точинять свій вплив на організацію та планування транспортного процесу.

Ключові слова: Нечітка логіка, C#, програма, фактори, експерти, модель Мамдані, збирально-транспортні процеси.

THE ABSTRACT

Zubarev D.V. Computer system for forecasting the number of vehicles.

Computer system of forecasting of the number of vehicles, which allows determining the need for motor transport for the transport services of grain harvesters for harvesting grain crops. The developed system has a flexible system of settings, allows you to change the source data to the characteristics and needs of any agricultural enterprise. The system of automated processing of experimental information obtained on the basis of the user's initial data (minds and parameters) with the help of special components based on the theory of fuzzy plurality, by means of which the level of efficiency of the transport process during the harvesting of early wheat yields its impact on organization and planning transport process.

Keywords: Fuzzy Logic, C #, Program, Factors, Experts, Mamdani Model, Harvesting and Transport Processes.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1	10
1.1 Стан і перспективи виробництва зернових культур в областях України	10
1.2 Організація перевезення сільськогосподарських вантажів.....	15
1.3 Продуктивність зернозбиральних комплексу	18
1.4 Вплив рівня вологості зерна на продуктивність збирально-транспортного комплексу	18
1.5 Розрахунок кількості збирально-транспортних машин при збиранні зернових культур ..	21
1.6 Вплив добової продуктивності комбайнів на продуктивність автомобілів	22
1.7 Розрахунок витрат транспортних засобів і зернозбиральних машин	24
1.8 Розрахунок продуктивності збирально-транспортної ланки	25
Висновки по розділу 1	30
РОЗДІЛ 2	32
2.1 Аналіз вимог побудови комп'ютерної системи	32
2.2 Нечіткі множини	33
2.2.1 Аналіз математичних моделей і методів для вирішення задачі.....	34
2.2.1.1 Проектування систем типу Сугено	34
2.2.1.2 Проектування систем типу Мамдані.....	35
2.2.2 Властивості нечітких множин	38
2.2.3 Поняття у нечіткій множині	40
2.2.4 Нечіткі відносини	41
2.2.5 Нечіткі числа.....	42
2.2.6 Нечіткість і ймовірність	44
2.3 Аналіз транспортних засобів.....	47
2.4 Аналіз досліджень по оптимізації збирально-транспортних процесів, гіпотеза дослідження	54
2.5 Постановка наукової задачі та обґрунтування методики досліджень	56
2.6 Висновки до розділу 2	56
РОЗДІЛ 3	58
РОЗРОБЛЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА БАЗІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ	58
3.1 Загальна характеристика методу аналізу ієрархій	58
3.1.1 Етапи застосування методу аналізу ієрархій:	59
3.2 Розробка моделі у MATLAB	66

3.2.1	MATLAB	66
3.3	Локальна сільська метеостанція	69
3.3.1	Набір датчиків.....	70
3.3.2	Живлення і енергоспоживання.....	73
3.4	Розробка системи на базі нечітких множин	76
3.5	Висновки до розділу 3	83
РОЗДІЛ 4		84
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ. ЕКОЛОГІЯ.....		84
4.1	Загальні питання з охорони праці.....	84
4.2	Аналіз стану умов праці	85
4.2.1	Вимоги до приміщень	85
4.2.2	Вимоги до організації місця праці	86
4.3	Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при виробництві (експлуатації) виробу	88
4.6	Вплив на навколишнє середовища	98
Висновки до розділу 4		99
ВИСНОВКИ.....		100
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ		103
Додаток А. Лістинг програми з системою методу аналізу ієрархія Саатті Програмний додаток «Weight Assignment Modeling Transport Process».....		112
Додаток Б. Лістинг програми з комп'ютерною системою прогнозування кількості транспортних засобів Програмний додаток «Weathe Climatic Condition Calculation Agriculture Transport»		122
Додаток В. Презентація		140

ВСТУП

У сільському господарстві складові виробничих циклів мають імовірнісний (стохастичний) характер. Це особливо стосується процесу збирання врожаю. Збиральна кампанія є найдорожчим періодом виробництва сільськогосподарської продукції, якому притаманна складність в управлінні та залежність від великої кількості керованих та некерованих факторів. Тривалість цього періоду залежить від погодних умов, біології розвитку рослин, сорту культури, складу ґрунту, агротехнічних прийомів тощо. У зв'язку з цим є потреба в науково-виробничих пошуках таких форм організації збирального процесу, які дали б змогу зібрати врожай у стислі агротехнічні строки та істотно зменшити за рахунок цього втрати [22].

Система управління автопарком використовується для моніторингу різних видів автотранспортних засобів, таких як: автомобілі, фургони, вантажні автомобілі, літаки (літаки, вертольоти тощо), кораблі, а також вагони . Він має численні програми, такі як: технічне обслуговування автомобілів , відстеження та діагностика транспортних засобів [24], підвищення ефективності роботи водія [25], управління швидкістю та управління паливом [26]. Управління флотом - це функція, яка дозволяє компаніям, які покладаються на транспортування в бізнесі, усунути або звести до мінімуму ризики, пов'язані з інвестиціями в транспортні засоби, підвищення ефективності, продуктивності праці та зниження загальних витрат на перевезення та персоналу, забезпечення 100% відповідності законодавству уряду (обов'язок догляду) [27] та багато іншого. Ці функції можуть бути вирішені як у внутрішньому департаменті управління автопарком, так і у зовнішнього постачальника послуг з управління автопарком [22]. Незважаючи на те, що загальний рівень проникнення становить лише кілька відсотків, деякі сегменти, такі як автомобільний транспорт, досягнуть рівня прийняття на рівні вище 31 відсотка [30]. Всі основні виробники вантажівок на європейському ринку пропонують рішення телематики OEM як частину свого портфеля продуктів. У 1990-х роках Mercedes-Benz, Volvo та Scania випустили свої перші продукти, а потім - MAN у 2000 році, Renault Trucks в 2004 році, DAF Trucks у 2006 році та IVECO у 2008 році.

Ефективність функціонування у сільському господарстві багато в чому залежить від уміння керівників різного рівня ретельно готувати й обґрунтовувати прийняті рішення. Умови ринкової економіки висувають серйозні вимоги до якості, своєчасності, повноти, вірогідності економічної інформації та глибини аналізу економічних показників. В сільському господарстві, як і в економіці, дуже часто зустрічаються моделі, які ґрунтуються на неточній

вхідній інформації, тому виникають задачі, розв'язки яких нестійкі щодо малих змін вхідних даних.

Музильов Д.О. у роботі [2] підкреслює, що у період збору врожаю зернових культур виникає суттєва потреба в залученні великої кількості транспортних засобів для забезпечення своєчасного вивозу зазначеної групи сільськогосподарських вантажів з полів до тимчасових місць зберігання. Окрім цього, сам процес збору врожаю характеризується наявністю деяких труднощів, що постають перед аграріями та безпосередньо впливають на технологію перевезення: відсутність необхідної кількості сільськогосподарської техніки, не завжди сприятливі погодні умови, недостатні провізні можливості власного парку транспортних засобів, суттєве обмеження в часі при зборі врожаю та інше.

У кожному сільському господарстві, яке займається збором і транспортуванням пшениці, в серпні, ставитися питання в виділення транспортних засобів і розрахунку їх продуктивності роботи. На початку збиральних робіт на полі з'являється проблема в застосуванні потрібної кількості транспортних засобів для прибирання і відвантаження пшениці з поля. Підхід заснований на використанні нечіткої логіки, допоможе галузі сільського господарства правильно виділити потрібну кількість комбайнів, транспортних засобів, визначити рівень полеглисті і ще ряд необхідних значень.

Кожен день людина стикається з різними комп'ютерними системами в повсякденному житті. Комп'ютерний комплекс, в цілому, виконує роботу з виявлення об'єктів, по синхронізації якихось елементів, по передбачення подій і т.д. Кожне з дій включає в себе певного роду логіку послідовності подій для досягнення кінцевого результату, система по передбачення сейсмічної активності або за передбаченням кількості транспортних засобів.

У наш час все більше й більше систем будується на нечіткій логіці. Перш ніж нечіткий підхід до моделювання складних систем отримав визнання у всьому світі, пройшло не одне десятиліття з моменту зародження теорії нечітких множин. Кожна система бере щось своє і обробляє це в своїй фізичній середовищі.

Об'єкт дослідження – методи прогнозування кількості транспортних засобів.

Предмет дослідження – ефективне виділення потрібної кількості транспортних засобів для транспортування і збирання врожаю пшениці.

Методи дослідження. Розробка програми, яка на підставі введених даних користувачем в систему, після виконання буде прогнозувати кількість комбайнів, рівень полеглисті, стан ґрунту, рівень вологості, спосіб збирання, рівень врожайності, час повернення автомобіля від поля до току і назад, швидкість руху комбайна і результуючим показником буде рекомендуватися кількість необхідних транспортних засобів для збирання врожаю.

Наукова новизна магістерської роботи полягає в дослідженні методів побудови нечітких систем. На основі дослідження вироблен додаток який рекомендує виділення транспортних засобів який забезпечить рівень ефективності транспортного процесу при зібранні врожаю ранньої пшениці .

Структура і обсяг роботи.

Магістерська робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань з 107 найменувань на 9 сторінках, 3 додатків на 33 сторінках. Загальний обсяг роботи складає 145 сторінок. Магістерська робота містить 39 рисунків та 12 таблиць.

РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Стан і перспективи виробництва зернових культур в областях України

Україна традиційно є країною з розвиненим аграрним сектором. При цьому в останні роки значення галузі сільськогосподарського виробництва збільшується. [1].

Для аналізу виробничих посівних в Україні необхідно враховувати кліматичні зони країни. Залежно від кліматичної зони району посівної змінюються терміни посіву, дозрівання і збирання врожаю. Крім кліматичних зон, одним з факторів, які необхідно враховувати при збиранні зернових культур є врожайність. Урожайність, в свою чергу залежить від погодних умов.

При аналізі території Уральського регіону можна сказати, що переважає помірно-континентальний клімат, що безпосередньо впливає на врожайність зерна.

Помірно-континентальний клімат характеризується жарким літом і стійко холодною зимою з невеликою кількістю снігу. У той час як різко континентальний клімат має високу амплітудою температури, малою кількістю опадів, сильними вітрами.

Виробництво зерна - провідна галузь сільського господарства. У 2012 році ще не досягнуто рівня 1990 року по посівним площам, валовим збором зерна і збору зерна на душу населення країни. На рисунку 1.1 відображена нестабільність зборів врожаю зернових по роках. За останні десять років валовий збір становив від 60,1 до 108,2 млн.т. Не вдаючись в політичні [50, 78], економічні [51] і природні причини такого факту, відзначимо, що в будь-якому випадку ці коливання врожаю супроводжуються певними виробничими витратами, напруженістю в організації збиральних робіт, на які треба вміти оперативного реагувати. При великій варіації врожаїв ускладнюється вибір оптимальних рішень по комплектуванню машинно-тракторного парку (МТП) господарств, в тому числі і збиральною технікою. Ця проблема ще більш ускладнюється в зв'язку зі значною диференціацією господарств за рівнем виробництва товарного зерна, розмірами посівних площ, форм власності на основні засоби виробництва, фінансової спроможності. У таблиці 1.2 дано розподіл сільськогосподарських підприємств за формами господарювання [50, 62].

Найважливіша відмінність континентальних поясів, необхідне брати до уваги при здійсненні збирання зернових культур - це коефіцієнт вологості на території. Так, на території переважання континентального клімату коефіцієнт вологості більше одиниці на північ і менше одиниці на 13 південь території округу. У зонах переважання різко континентального клімату

коефіцієнт вологості, в основному дорівнює одиниці. При більшій вологості території зернових посівних спостерігається велика врожайність, але при надмірній вологості зерно пошкоджується, кількість зібраного врожаю відповідно знижується, збільшується засміченість зерна. На рисунку 1.2 представлена діаграма врожайності зернових культур в Україні за останні 5 років. Урожайність зернових культур не стабільна, має стрибкоподібний характер, пов'язане це зі зміною багатьох чинників. Температура навколишнього середовища під час вирощування зернових культур, якість посівного матеріалу і т.д.

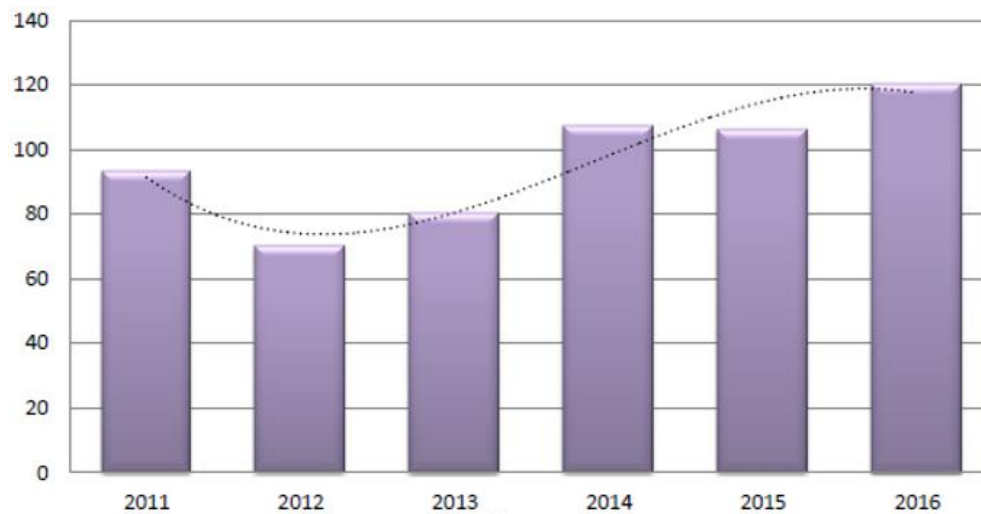


Рисунок 1.1 - Урожайність зернових культур в Україні

Україна має велику кількість посівних площ, відповідно щороку на збиранні зернових культур задіяно величезну кількість автомобільного транспорту, а так само спеціалізованої техніки [64].

Актуальність розгляду питання оптимізації організації прибирального процесу обумовлюється великими витратами на здійснення збиральних робіт. Загальна вартість виробленої продукції - 319,5 млрд.грн. Аналіз собівартості виробництва зерна виявляє велику частку невиробничих витрат, тобто найменше пов'язаних з роботою самих машин в поле і більше з внутрішнім економічним становищем країни. Постійно зростають ціни на машини, відрахування на реновацію, техобслуговування і ремонт, паливо-мастильні матеріали. Якщо раніше ці витрати становили 30-35% від собівартості виробництва зерна, то зараз вони доходять до 65-70% [50, 51]. Все менша питома вага займає заробітна плата механізатора, що значно зменшує роль людського фактора у виробництві сільгосппродукції, знижує мотивацію до праці. Звідси виникає гостра проблема впровадження ресурсних і, перш за все, енергозберігаючих технологій і зниження втрат на всіх стадіях його виробництва. В кінцевому

рахунку, виробнича діяльність будь-якого господарства оцінюється кількістю зібраного врожаю і отриманим прибутком.

Тривалість збиральних робіт в господарствах України в більшості випадків перевищує допустимі агротехнічні терміни. Середній добовий темп збирання зерна не перевищує 3% від загального обсягу, в зв'язку з цим збирання врожаю триває 30-40 діб, замість допустимих 15-20 діб. В результаті низьких темпів не дотримуються агротехнічні терміни, внаслідок чого прямі втрати біологічного врожаю досягають 20-30% [45].

Одним з головних чинників, що негативно впливають на розвиток сільського господарства в Україні - це недолік технічного забезпечення. Так, наведений аналіз чисельності парку зернозбиральних машин в Україні, відображений на рисунку 1.2, свідчить про істотне скорочення комбайнового парку.

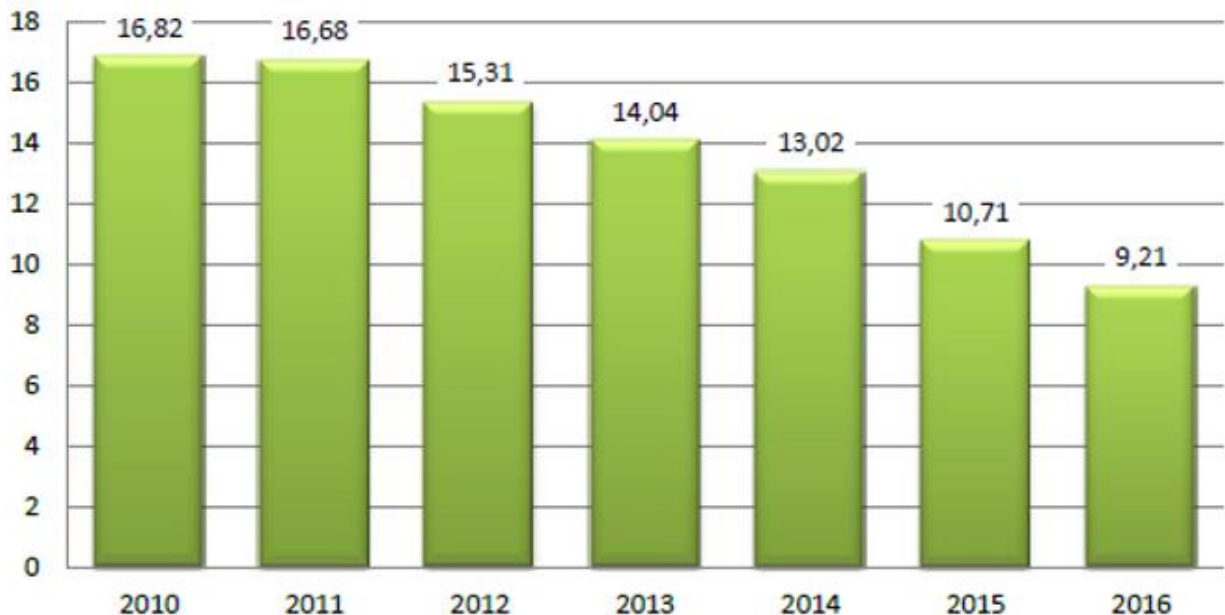


Рисунок 1.2 - Наявність зернозбиральних машин в Україні

Скорочення кількості зернозбиральних машин, є неприпустимим при даній ситуації збільшення площі посівних площ.

На сьогоднішній день на полях для збирання зернових культур використовують, в основному колісні комбайни. Вони мають ряд переваг: малу власну масу, просте в обслуговуванні пристрій двигуна, високу маневреність. Головною перевагою використання даних видів комбайнів є можливість експлуатації на полі, де вологість ґрунту досягає 38%.

Так само ще одним дуже важливим показником при виборі спеціалізованого транспорту є його продуктивність, чим вона вища, тим швидше завершиться процес збирання

врожаю зернових культур. Все зернозбиральні комбайни діляться на 7 класів, що представлено на рисунку 1.3.

Комбайни першого класу мають продуктивність 3 кг зерна в секунду, тоді як комбайни другого класу здійснюють прибирання зерна, з продуктивністю 5-6 кг / сек. Комбайни третього класу смолачівають зерно зі швидкістю 6-7 кг / сек. Четвертий клас комбайнів має пропускну здатність 7-8 кг / сек і т.д [45].



Рисунок 1.3 - Класи зернозбиральних комбайнів

При цьому коефіцієнт оновлення обладнання, який представляє собою виражене у відсотках відношення придбаної нової техніки до її сумарного наявності на кінець звітнього року, за більшістю позицій не перевищує в Україні 4% в рік. Такі темпи оновлення техніки в принципі не можуть заповнити вибувають через знос і старіння парк сільгоспмашин. Причиною даного скорочення є те, що сільгосптоваровиробники через низьку ефективність виробничих умов не мають можливості постійно оновлювати парк зернозбиральних комбайнів, що веде до інтенсивного зносу техніки, яка стоїть на балансі організації.

Розвиток виробництва в сільському господарстві неможливо реалізувати без ефективно працюючого ринку сільськогосподарської продукції. Ринок реалізації зерна має специфічні особливості, пов'язані з якісними властивостями зерна. Здатність тривалий час зберігати зерно, без втрати його фізичних властивостей, дозволяє сільгоспвиробникам реалізовувати наявні обсяги продукції з часом. Підвищуючи рівень інтенсифікації в сільськогосподарському

виробництві, виробники створюють потенційні умови зростання для виробництва та ефективності їх діяльності [46]. Даний фактор дає можливість створити виробниче зростання завдяки якісному вдосконаленню факторів виробництва - трудових ресурсів, технологій і засобів виробництва.

Аналіз робіт [71, 72, 77, 84], дозволив виявити цілком певні особливості функціонування господарств в сучасних умовах реформування агропромислового комплексу України Освіта господарств з різною формою власності на засоби виробництва, що зумовило появу різних форм технічного забезпечення господарств: можна бути власником техніки і її користувачем; власником техніки, але техніку здавати в оренду; можна бути користувачем техніки, але не власником її і т.п. При будь-якому варіанті необхідно індивідуальне рішення проблеми оптимізації парку застосовуваних машин за критеріями «ціна техніки - якість роботи» або «ціна - продуктивність - собівартість».

Розшарування господарств за масштабами виробництва с.г. продукції, в тому числі, і зерна. Це обумовлює рішення задачі оптимізації структури парку, продуктивності машин і втрат зерна в функції обсягів виробництва с.г. продукції конкретно для кожного господарства. Розшарування господарств за рівнем фінансової спроможності призвело до великої різноманітності структури їх МТП, в якому може бути техніка різних років випуску, різних моделей і різних фірм - виробників техніки.

Ця обставина висуває проблему вишукування способів оптимального машиноіспольовання для кожної групи господарств з певним рівнем фінансової забезпеченості і товарності продукції.

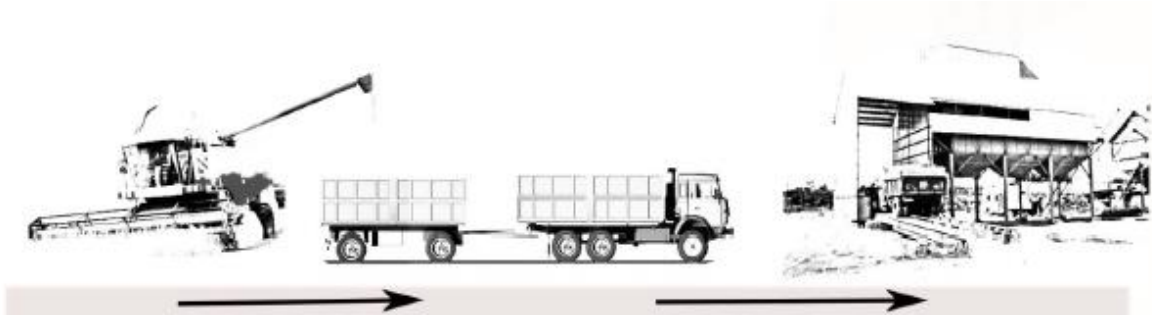
Поява концепції виробництва продукції в господарствах по замкнутому циклу за схемою: виробництво продукції, її переробка та реалізація продуктів переробки врожаю. Зокрема, зерно стає стратегічним товаром. Воно в господарствах має оброблятися, забиратися, перероблятися на продовольче, посівне, фуражне, а також зберігатися і реалізовуватися в різних варіантах переробки в найбільш вигідний період. Така концепція 20 висуває особливі вимоги до всього технічного забезпечення господарств та особливо до збирально-транспортної техніки та обладнання з переробки продуктів врожаю зерна і Нчу. Слабка державна підтримка сільського господарства України обумовлює необхідність інтенсивного розвитку інженерно-технічної служби господарств з комплексним вирішенням питань маркетингу, вибору і придбання потрібної техніки, її техобслуговування і ремонту, оперативного управління всіма аспектами машиноіспольовання і результатами виробничої діяльності господарства. Перераховані особливості функціонування сучасних господарств зумовлюють різні напрямки технічної політики в АПК України і актуальність першочергових

завдань по їх реалізації. Рішення багатьох із зазначених проблем можливо за допомогою моделювання технологічного процесу виробництва с.г. продукції.

1.2 Організація перевезення сільськогосподарських вантажів

Раціональна організація транспортування вантажів сільськогосподарського призначення є одним з важливих елементів розвитку економіки України. Вантажі сільськогосподарського призначення є одним з видів масових вантажів. До них відноситься продукція сільськогосподарського виробництва: зерно, овочі, фрукти, льон і т.д. Процес виробництва сільськогосподарської продукції має специфічні особливості, пов'язані з кліматом, термінами дозрівання і термінами збиральних робіт, розміщенням посівних площ на різних видах ґрунту і т.п. У зв'язку з цим характер сільськогосподарського виробництва, і значення його продукції - визначає Особенности вантажопотоку і транспортування сільськогосподарських вантажів автомобільним транспортом. Вантажопотоки відрізняються нерівномірністю напрямків, різкими сезонними коливаннями і сезону заготівлі продукції. Найбільшого навантаження вантажівок досягають під час проведення збиральних операцій, так як в цей час в їх структурі переважно переважають масові культури. У зимовий період тенденція таких перевезень значно знижується. До особливостей планування перевезення вантажів сільськогосподарського призначення належать: різкі сезонні скачки обсягів, що відбивається на затребуваності різних типів рухомого складу; залучення в збиральний період рухомого складу і персоналу обслуговування АТК; відмінність дорожніх умов, в залежності від відстані та схеми перевезення; в рамках дотримання агротехнічних термінів на період збиральних робіт встановлюється цілодобовий режим роботи АТК; створення тимчасових пунктів технічного обслуговування і ремонту рухомого складу, пунктів заправки, харчування і відпочинку водіїв; Вибір схеми роботи збирально-транспортного комплексу визначається виходячи з відстані перевезення, стану доріг, пропускної спроможності пунктів розвантаження, розмірів полів і їх врожайності. В даний час існує декілька типів транспортного обслуговування зернозбиральних машин з метою зменшення жорсткості їх взаємодії. При жорсткій зв'язку транспорт не повинен відлучатися від обслуговується комбайна, інакше виникають непродуктивні простой. При гнучкого зв'язку на певних інтервалах часу транспортний засіб може бути відсутнім, і це не викличе простою агрегату. Однак через точно заданий інтервал часу транспорт повинен обслужити агрегат інакше виникають простой. Перераховані вище типи перевезення зерна відносяться до прямих

перевезень, які складаються з трьох ланок: зернозбиральні машини - обслуговуючий транспорт - зерновий ток (склад). На рисунку 1.4 відображена схема прямих перевезень.



Рисунку 1.4 - Схема прямих перевезень зерна

Існує комбітрейлерная система перевезень. При роботі такого методу зерно з комбайнів перевантажується в оборотний причіп, буксирується по полю трактором. Після їх заповнення причепа вивозяться на польову дорогу, де формується автопоїзд який, попередньо також завантажений від комбайнів, доставляє зерно на тік.

Для підвищення продуктивності збирально-транспортної ланки застосовують накопичувачі перевантажувачі [49]. Як накопичувач-перевантажувача використовуються тракторні причепа вантажопідйомністю до 17 тонн, з пристроєм для вивантаження зерна. Основним завданням даного методу є прийом зерна від комбайна в проміжках, коли транспорт відсутній, і перевантажувати зерно в який прибув транспорт. Така схема перевезень значно підвищує продуктивність збирально-транспортного комплексу, за рахунок зниження взаємообумовлених простоїв. Завдяки підвищенню продуктивності комплексу вдається мінімізувати втрати продукції через самоосипання.

Таким чином, процес перевезення зернових від полів до току повинен плануватися з урахуванням узгодженості роботи комбайнів і транспортних засобів з мінімізацією частки простоїв. Узгоджена робота прибирального і транспортної ланки досягається попереднім розрахунком необхідної кількості автомобільного транспорту для обслуговування комбайнів, і створенням графіка роботи комплексів.

Комплексні витрати на перевезення зернових становлять 25-30% від загальних витрат у виробництві [49]. У зв'язку з цим оптимізація трудових і матеріальних витрат на перевезення зернових - є головним завданням в цілях зниження собівартості виробництва зернових культур. Сучасне технічне забезпечення збирання зернових культур по номенклатурі дуже різноманітно, особливо якщо врахувати імпорту зарубіжну техніку [86]. Однак в кількісному

відношенні російський парк прибиральної техніки менше оптимального майже в 3 рази [66,56]. Для оцінки сучасного технічного забезпечення збирання зернових культур і перспектив збільшення врожайності зерна нами були прийняті три показника: динаміка парку основних видів техніки внесення мінеральних і органічних добрив [45]. Оцінка динаміки внесення добрив потрібна для прогнозування зростання врожайності зерна в країні, що дуже важливо для обґрунтування перспективного парку збиральних машин.

Для збирання зернових культур в Україні застосовують вітчизняні комбайни. Крім того, багато господарств використовують на збиранні комбайни зарубіжного виробництва [59] або вітчизняного складання комбайнів іноземних фірм. Випускаються вітчизняні та зарубіжні зернозбиральні комбайни за своїми технічними і експлуатаційними характеристиками мають досить великий діапазон. За критерій оцінки їх можливостей умовно прийнята пропускну здатність, яка у існуючих комбайнів знаходиться в інтервалі від 1,5 до 14 кг / с. Основні технічні характеристики вітчизняних і зарубіжних комбайнів представлені в таблиці 1.8 [84,91]. транспортної ланки досягається попереднім розрахунком необхідної кількості автомобільного транспорту для обслуговування комбайнів, і створенням графіка роботи комплексів.

Комплексні витрати на перевезення зернових становлять 25-30% від загальних витрат у виробництві [49]. У зв'язку з цим оптимізація трудових і матеріальних витрат на перевезення зернових - є головним завданням в цілях зниження собівартості виробництва зернових культур. Сучасне технічне забезпечення збирання зернових культур по номенклатурі дуже різноманітно, особливо якщо врахувати імпорту зарубіжну техніку [86]. Однак в кількісному відношенні російський парк прибиральної техніки менше оптимального майже в 3 рази [65,56]. Для оцінки сучасного технічного забезпечення збирання зернових культур і перспектив збільшення врожайності зерна нами були прийняті три показника: динаміка парку основних видів техніки внесення мінеральних і органічних добрив [44]. Оцінка динаміки внесення добрив потрібна для прогнозування зростання врожайності зерна в країні, що дуже важливо для обґрунтування перспективного парку збиральних машин.

Для збирання зернових культур в Україні застосовують вітчизняні комбайни. Крім того, багато господарств використовують на збиранні комбайни зарубіжного виробництва [58] або вітчизняного складання комбайнів іноземних фірм. Випускаються вітчизняні та зарубіжні зернозбиральні комбайни за своїми технічними і експлуатаційними характеристиками мають досить великий діапазон. За критерій оцінки їх можливостей умовно прийнята пропускну здатність, яка у існуючих комбайнів знаходиться в інтервалі від 1,5 до 14 кг / с.

1.3 Продуктивність зернозбиральних комплексу

Зернові культури в зв'язку з високою залежністю якості продукції від кліматичних умов вимагають особливої уваги і врахування цілого комплексу екологічних факторів. При теплих і помірно вологих погодних умовах зерно володіє хорошими врожайними властивостями. У той же час в умовах сильної посухи, при підвищеному зволоженні або ранньому похолоданні якість врожаю значно знижується. До того ж ці фактори сприяють вилягання хлібів. Все це веде до зниження врожайності і значного збільшення втрат при збиранні і механічній обробці зерна.

При організації роботи транспорту, що здійснює збирання зернових культур необхідно враховувати різні чинники.

1.4 Вплив рівня вологості зерна на продуктивність збирально-транспортного комплексу

Вологість зернової маси - найважливіший фактор, що визначає збереження зерна при різних умовах зберігання. Зі збільшенням вологості в зерновій масі посилюються фізико-біологічні та мікро-біологічні процеси, зерно стає нестійким при зберіганні і може зіпсуватися внаслідок самозігрівання [47]. Збільшується частка мікро і макро ушкоджень при збиранні та механічній переробки зернової маси, збільшуються втрати продукції, що відбивається на подальшому як сировину.

Технологічне значення вологості зерна має важливу роль в ланцюжку його виробництва. Тривале зберігання зерна, з його мінімальними втратами, можливо, якщо зерно знаходиться в сухому стані. У табл. 1.1 представлені дані по рівню вологості по найбільш поширеним зернових культур.

Таблиця 1.1 – Вологість зернових культур

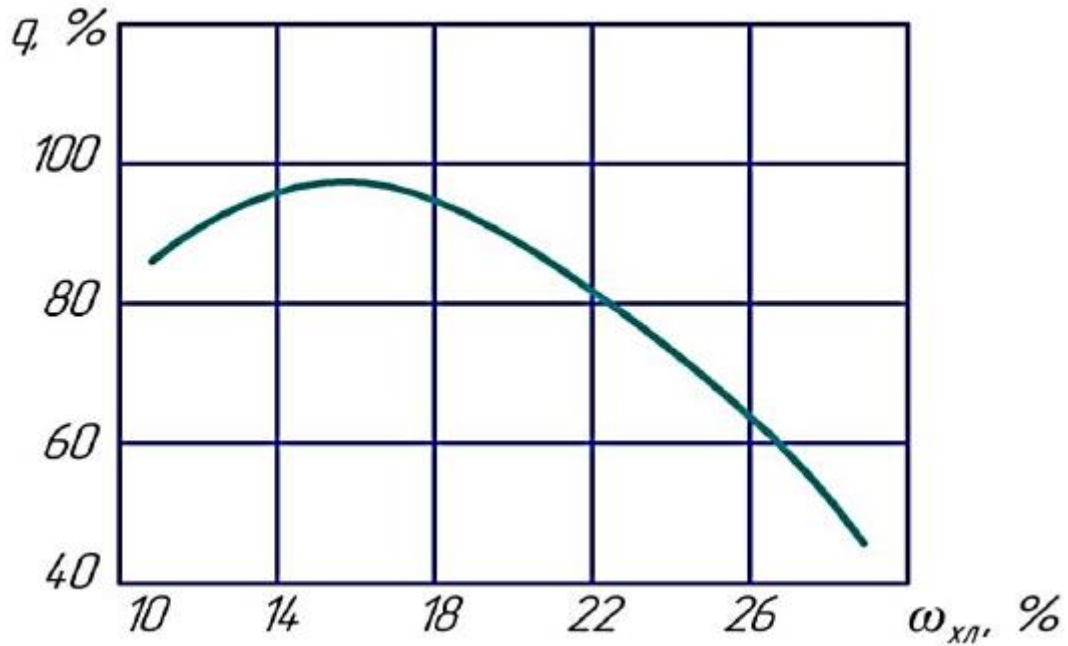
Культура	Вологість зерна, %			
	Сухе	Середньої сухості	Вологе	Сире
	До	Понад	До	Понад
Пшениця, жито, ячмінь, гречка	14	14	15,5	17

Для визначення вологості хлібної маси можна скористатися методикою, викладеної в роботі П.М. Федосєєва, де статистична обробка великої кількості досвідчених даних вологості зерна і незернової частини врожаю в період обмолоту показала, що між вологістю зерна та соломи існує досить тісний зв'язок [4]. Рівень кількості вологи в соломі - нижче рівня вологості зерна. З огляду на цю особливість, що вологість соломи знаходиться в певному співвідношенні з вологістю зерна, представляється можливим при розгляді втрат зерна орієнтуватися тільки на вологість зерна [47].

При збиранні та перевезенні існує вплив відносної вологості повітря на вологість зерна. Дослідним шляхом доведено, що під впливом відносної вологості повітря і температури, вологість зерна в колосі змінюється протягом доби [48]. Так зерно зібране комбайнами в різний час доби має різний показник вологості. Найбільше зволоження зернової маси спостерігається рано вранці. В цей час переважає найнижча добова температура і підвищений рівень вологості повітря.

Зерно з підвищеним рівнем вологості потребує активного вентилявання і сушіння. Даний процес передбачає додаткові витрати, які призводять до подорожчання продукції. У денний час рівень вологості повітря досягає нижнього значення. Тому, щоб прибрати зерно з оптимальним рівнем вологості, необхідно планувати роботу зернозбиральних машин в світлий час доби.

Серед безлічі біометричних факторів, що впливають на якість зерна і якостей його збирання, особливий вплив надає рівень вологості зернової маси. На рисунку 1.5 відображений графік залежності пропускну здатності молотарки комбайна від вологості зерна.



Рисунку 1.5 - Зміна пропускної здатності комбайна (q) в залежності від вологості зерна ($\omega_{хл}$) [7]

Дана залежність показує, що при найменшому рівні вологості продуктивність ЗУ низька, так як при меншій вологості зерно має властивість обсіпатися з колосків, що призводить до втрат продукції. При збільшенні рівня вологості вище оптимальних значень, продуктивність зернозбиральних машин зменшується, так як вологе зерно схильне до значних пошкоджень. Збільшення вологості хлібної маси з 13-17 до 27-29% призводить до зниження годинної продуктивності збирально-транспортної лінії майже на 40% [51].

Виходячи з вищевикладеного матеріалу, слід - що продуктивність зернозбиральних машин змінюється протягом доби, відповідно до зміни рівня вологості зерна. Якщо врахувати дану закономірність при розрахунку кількості обслуговуючого транспорту, передбачається, що зміна продуктивності зернозбирального комплексу, відбивається на продуктивності транспортного ланки. У ситуації, що склалася, одним із шляхів підвищення ефективності процесу збирання, є оптимізація кількості транспортних одиниць з урахуванням закономірності зміни продуктивності зернозбиральних машин.

1.5 Розрахунок кількості збирально-транспортних машин при збиранні зернових культур

Узгоджена робота прибирального і транспортного ланки є визначальним фактором досягнення максимальної продуктивності процесу збирання зерна. Досягнення узгодженої роботи неможливо без попереднього розрахунку необхідної кількості автомобільного транспорту для обслуговування певної кількості комбайнів, і створенням графіка роботи збирального комплексу. Обов'язковою фактором є умова перевезення в встановлені агротехнічні терміни. Докладний розрахунок представлений в роботі [73].

Визначаємо кількість бункерів зерна, які можуть увійти в кузов автомобіля, шт. (Значення округляється до цілого меншого числа) (1.1):

$$k = q / (o * p) \quad (1.1)$$

де q - номінальна вантажопідйомність автомобіля, т;

o - обсяг бункера комбайна;

p - щільність зерна, т /.

Значення кількості бункерів входять в кузов автомобіля завжди округлюється до цілого меншого числа.

Визначаємо час завантаження автомобіля зерном, г(1.2):

$$v = t * y \quad (1.2)$$

де t - час під'їзду і від'їзду автомобіля до комбайна, г .;

y - час вивантаження зерна з бункера комбайна, г.

Визначаємо час руху автомобіля з поля на струм, г(1.3):

$$z = a / r \quad (1.3)$$

де a - відстань з поля до струму, км;

r - Середня технічна швидкість автомобіля з струму до поля, км / год.

Визначаємо час руху автомобіля з струму на поле, г(1.4):

$$b = a * z \quad (1.4)$$

де z - швидкість руху порожнього автомобіля, км / год.

Визначаємо час рейсу автомобіля, ч(1.5):

$$x = (z * i) / b \quad (1.5)$$

де і- час перебування автомобіля на току, ч. (зважування, розвантаження, оформлення документів).

Визначаємо годинну продуктивність комбайна тонн / год(1.6):

$$N = (v * U) / (\tau / Vp) \quad (1.6)$$

де v- робоча ширина захвату жатки, м;

U - врожайність культури, т / га;

τ - коефіцієнт використання часу зміни;

Vp - робоча швидкість руху комбайна, км / год;

Далі визначаємо потрібну кількість транспортних засобів(1.7):

$$H = 1 / N \quad (1.7)$$

де N - кількість комбайнів в групі, що обслуговуються автомобілями.

Отримане значення кількості транспортних засобів округляємо до цілого числа в більшу сторону, так як - згідно агротехнічним вимогам продуктивність транспортного ланки повинна задовольняти вимоги ланки збиральних машин в повному обсязі. У разі неповного закриття вимог виникають непродуктивні простої збиральних комбайнів.

1.6 Вплив добової продуктивності комбайнів на продуктивність автомобілів

Сучасні вимоги використання рухомого складу на транспортно-технологічних перевезеннях, є завданням створення нових показників для оцінки перевізних технологій. Вони дозволяють виявити резерви підвищення ефективності використання рухомого складу.

Існуючий розрахунок добової продуктивності зернозбиральних комбайнів враховує середній показник вологості зерна.

В умовах зміни даного показника, продуктивність комбайнів розраховується з найменш вірогідним результатом.

Величина продуктивності зернозбирального комбайна з урахуванням коефіцієнта вологості визначає найбільш точне значення фактичної ефективності роботи транспортно-прибирального ланки.

Для того щоб розрахувати значення в КВЛ в режимі польових робіт, необхідний постійний моніторинг показника вологості хлібної маси. Для розрахунку КВЛ рамках даного дослідження, скористаємося статистичними показниками вологості зернової маси протягом доби, представленими в роботі [12].

На рисунку 1.6 представлений графік зміни вологості зерна в залежності від часу доби.

Використовуючи дані, представлені на рисунку 1.7 можна розрахувати значення КВЛ для кожної години роботи. Таким чином, показник добової продуктивності зернозбиральної машини набирає вигляду матриці значень, в якій кожне значення визначає показник продуктивності зернозбиральної машини в конкретну годину роботи.

Максимальна продуктивність комбайна досягається при рівні вологості зерна 14-17% [7], так як при цьому показнику рівня вологості, зерно менш схильне факторам завдає шкоди продукції.

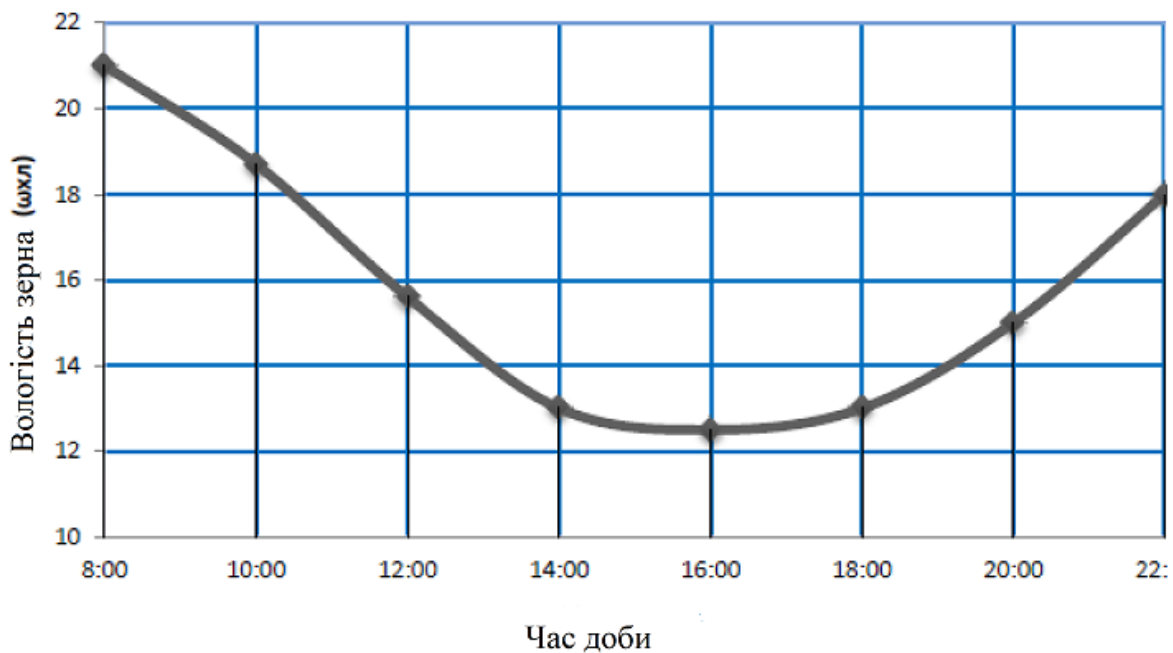


Рисунок 1.6 - Зміна вологості зерна протягом доби

Згідно агрономічних і агротехнічних вимогам існуючі методики розрахунку кількості транспортних засобів, націлені на повне задоволення транспортних вимог. Так в методиках розрахунку збиральних ліній [60], при розрахунку продуктивності збирального агрегату враховуються середні показники вологості, врожайності і т.д.

Через високу вартість зернових культур, вартість простоїв зернозбиральних комбайнів значно перевищує номінальну вартість простоїв автомобільного транспорту. Так само причиною є висока вартість зернозбиральних машин і запчастин.

В результаті виявленої неузгодженості режимів роботи збирально-транспортного комплексу, відбуваються простої транспорту, які тягнуть економічні втрати.

Так як розрахунок кількості транспорту проводиться виходячи з максимальної продуктивності зернозбиральних машин, в період коли комбайни працюють не на повну потужність - простої транспорту значно збільшуються. У ранковий і вечірній час, коли вологість зерна сягає 30%, продуктивність комбайнів знижується до 35-40% [54]. Дана залежність відображена на рисунку 1.7.

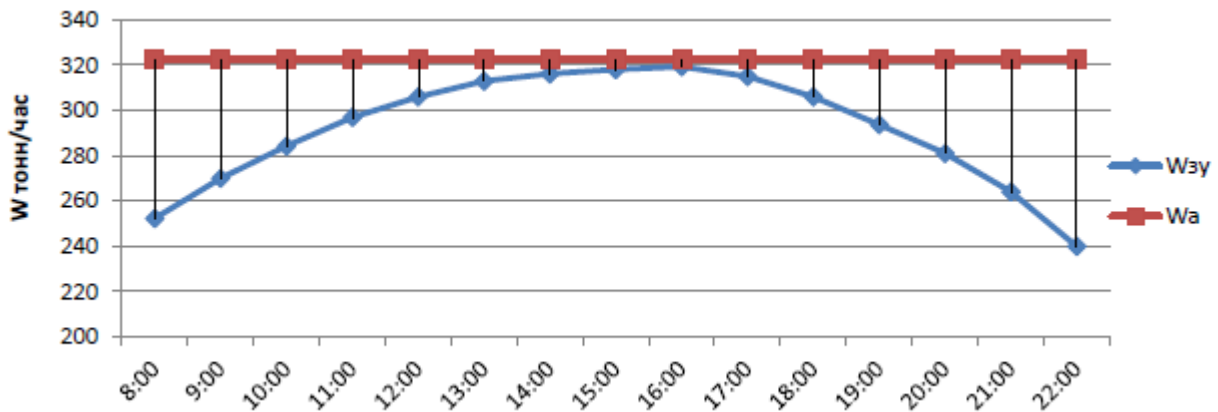


Рисунок 1.7 - Продуктивність зернозбирального і транспортного комплексу протягом доби (тонн / год)

1.7 Розрахунок витрат транспортних засобів і зернозбиральних машин

У зв'язку з низькою продуктивністю технологічних машин строки збирання перевищують нормативні у 2-3 рази, що в свою чергу призводить до втрати не менше чверті вирощеного врожаю [48]. Проблему поглиблює імовірнісний характер взаємодії машин, викликаючи простий взаємопов'язаних в технологічному процесі агрегатів [68,69].

В роботі М.М. Константинова [52] представлена цільова функція по обґрунтуванню структури зернозбирального комплексу з урахуванням вартості простою машин і їх імовірнісного характеру взаємодії. Однак на структуру збирального комплексу значний вплив буде надавати продуктивність технологічних машин [63,68], яка в свою чергу залежить від логістики зернозбирального процесу, а саме зниження взаємообумовлених простоїв техніки.

Для того щоб визначити витрати на простої техніки скористаємося методикою представленої в роботі [67,68,69].

Вартість простою транспортного засобу рамках даної роботи дорівнює тарифній ставці. Грунтуючись на аналітичних даних представлених в роботі [82,83,84,85] агро-комплексні підприємства несуть економічні втрати при наявності власного парку вантажного транспорту. Введу цього - для вивезення продукції рослинництва підприємства користуються послугами найманого транспорту. При вивезенні зерна від полів до зернового току, як правило, використовується погодинний тариф.

Для визначення середньої тривалості простою протягом зміни комбайна і транспортного засобу використовується теорія масового обслуговування, яка дозволяє врахувати випадковий характер зв'язку між збиральними агрегатів і транспортними засобами. Роботу технологічних ліній на збиранні зернових культур можна представити у вигляді багатоканальної замкнутої системи масового обслуговування з очікуванням. Функціонування даної системи можна описати через всі можливі її стану та інтенсивності переходу з одного в інше.

Основними параметрами функціонування системи масового обслуговування є ймовірності стану системи, тобто можливості наявності вимог (транспортних агрегатів) в системі.

Вихідними даними, що характеризують систему, є: число каналів обслуговування m (збиральних агрегатів), число вимог N (транспортних агрегатів) визначається за методикою [9], інтенсивність надходження однієї вимоги на обслуговування λ (тобто число повернень вимоги в одиницю часу), інтенсивність обслуговування вимог μ .

Дослідження цільової функції показує, що на оптимальну кількість збиральних агрегатів в групі істотно впливає тип зв'язку і продуктивність збиральних і транспортних машин, врожайність культури і відстань перевезення.

1.8 Розрахунок продуктивності збирально-транспортної ланки

Визначаємо кількість бункерів зерна, які можуть увійти в кузов автомобіля, шт. (Значення округляється до цілого меншого числа): = 2 шт.

Зробимо розрахунок часу завантаження автомобіля зерном, за формулою 1.6, представленої в розділі 1.3, г: = 0,18 г.

Далі визначимо час руху автомобіля по дорозі з поля на струм: = 0,6 г.

Потім, зробимо розрахунок часу руху автомобіля з струму на поле: = 0,23 г.

Сумарний час рейсу автомобіля, в даному випадку, визначається за формулою 1.5 цього розділу: = 1,06 ч.

Визначаємо коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля:.

Обчислимо продуктивність автомобіля застосовуючи вихідні дані, отримаємо: = 16,7 т / год.

Значення продуктивності комбайна, з урахуванням коефіцієнта вологості.

Так як змінюваний протягом доби, присвоюємо йому значення відповідні кожній годині часу зміни. При максимальна тривалість зміни 14 годин, відповідно приймає 14 значень. У табл. 1.2 представлений розрахунок продуктивності комбайна.

Таблиця 1.2 – Розрахункові значення за формулою

Час доби	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00		13:00	14:00
	0,79	0,86	0,89	0,93	0,95		0,98	0,99
	8,4	9,1	9,4	9,8	10,1		10,4	10,5
Час доби	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
	0,99	1	0,98	0,95	0,91	0,88	0,84	0,8
	10,5	10,6	10,4	10,1	9,6	9,3	8,9	8,5

Тепер, на основі отриманих даних зробимо розрахунок необхідної кількості автомобілів на збиранні зернових культур. З огляду на те, що значення змінюється протягом доби, отримане значення так само приймає матрицю значень, змінних протягом доби.

Отримані дані в залежності від кількості автомобілів представлені в табл. 1.3. Видно, що кількість потрібних для збирання автомобілів прямолінійно зростає зі збільшенням коефіцієнта вологості.

Таблиця 1.3 – Розрахунок необхідної кількості автомобілів

Час доби	8:00	9:00	10:00	11:00		12:00	13:00	14:00
		0,86	0,89	0,93		0,95	0,98	0,99
	6,7	7,3	7,6	7,9		8,1	8,4	8,5
Час доби	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
	0,99	1	0,98	0,95	0,91	0,88	0,84	0,8
	8,5	8,5	8,4	8,1	7,8	7,5	7,2	6,8

З огляду на зміну продуктивності зернозбиральних машин протягом доби, при розрахунку необхідної кількості транспортних засобів, можливо розрахувати таку кількість автомобілів, при якому витрати на простой збирально-транспортної ланки будуть мінімальними. На рисунку 1.8 відображена залежність продуктивності автомобілів.

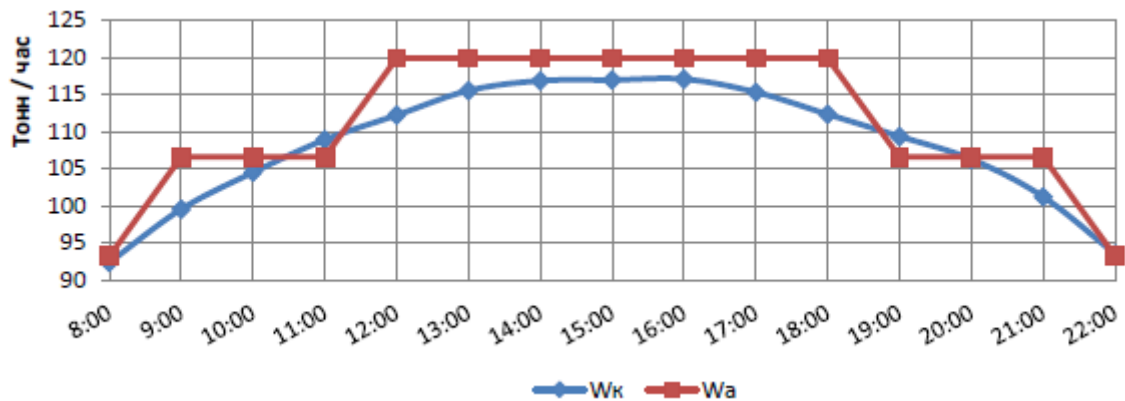


Рисунок 1.8 - Оптимальна продуктивність збирально-транспортної ланки

Наведений розрахунок відображає оптимальне поєднання техніки, але планування роботи техніки в даній формі в реальних умовах не представляється можливим. У зв'язку з цим постає завдання планування транспортної роботи в умовах близьких до оптимальних значень.

Щоб уникнути простоїв непродуктивні простой, пропонується позмінне планування роботи транспорту. На рисунку 1.9 представлений графік, що відображає роботу транспорту в трьох змінах різних за кількістю транспорту.

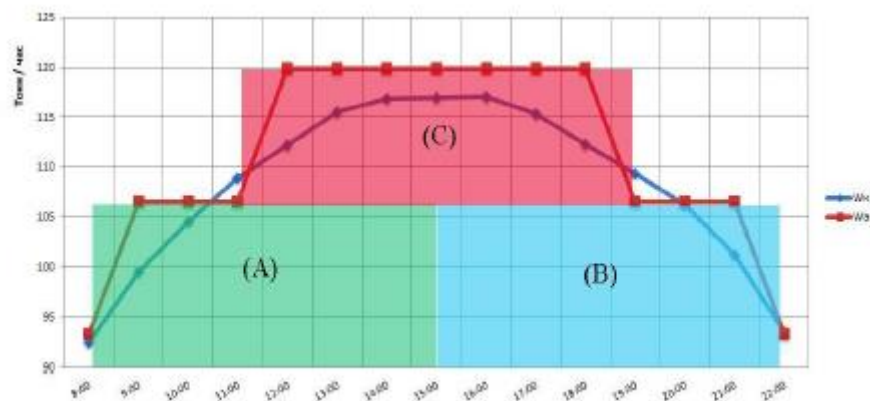


Рисунок 1.9 - Змінний графік роботи транспортної ланки

Режим планування роботи в три зміни дозволяє оптимально розподілити транспортні потужності протягом доби. Зміна транспортної групи (А) і (В) складаються з семи автомобілів. Зміна групи (С) передбачає збільшення продуктивності основного транспортного комплексу, і складається з двох автомобілів. Представлене планування транспортної роботи під час збирання зернових є найбільш оптимальною щодо матеріальних витрат, а так само узгоджується з режимом роботи водіїв. Позмінне планування дозволяє не порушувати закон про режим праці та відпочинку водіїв. Тривалість зміни кожної окремої групи становить сім годин.

Для розрахунку витрат на непродуктивні простой необхідно розрахувати собівартість простой транспортного і прибирального ланок.

Собівартість простой автомобілів дорівнює встановленому погодинним тарифом, так як автомобільний транспорт залучений.

Розраховуємо інтенсивність надходження однієї вимоги на обслуговування λ , тобто число повернень вимоги в одиницю часу. Значення λ представлені на рисунок 1. 10:

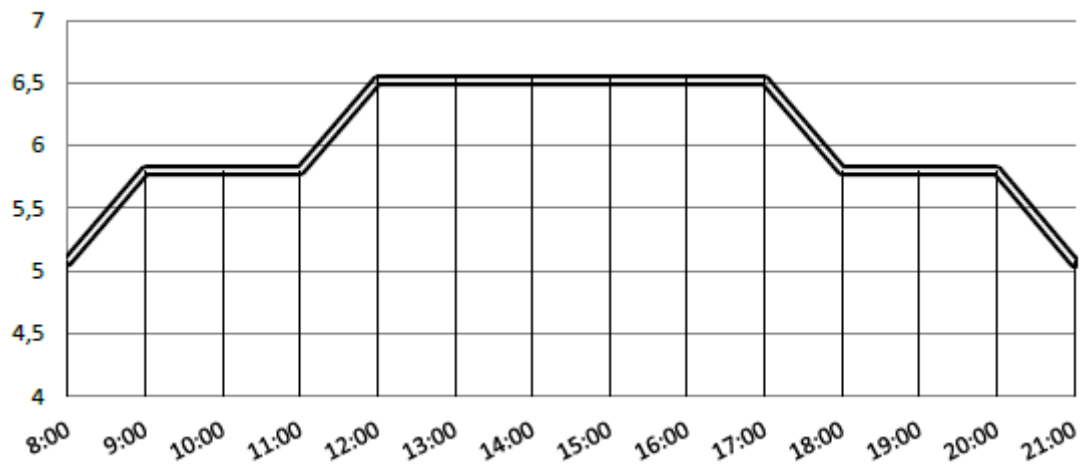


Рисунок 1.10 - Інтенсивність надходження вимоги λ

Розраховуємо інтенсивність обслуговування вимог, вона визначається як величина, зворотна часу обслуговування одного вимоги: $= 0,73$

Середнє число заявок, що обслуговуються комбайном за час звернення транспорту, визначає їх інтенсивність надходження P , що характеризує загальний параметр функціонування системи. Розраховані значення представлені на рисунку 1.11:

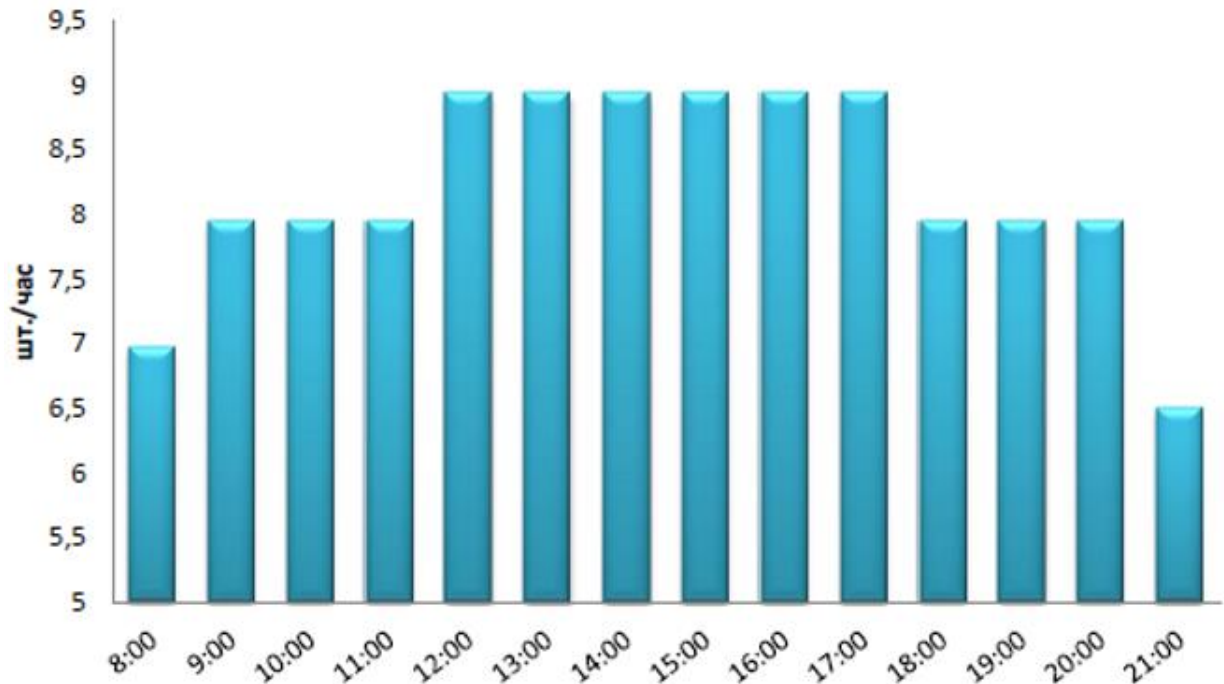


Рисунок 1.11 - Розрахункові значення Р

Для визначення часу простою транспортних засобів визначається довжина черги, яка чекає на обслуговування. Довжина черги відображає кількість автомобілів у черзі на момент збиральних робіт.

Далі визначається частка простою транспортного засобу протягом доби. Дослідження показує, що на оптимальну кількість збиральних агрегатів в групі істотно впливає тип зв'язку і продуктивність збиральних і транспортних машин, врожайність культури і відстань перевезення. Для типових умов України, оптимальну кількість комбайнів в ланці силосозбиральні комплексу знаходиться в межах 2-4 одиниць. Розрахункові дані по частках простою відображені на рисунок 1.12:

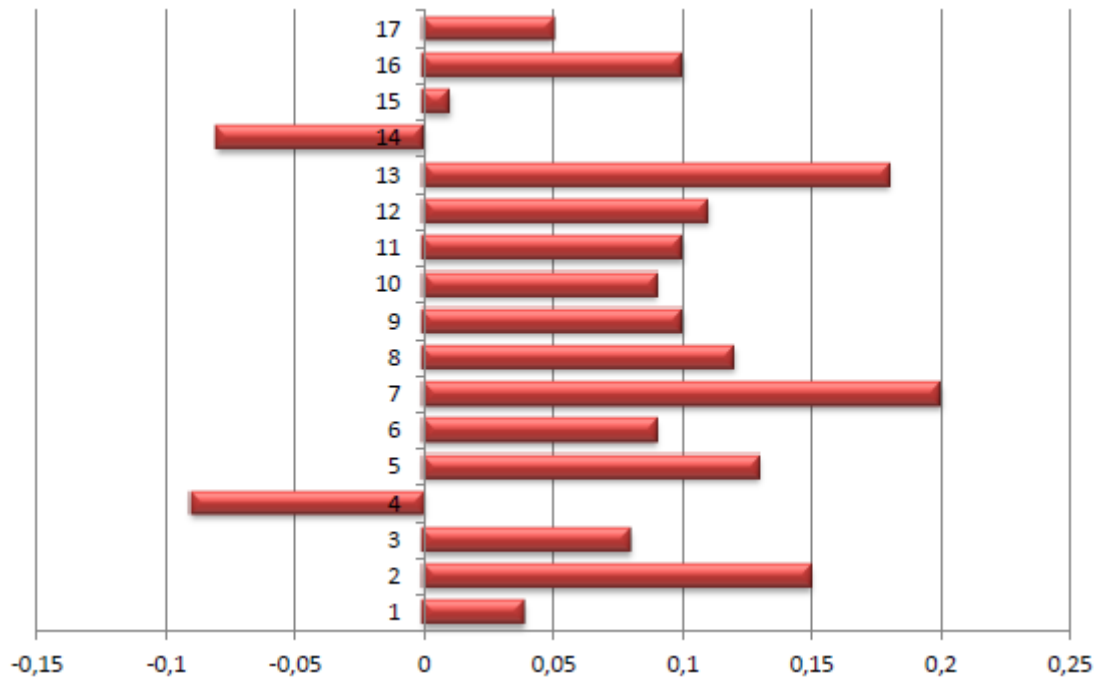


Рисунок 1.12 - Частка простоїв транспортних засобів

Найважливішим резервом зниження простоїв в поточних процесах є комплектування збирально-транспортних ланок з урахуванням широкого спектра природно-виробничих факторів і непевного характеру

взаємодії машин. З цією метою запропонована дана методика проектування технологічних ліній на збиранні зернових культур.

Висновки по розділу 1

У розділі наведено науково-дослідні результати про вплив кліматичних впливів на продуктивність зернозбирального комплексу.

Наведено дані про вплив вологості зернової маси на продуктивність зернозбиральних машин. Описано критерії зміни якості обробки зерна при різних показниках вологості зернового купу. Представлена залежність зміни продуктивності транспортного комплексу від ефективності використання зернозбиральних агрегатів.

Представлена методика розрахунку необхідної кількості транспортних засобів. Дана методика враховує середні показники впливу кліматичних факторів на роботу збирального комплексу.

Відображено вплив вологості зерна на продуктивність комбайна. Запропоновано методику, яка в свою чергу враховує зміну добових показників вологості зерна, і відображає

це на продуктивності комбайна. Запропоновано використання поправочного коефіцієнта, який впливає на показник продуктивності прямо пропорційно - залежно від зміни вологості зерна.

Представлені розрахунки кількості транспортних засобів для проведення збиральних робіт. Так само зроблено розрахунок собівартості простоїв транспортних засобів.

Запропоновано методику, яка в свою чергу враховує зміну добових показників вологості зерна, і відображає це на продуктивності комбайна. Запропоновано використання поправочного коефіцієнта, який впливає на показник продуктивності прямо пропорційно - залежно від зміни вологості зерна.

В даному розділі наведені існуючі методики проектування транспортно-технологічних, для збирання зернових культур. Відображено переваги і недоліки даних методик. Найважливішим резервом зниження простоїв в поточних процесах є комплектування збирально-транспортних ланок з урахуванням широкого спектра природно-виробничих факторів і непевного характеру взаємодії машин. З цією метою запропонована методика проектування технологічних ліній на збиранні зернових культур.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ПОБУДОВИ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ

2.1 Аналіз вимог побудови комп'ютерної системи

Програмно-апаратний комплекс - це набір технічних і програмних засобів, що працюють спільно для виконання однієї або кількох подібних завдань.

Складається, відповідно, з двох основних частин.

1. Апаратна частина (англ. Hardware) - пристрій збору і обробки інформації наприклад комп'ютер, біометричний детектор і т. п. Під архітектурою апаратного забезпечення комп'ютера розуміються внутрішні компоненти комп'ютера і підключені до нього пристрої введення (як комп'ютерна миша і клавіатура) і пристрої виведення (монітор). Внутрішні компоненти комп'ютера разом являють собою обчислювальний і керуючий пристрій, об'єднані шиною. Більш поширені позначення такі як процесор, оперативна пам'ять і жорсткий диск. Шина з'єднує окремі компоненти в складну систему, так як без шини розрізнені деталі не змогли б функціонувати. Процесор або ЦПУ(центральний процесорний пристрій) визначає основну швидкість роботи комп'ютера. Вимоги до трактування ЦПУ і власної потужності процесора постійно збільшуються, тому що також ростуть вимоги техніки. Програмне забезпечення, яке пізніше встановлюється на комп'ютер, вимагає все більшої потужності процесора.

Термін архітектура поширюється на пристрій комплектної системи, так як окремі компоненти повинні бути один з одним узгоджені, щоб гарантувати безперебійне протікання процесу. В іншому випадку, в майбутньому, це призведе до проблем з комп'ютером. Якщо елемент не підходить до інших компонентів, то вони так само не можуть споживати повну потужність. Окремі складові блоки, такі, як процесор, оперативна пам'ять або шина, при складанні корпусу повинні складати одне ціле. Інакше підключене до процесора програмне забезпечення не зможе виконувати свої завдання в повній мірі і поводження з комп'ютером буде ускладнено.

2. Програмна частина (англ. Software) - спеціалізоване програмне забезпечення (як правило, написане компанією-виробником апаратної частини), обробляє і інтерпретує дані, зібрані апаратною частиною. Наприклад: вбудоване програмне забезпечення, операційна система.

Прикладне програмне забезпечення - програма, призначена для виконання певних користувальницьких завдань і розрахована на безпосередню взаємодію з користувачем.

Програмне забезпечення є одним з видів забезпечення обчислювальної системи, поряд з технічним (апаратним), математичним, інформаційним, лінгвістичним, організаційним, методичним та правовим забезпеченням.

2.2 Нечіткі множини

Цей розділ написаний за матеріалами робіт [15,18,25]. З додатковими відомостями за нечіткими множинами можна ознайомитися у роботах [26,57,64,80,83-85].

Теорія множин є потужним інструментом математики. Однак, що лежить в її основі аксіома виключеного третього, яка стверджує, що елемент або належить множині або не належить, часто робить цю теорію непридатною в реальних задачах, в яких застосовуються нечіткі оцінки, такі як: <більший прибуток ">, <високий тиск">, <помірна температура ">, <надійні інструменти ">, <безпечні умови"> і т.п. На жаль, подібні висловлювання не можуть бути адекватно формалізовані звичайними математичними методами.

Якщо ми хочемо врахувати точне значення нечіткого терма, то чіткий поділ елементів (наприклад значень тиску) на ті, які належать терму <високе>, і ті, які не належать, є штучним. Це відбувається в першу чергу через те, що деякі значення можуть сприйматися як <високий тиск з деякою натяжкою>, <не зовсім високий тиск>, <не зовсім невисокий тиск> і ін.

Спроба розвитку формального апарату для залучення часткової власності на теорію множин була зроблена в середині 60-х років Заде [15]. Він ввів поняття нечіткої множини як зборів елементів, які можуть належати цій множині зі ступенем від 0 до 1. Причому 0 позначає абсолютну неналежність, а 1 - абсолютну приналежність безлічі. Це було зроблено шляхом застосування поняття функції приналежності, яка ставить у відповідність кожному елементу універсальної множини число з інтервалу $[0,1]$, що позначає ступінь приналежності. Поняття функції приналежності є узагальненням поняття характеристичної функції чіткого безлічі, яка оперує значеннями $[0,1]$. Тому основні властивості і операції над нечіткими множинами, введені Заде і його численними послідовниками, є узагальненнями відповідних властивостей і операцій класичної теорії множин.

З моменту свого виникнення теорія нечітких множин викликала безпрецедентне зростання інтересу практично у всіх галузях науки і техніки.

2.2.1 Аналіз математичних моделей і методів для вирішення задачі.

Для рішень задач за допомогою нечіткої логіки використовують 2 підходи: проектування систем типу Сугено та проектування систем типу Мамдані.

2.2.1.1 Проектування систем типу Сугено

Фазифікація вхідних змінних. Фазифікація виконується однаково у всіх методах нечіткого виведення. Фазифікацією ще називають введенням нечіткості.

Метою етапу фазифікації є встановлення відповідності між конкретним (зазвичай - чисельним) значенням окремої вхідної змінної системи нечіткого виведення і значенням функції приналежності відповідного їй терма вхідної лінгвістичної змінної.

Після завершення цього етапу для всіх вхідних змінних повинні бути визначені конкретні значення функцій приналежності по кожному з лінгвістичних термів, які використовуються в підумови бази правил системи нечіткого виведення.

Етап фазифікація вважається закінченим, коли будуть знайдені всі значення для кожного з підумови всіх правил, що входять в дану базу правил системи нечіткого виведення. Це безліч значень позначимо через.

Для ілюстрації виконання цього етапу розглянемо приклад процесу фазифікація трьох нечітких висловлювань: «швидкість автомобіля мала», «швидкість автомобіля середня», «швидкість автомобіля висока» для вхідних лінгвістичної змінної - швидкість руху автомобіля.

Тоді фазифікація першого нечіткого висловлювання дає в результаті число, яке означає його ступінь істинності і виходить підстановкою значення як аргумент функції належності терму.

Фафифікація другого нечіткого висловлювання дає в результаті число (наближене значення), яке означає його ступінь істинності і виходить підстановкою значення як аргумент функції належності терму.

2.2.1.2 Проектування систем типу Мамдані

У 1975 році Мамдан розробив алгоритм, який був запропонований як метод для управління паровим двигуном. Запропонований ним алгоритм, заснований на нечіткому логічному висновку, дозволив уникнути надмірно великого обсягу обчислень і був гідно оцінений фахівцями. Цей алгоритм в даний час отримав найбільше практичне застосування в задачах нечіткого моделювання.

Характеристикою нечіткої множини виступає функція приналежності (Membership Function). Позначимо через $Mf_c(x)$ - ступінь приналежності до нечіткої множини C , що представляє собою узагальнення поняття характеристичної функції звичайного безлічі. Тоді нечіткою множиною M називається велика кількість впорядкованих пар виду $C = \{Mf_c(x) / x\}$, $Mf_c(x) [0,1]$. Значення $Mf_c(x) = 0$ означає відсутність приналежності до множини, 1 - повну приналежність.

Для нечітких множин, як і для звичайних, визначені основні логічні операції. Самими основними, необхідними для розрахунків, є перетин і об'єднання.

Перетин двох нечітких множин (нечітка "І"): $A \cap B: Mf_{AB}(x) = \min(Mf_A(x), Mf_B(x))$.

Об'єднання двох нечітких множин (нечітка "АБО"): $A \cup B: Mf_{AB}(x) = \max(Mf_A(x), Mf_B(x))$.

В теорії нечітких множин розроблено загальний підхід до виконання операторів перетину, об'єднання і доповнення, реалізований в так званих трикутних нормах і конормах. Наведені вище реалізації операцій перетину і об'єднання - найбільш поширені випадки t-норми і t-конорми [2].

Основою для проведення операції нечіткого логічного висновку є база правил, що містить нечіткі висловлювання у формі "якщо щось" і функції приналежності для відповідних лінгвістичних термів. При цьому повинні дотримуватися наступні умови:

Існує хоча б одне правило для кожного лінгвістичного терма вихідної змінної.

Для будь-якого терма вхідної змінної є хоча б одне правило, в якому цей терм використовується в якості передумови (ліва частина правила).

Існує понад десяток типових форм кривих для завдання функцій приналежності. Найбільшого поширення набули: трикутна, трапецеїдальних і гауссова функції приналежності [1].

Трикутна функція приналежності визначається трійкою чисел (a, b, c) , і її значення в точці x обчислюється згідно з виразом (2.1):

$$MF(x) = \begin{cases} 1 - \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1 - \frac{x-b}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & x \notin (a; c) \end{cases} \quad (2.1)$$

При $(b-a) = (c-b)$ маємо випадок симетричній трикутної функції приналежності, яка може бути однозначно задана двома параметрами з трійки (a, b, c) [3].

Аналогічно для завдання трапецієподібної функції приналежності необхідна четвірка чисел (a, b, c, d) (2.2):

$$MF(x) = \begin{cases} 1 - \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ 1 - \frac{x-c}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & x \notin (a; d) \end{cases} \quad (2.2)$$

Нехай $X=\{x\}$ - універсальне безліч, тобто повне безліч, що охоплює всю проблемну область.

Нечітка безліч $A \subseteq X$ являє собою набір пар $\{(x, \mu^A(x))\}$, де $x \in X$ й $\mu^A : X \rightarrow [0,1]$ - функція приналежності, яка представляє собою деяку суб'єктивну міру відповідності елемента x нечіткій множині A .

$\mu^A(x)$ може приймати значення від нуля, який позначає абсолютну не приналежність, до одиниці, яка, навпаки, говорить про абсолютну приналежності елемента x нечіткій множині A . Іноді зручно розглядати значення $\mu^A(x)$ як ступінь сумісності елемента x з розмитим поняттям, представленим нечітким безліччю A . Часто нечітка множина $A \subseteq X$ і його функцію приналежності $\mu^A(x)$ розглядають як взаємозамінні поняття. Якщо безліч $\{0,1\}$ замінити на $\{0,1\}$, то функція приналежності буде являти собою характеристичну функцію звичайного (НЕ нечіткого) безлічі. Якщо нечітка множина A визначено на кінцевому універсальній множині $X=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, то його зручно позначати наступним чином:

$$A = \mu^A(x_1)/x_1 + \mu^A(x_2)/x_2 + \dots + \mu^A(x_n)/x_n = \sum_{i=1}^n \mu^A(x_i)/x_i, \text{ де}$$

$\langle \mu^A(x_i)/x_i \rangle$ - пара <функція приналежності / елемент>, звана Сінглтоном, а $\langle + \rangle$ - позначає сукупність пар.

Нехай $X = \{1, 2, 3, \dots, 10\}$. Тоді нечітка множина <великі числа> може бути представлено в такий спосіб:

$$\langle \text{Великі числа} \rangle = 0.2 / 6 + 0.5 / 7 + 0.8 / 8 + 1/9 + 1/10.$$

Це можна розуміти так: 9 і 10 з абсолютною впевненістю можна віднести до <великим числам>, 8 є <велике число> зі ступенем 0.8 і т.д. 1, 2, ... 5 абсолютно не є <великими числами>.

На практиці зручно використовувати кусочно-лінійну апроксимацію функції приналежності нечіткого безлічі як це показано на рис. 2.3, так як потрібно тільки два значення \underline{a} і \bar{a} .

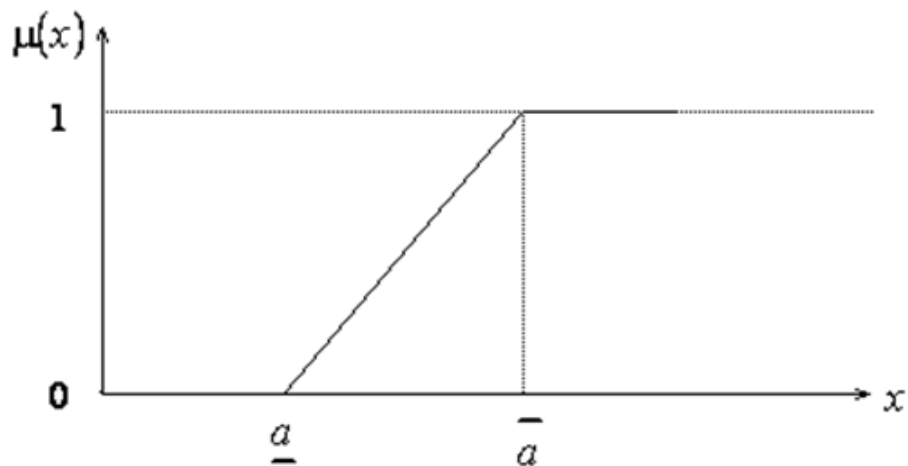


Рисунок 2.3 – Функція приналежності до нечіткої множини

У разі безперервного безлічі X використовується наступне позначення:

$$A = \int_X \mu^A(x)/x$$

(Знак \int в цих формулах позначають сукупність пар).

2.2.2 Властивості нечітких множин

- нечітке безліч $A \subseteq X$ пуста, тобто $A = \emptyset$, якщо $\mu^A(x) = 0, \forall x \in X$.
- нечіткі множини $A, B \subseteq X$ еквівалентні, тобто $A = B$, якщо $\mu^A(x) = \mu^B(x), \forall x \in X$.
- нечітка множина $A \subseteq X$ є підмножиною нечіткої множини $B \subseteq X$, тобто $A \subseteq B$, якщо $\mu^A(x) \leq \mu^B(x), \forall x \in X$.

Нехай $X = \{1, 2, 3\}$,

$$A = 0.3 / 1 + 0.5 / 2 + 1/3,$$

$$B = 0.4 / 1 + 0.6 / 2 + 1/3.$$

Тоді $A \subseteq B$.

Кардинальне число (потужність) нечіткої множини

$$|A| = \mu^A(x_1) / x_1 + \mu^A(x_2) / x_2 + \dots + \mu^A(x_n) / x_n = \sum_{i=1}^n \mu^A(x_i) / x_i$$

знаходиться наступним чином:

$$\text{card } A = |A| = \sum_{i=1}^n \mu^A(x_i)$$

Якщо $X = \{1, 2, 3, 4\}$ і $A = 0.1 / 1 + 0.4 / 2 + 0.7 / 3 + 1/4$,

то $\text{card } A = 2.2$.

Операції над нечіткими множинами:

- Доповненням нечіткої множини називається нечітка множина, функція приналежності якого дорівнює:

$$\mu^{\neg A}(x) = 1 - \mu^A(x), \forall x \in X.$$

- 2) Перетинанням двох нечітких множин A і $B \subseteq X$ називається нечітка множина $A \cap B$, функція приналежності якого дорівнює:

$$\mu^{A \cap B}(x) = \mu^A(x) \wedge \mu^B(x), \forall x \in X,$$

де \wedge - знак операції мінімуму.

– 3) Об'єднанням двох нечітких множин A і $B \subseteq X$ називається нечітка множина $A \cup B$, функція приналежності якого дорівнює:

$$\mu^{A \cup B}(x) = \mu^A(x) \vee \mu^B(x), \forall x \in X,$$

\vee - знак операції максимуму.

Нехай $X = \{1, 2, \dots, 10\}$,

$$A = \langle \text{Малі числа} \rangle = 1/1 + 1/2 + 0.8/3 + 0.5/4 + 0.3/5 + 0.1/6,$$

$$B = \langle \text{Великі числа} \rangle = 0.1/5 + 0.2/6 + 0.5/7 + 0.8/8 + 1/9 + 1/10,$$

тоді

$$\neg A = \langle \text{НЕ малі числа} \rangle = 0.2/3 + 0.5/4 + 0.7/5 + 0.9/6 + 1/7 + 1/8 + 1/9 + 1/10,$$

$$A \cap B = \langle \text{Малі числа} \rangle \text{ I } \langle \text{великі числа} \rangle = 0.1/5 + 0.1/6,$$

$$A \cup B = \langle \text{Малі числа} \rangle \text{ АБО } \langle \text{великі числа} \rangle = 1/1 + 1/2 + 0.8/3 + 0.5/4 + 0.3/5 + 0.2/6 + 0.5/7 + 0.8/8 + 1/9 + 1/10.$$

Наведені визначення операцій над нечіткими множинами є найбільш поширеними, однак існують і інші визначення, що використовують t -і S -норми [84].

Визначення 1.2. t -нормою називається відображення t :

$$[0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1],$$

якщо:

- $a \ t \ 1 = a$
- $a \ t \ b = b \ t \ a$
- $a \ t \ b \ c \ t \ d$, якщо $a \ c, b \ d$
- $a \ t \ b \ t \ c = a \ t \ (b \ t \ c)$.

Приклади t -норм:

$a \wedge b = \min\{a, b\}$ - найбільш поширена,

$a \cdot b$,

$$1 - \left[1 - \left((1-a)^p + (1-b)^p \right)^{1/p} \right], \quad p \geq 1.$$

S -нормою називається відображення S :

$$[0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1],$$

якщо:

- $a \ s \ 0 = a$
- $a \ s \ b = b \ s \ a$

- $a \vee b \leq c \leq d$, якщо $a \leq c$, $b \leq d$
- $a \vee b \leq c = a \vee (b \leq c)$.

Приклади S -норм:

$a \vee b = \max(a, b)$ - найбільш поширена,

$$a + b - a \cdot b,$$

$$1 \wedge (a^p + b^p)^{1/p}, \quad p \geq 1.$$

2.2.3 Поняття у нечіткій множині

α -зрізом (безліччю рівня α) Нечіткої множини $A \subseteq X$, Називається (чітка) безліч $A_\alpha \subseteq X$ таке, що

$$A_\alpha = \left\{ x \in X : \mu^A(x) \geq \alpha \right\}, \quad \forall \alpha \in [0, 1].$$

Якщо $A = 1/1 + 0.8/2 + 0.5/3 + 0.1/4$, то $A_{0.1} = \{1, 2, 3, 4\}$, $A_{0.5} = \{1, 2, 3\}$, $A_1 = \{1\}$.

Принцип узагальнення[15] дає формальний апарат для перенесення операцій (арифметичних, алгебраїчних) з звичайних множин на нечіткі.

Нехай функція f являє собою відображення $f: X \rightarrow Y$; $A \subseteq X$ нечітка множина в X .

Відповідно до принципу узагальнення, функція f відображає нечітку безліч A в нечітку множину $B \subseteq Y$ таке, що:

$$\mu^B(y) = \begin{cases} \sup_{y=f(x)} \mu^A(x), & f^{-1}(y) \neq \emptyset \\ 0, & f^{-1}(y) = \emptyset \end{cases}.$$

Нехай $X = \{1, 2, 3, 4\}$, $Y = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$; $y = x + 2$.

якщо тепер $A = 0.1/1 + 0.2/2 + 0.7/3 + 1/4$, то $B = 0.1/3 + 0.2/4 + 0.7/5 + 1/6$.

2.2.4 Нечіткі відносини

нехай $X = \{x_1, x_2, \dots, x_l\}$ і $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$.

Нечітким відношенням R називається нечітка множина, певне на декартовом творі $X \times Y$, Якому відповідає функція приналежності $\mu^R : X \times Y \rightarrow [0, 1]$.

$\mu^R(x, y)$ відображає силу залежності між $x \in X$ і $y \in Y$.

Нехай $X = \{\text{Кінь, осел}\}$ і $Y = \{\text{Мул, корова}\}$. Нечітке відношення <подібний> може бути визначене в такий спосіб:

$R = \langle \text{Подібний} \rangle = 0.8 / (\text{кінь, мул}) + 0.4 / (\text{кінь, корова}) + 0.9 / (\text{осів, мул}) + 0.5 / (\text{осів, корова})$,

т. е. кінь схожий на мула зі ступенем 0.8, кінь схожий на корову зі ступенем 0.4 і т.д. якщо $R \subseteq X \times Y$ і $S \subseteq Y \times Z$, То max-min композицією називається нечітка множина $R \circ S$, Певне на $X \times Z$, Функція приналежності якого має вигляд:

$$\mu^{R \circ S}(x, z) = \sup_{y \in Y} [\mu^R(x, y) \wedge \mu^S(y, z)]$$

Max-min композиція дозволяє відповісти на питання, яке нечітка множина в Y слід поставити у відповідність нечіткій множині $A' \subseteq X$, Якщо відомо, що нечітка множина $B \subseteq Y$ відповідає нечіткій множині $A \subseteq X$.

Операція знаходження такої відповідності називається нечітким логічним висновком і відбувається за наступною формулою:

$$B' = A' \circ R = A' \circ (A \times B),$$

де R - нечітке відношення:

$$R = A \times B = \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m \left\{ \mu^A(x_i) \wedge \mu^B(y_j) \right\} / (x_i, y_j),$$

о - max-min композиція, відповідно до якої:

$$B' = \sum_{j=1}^m \bigvee_{i=1, l} \left\{ \mu^{A'}(x_i) \wedge \mu^R(x_i, y_j) \right\} / y_j,$$

$$A, A' \subseteq X, B, B' \subseteq Y.$$

2.2.5 Нечіткі числа

Введений принцип узагальнення є служить для перенесення чітких відносин в нечіткі. Наприклад, його можна застосувати для визначення нечіткої арифметики.

Нечітке число це нечітка множина A , Певне на безлічі дійсних чисел \mathfrak{R} , Якщо його функція приналежності нормальна і опукла, т. Е.

$$\sup_{x \in \mathfrak{R}} \mu^A(x) = 1,$$

$$x \leq y \leq z \Rightarrow \mu^A(y) \geq \min(\mu^A(x), \mu^A(z)).$$

Приклади нечітких чисел: <близько 5 >, <трохи більше 7>.

Відповідно до принципу узагальнення, арифметичні операції над нечіткими числами мають вигляд:

$$\mu^{A+B}(z) = \max_{z=x+y} [\mu^A(x) \wedge \mu^B(y)], \forall x, y, z \in \mathfrak{R}$$

– складання

$$\mu^{A-B}(z) = \max_{z=x-y} [\mu^A(x) \wedge \mu^B(y)], \forall x, y, z \in \mathfrak{R}$$

– віднімання

$$\mu^{A*B}(z) = \max_{z=x*y} [\mu^A(x) \wedge \mu^B(y)], \forall x, y, z \in \mathfrak{R}$$

– множення

$$\mu^{A/B}(z) = \max_{z=x/y, y \neq 0} [\mu^A(x) \wedge \mu^B(y)], \forall x, y, z \in \mathfrak{R}$$

– розподіл

На жаль, використання принципу узагальнення для визначення арифметичних операцій над нечіткими числами в загальному досить неефективно. Тому часто передбачається, що нечіткі числа представляються в LR -форме, що відповідає опису лівої (left) і правої (right) частин функції.

нечітке число A представляється в LR -форме, якщо:

$$\mu^A(x) = \begin{cases} L\left(\frac{m-x}{\alpha}\right), & \alpha > 0, \forall x \leq m \\ R\left(\frac{m-x}{\beta}\right), & \beta > 0, \forall x \geq m \end{cases},$$

де L і R - функції, що володіють властивостями:

$$- L(-x) = L(x)$$

$$- L(0) = 1$$

- L монотонно убиває вона проміжку $[0, +\infty]$.

тут m - середнє значення нечіткого числа A , α - відхилення зліва, β - відхилення праворуч.

Якщо $\alpha = \beta = 0$, То нечітке число A переходить в чітке число m .

Таким чином, LR -форму нечіткого числа A можна представити у вигляді трійки $A = (m_A, \alpha_A, \beta_A)$. Арифметичні операції над нечіткими числами можна визначити через операції над відповідними їм трійками:

$$\begin{aligned} A + B &= (m_A, \alpha_A, \beta_A) + (m_B, \alpha_B, \beta_B) = \\ &= (m_A + m_B, \alpha_A + \alpha_B, \beta_A + \beta_B), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A - B &= (m_A, \alpha_A, \beta_A) - (m_B, \alpha_B, \beta_B) = \\ &= (m_A - m_B, \alpha_A + \alpha_B, \beta_A + \beta_B), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A \cdot B &= (m_A, \alpha_A, \beta_A) \cdot (m_B, \alpha_B, \beta_B) \approx \\ &\approx (m_A \cdot m_B, m_A \cdot \alpha_B + m_B \cdot \alpha_A, m_A \cdot \beta_B + m_B \cdot \beta_A). \end{aligned}$$

На практиці LR -представлення спрощується за рахунок застосування лінійних функцій, що призводить до трикутним нечітким числах (рис. 1.2а), які мають функцію приналежності виду:

$$\mu^A(x) = \begin{cases} \left(\frac{x - a^-}{a - a^-}\right), & a^- \leq x \leq a \\ \left(\frac{a^+ - x}{a^+ - a}\right), & a \leq x \leq a^+ \end{cases},$$

Крім того, набули поширення трапецієподібні форми функцій належності, які мають функції приналежності виду:

$$\mu^A(x) = \begin{cases} \left(\frac{x - a^-}{a - a^-} \right), & a^- \leq x \leq a \\ 1 & , a \leq x \leq \bar{a} \\ \left(\frac{a^+ - x}{a^+ - \bar{a}} \right), & \bar{a} \leq x \leq a^+ \end{cases}$$

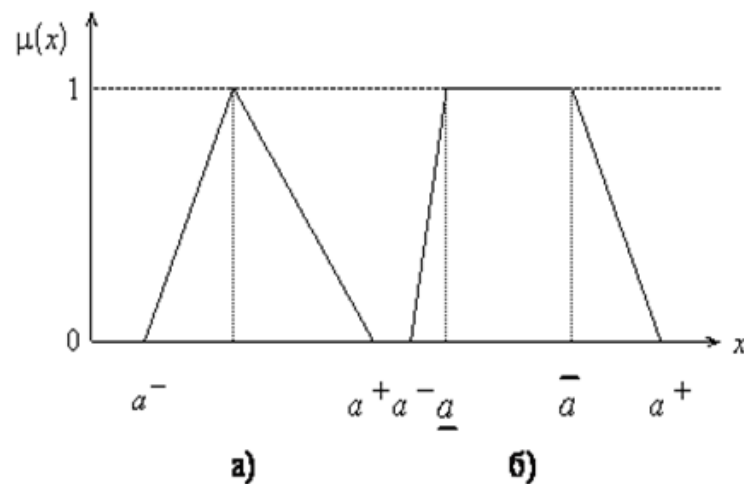


Рисунок 3.11 – Треугольна та трапецевидна форма функції придатності

2.2.6 Нечіткість і ймовірність

Новачки в теорії нечітких множин часто намагаються порівняти її з теорією ймовірності. Однак, обидві ці теорії важко порівнювати оскільки вони по-різному формалізують невизначеність. У теорії ймовірностей розглядається статистична невизначеність, наприклад, ймовірність ураження цілі дорівнює 0.9. Теорія нечітких множин дозволяє працювати з лінгвістичною невизначеністю, наприклад, влучний стрілець. Ці види невизначеності формалізуються за допомогою:

- функцій розподілу - в теорії ймовірностей;
- функцій приналежності - в теорії нечітких множин;
- принципова відмінність двох зазначених розподілів ілюструє приклад, який любить наводити основоположник теорії нечітких множин Л. Заде [85].

Розглянемо твердження «Автор з'їдає X яєць на сніданок»,

$$X = \{1, 2, 3, \dots\}$$

величиною X , яка є невизначеним параметром, можуть відповідати розподілу можливості та ймовірності.

розподіл можливості $\pi_X(u)$ може бути інтерпретовано як ступінь (суб'єктивна міра) легкості, з якою Автор з'їдає u яєць. Для визначення ймовірного розподілу $P_X(u)$ необхідно простежити за Автором протягом 100 днів.

Обидва розподілу представлені нижче.

Розподіл можливості і ймовірності

u	1	2	3	4	5	6	7	8
$\pi_X(u)$	1	1	1	1	0.8	0.6	0.4	0.2
$P_X(u)$	0.1	0.8	0.1	0	0	0	0	0

Ми бачимо, що високий ступінь можливості $\pi_X(u)$ ніяк не означає таку ж високу ступінь ймовірності $P_X(u)$. Але безперечно одне: якщо подія неможливо, то воно також і неймовірно.

Принципова відмінність теорії ймовірності від теорії можливості полягає в тому, що в цих теоріях по-різному виконується аксіома доповнення:

$$P(A) + P(\bar{A}) = 1 \quad \text{- для теорії ймовірності.}$$

$$\pi(A) + \pi(\bar{A}) \neq 1 \quad \text{- для теорії можливості.}$$

У загальному випадку механізм логічного висновку включає чотири етапи: введення нечіткості (фазифікація), нечіткий висновок, композиція і приведення до чіткості, або дефазифікації.

Ідентифікація за допомогою нечіткого логічного висновку є ефективним методом побудови моделей нелінійних залежностей.

У моделі типу Сугено виникають труднощі із змістовною інтерпретацією параметрів нечіткої моделі та з поясненням логічного висновку. З моделлю типу Мамдані таких труднощів не виникає, її параметри і після навчання легко інтерпретуються змістовно. Процедура нечіткого логічного висновку в моделі типу Мамдані інтуїтивно зрозуміла і замовникам нечітких моделей. Тому для завдань, де більш важлива точність ідентифікації, доцільним буде використання нечітких моделей типу Сугено, а для задач, де більш важливим

є пояснення, обґрунтування прийнятого рішення, будуть мати переваги нечіткі моделі типу Мамдані.

Модель Сугено, побудована на основі нечіткої логіки являє собою ефективний засіб відображення невизначеностей та потужний математичний інструмент, що істотно підвищує точність результатів, і як наслідок знижує похибку при розрахунках.

Переваги та недоліки моделей Мамдані та Сугено наведено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Переваги та недоліки моделей Мамдані та Сугено

Тип моделі	Мамдані	Сугено
Прозорість моделі	+	-
Зрозумілість замовникам	+	-
Точність ідентифікації	Вища точність при малих навчальних вибірках	Вища точність при великих вибірках
Пояснення, обґрунтування прийнятого рішення	+	-

Тому для процесів моделювання збирально-транспортних процесів врожаю пшениці з врахуванням погодно-кліматичних умов доречно використовувати апарат нечіткої логіки. Його переваги наведено у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Переваги використання теорії нечіткої логіки при моделюванні збирально-транспортних процесів

Риси, які характерні збирально-транспортним процесам під час збирання врожаю пшениці	Переваги
1	2
Висока динаміка та мінливість зовнішніх умов та стану збирально-транспортного процесу	Можливість адаптації до умов, що змінюються
Неповнота та нечіткість даних через їх велику кількість та погану визначеність параметрів збирально-транспортного процесу	Можливість роботи в умовах неповноти інформації та невизначеності

Продовження таблиці 2.2

1	2
Процес збирання врожаю пшениці суттєво залежить від погодно-кліматичних умов, які є непередбачуваними та можуть змінювати його перебіг	Прийняття до уваги рішень експертів (експертних оцінок)

В даній роботі обґрунтована доцільність застосування апарату нечіткої логіки у сільському господарстві, зокрема під час планування, організації та управління збирально-транспортними процесами збору врожаю пшениці. На особливу увагу заслуговує алгоритм Мамдані.

Отже, з метою підвищення ефективності збирально-транспортних процесів, їх планування, організація та управління повинні ґрунтуватись на сучасних наукових підходах. При цьому необхідність застосування та використання теорії нечіткої логіки у даних процесах сільського господарства заснована на:

- великій кількості невідомих;
- складності процесів;
- складності встановлення кількісних залежностей між параметрами, що впливають на процес керування;
- можливості формулювання експертних знань про об'єкт (процес) тільки у вербальному вираженні.

2.3 Аналіз транспортних засобів

Автомобільний транспорт в Україні представляє гнучкий і масовий вид транспорту. У нього є ряд важливих відмінностей від інших суміжних галузей. Так, основна частка автомобільного парку країни експлуатується в організаціях не спеціалізованих під транспорт. При всьому це мережа автомобільних доріг поряд з парком комерційних авто використовується також автомобілями, що знаходяться в особистому користуванні громадян. Тому, актуальні проблеми розвитку автомобільного транспорту несуть комплексний характер.

Щодня автомобільним транспортом перевозиться близько 17 млн. тон вантажів. В автомобільному транспорті сконцентровано понад 97% всіх ліцензованих суб'єктів

транспортної діяльності. У сфері комерційних і некомерційних автомобільних вантажоперевезень зараз зайнято порядком півмільйона господарюючих суб'єктів. Їх діяльність проводиться в умовах досить високої внутрішньогалузевої і міжвидової конкуренції.

Попит на вантажні перевезення багато в чому визначається двома факторами: динамікою і структурою обсягів виробництва в країні, а також платоспроможністю компаній і організацій всіх видів галузей економіки.

Вантажні перевезення - це один з найбільш «ринкових» секторів економіки.

Український досвід підтверджує закономірність, згідно з якою зростання ринкової економіки супроводжується, і в певній мірі обумовлюється, випереджаючим розвитком автотранспорту.

У використанні вантажних автомобілів в сільськогосподарському виробництві є серйозні недоліки, багато з яких пов'язані з втратами матеріальних і фінансових ресурсів на утримання і експлуатацію автотранспортних засобів. Зважаючи на це більшість сільгосппідприємств відмовляються від змісту власного автопарку, і переходять до використання найманої транспорту.

Підприємства, що займаються вирощуванням зернових культур, мають свій парк техніки для вирощування і збирання врожаю, і при цьому використовують найманий транспорт для перевезення зернових: від комбайнів до елеваторів. Зважаючи на це фактор - необхідний розрахунок кількості одиниць обслуговуючого транспорту, з метою зменшення витрат на непродуктивні простой.

Існуюча методика розрахунку враховує середні значення факторів, впливають на продуктивність зернозбиральних машин. Наприклад, швидкість обмолоту у зернозбиральних машин безпосередньо залежить від вологості врожаю, яка має властивість змінюватися як протягом доби, так і протягом періоду прибирання. І чим більший об'єм робіт, і більше кількість техніки - тим більше вплив даного критерію. До того ж існуючі розрахунки повністю виключають простой зернозбиральних машин. Пов'язано це з високою вартістю зернових культур, відповідно простой комбайна - також мають високу собівартість.

У [3] наголошується, що потреба у вантажних автомобілях у період збирання врожаю збільшується у 2-2,5 рази. Здійснити процес збирання та доставки врожаю у найкоротший термін вдається тільки при виключно інтенсивній та злагодженій роботі збиральної та транспортної техніки. Серйозна увага має приділятися раціональній організації збирально-транспортних процесів і оперативному керівництву та контролю за перебігом перевезень

врожаю. Обсяг перевезень і потреба в транспорті повинні уточнюватися по мірі дозрівання врожаю.

Автори у [4] зауважують, що в період напруженої роботи щодня через керівників, фахівців, працівників виробничих структур сільського господарства проходить значний обсяг інформації. Від повноти і якості зазначеної інформації багато в чому будуть залежати ефективність оперативного управління ходом робіт в рослинництві і, відповідно, рівень використання машино-тракторного парку на різних технологічних операціях.

У [5] підкреслюється, що при визначенні оптимальних альтернатив існують відмінності особистих оцінок, крім того, типовим ускладненням є середовище, в якому приймаються рішення. Автор наголошує, що при прийнятті управлінських рішень завжди важливо враховувати ризик. Поняття «ризик» використовується тут не в сенсі небезпеки, а скоріше відноситься до рівня визначеності, з якою можна прогнозувати результат. В ході оцінки альтернатив і прийняття рішень, керівник повинен прогнозувати можливі результати при різних станах природи. По суті справи, рішення приймаються за різних обставин по відношенню до ризику. Ці обставини традиційно класифікуються як умови визначеності, ризику або невизначеності.

При формуванні та використанні транспортного парку аграрних підприємств необхідно враховувати особливості галузі: сезонність виробництва, складні дорожні умови, значні відстані, повторюваність перевезень тощо. Ці чинники зумовлюють підвищені вимоги до транспортного забезпечення сільського господарства [6].

Кудрицька Ж.В. у роботі [7] зауважує, що у реальності через погодні умови, відхилення у площах посівів від запланованих та інших умов, оптимальний транспортний парк перестає бути оптимальним.

Польовий А.М. звертає увагу на те, що під час прийняття оперативно-господарських рішень розроблюються дії безпосереднього управління технологічними процесами. Для цього використовується оперативна інформація про фактичний стан середовища, аналізуються очікувані умови погоди [8].

У [9] автор підкреслює, що при розгляді питань управління функціонуванням і розвитком автотранспортних підприємств (АТП) істотна увага повинна приділятися одній з характеристик зовнішнього середовища - невизначеності. Під невизначеністю дослідник розуміє відсутність, неповноту, недостатність інформації про об'єкт, процес, явище чи невпевненість у достовірності інформації.

Сулейменов Т.Б. [9] до основних джерел виникнення невизначеності для АТП відносить:

- істотну залежність транспортного процесу від погодних умов. Наприклад, погодні умови можуть викликати непередбачені наслідки при перевезеннях сільськогосподарської продукції;
- наявність, крім АТП, інших учасників транспортного процесу - постачальників і споживачів продукції та ін. Результат їх впливу на транспортний процес носить невизначений і не однозначний характер;
- наявність у роботі автотранспорту елементів ймовірності і випадковості (надійність рухомого складу, нерівномірність попиту на транспортні послуги в часі та ін.);
- недостатність, неповноту інформації про об'єкт, процес, явище по відношенню до якого приймається рішення, обмеженість у зборі та обробці інформації, її мінливість;
- наявність в суспільному житті країни протиборчих тенденцій, зіткнення суперечливих інтересів;
- неможливість однозначної оцінки об'єкта при сформованих в даних умовах рівні і методах наукового пізнання;
- відносну обмеженість свідомої діяльності особи, що приймає рішення, відмінності в соціально-психологічних установках, ідеалах, намірах, оцінках, стереотипах поведінки.

В аграрних формуваннях систематично зростає обсяг вантажоперевезень, а звідси дедалі більшого значення набуває правильна організація і ефективне використання транспортних засобів. Витрати на утримання і використання транспортних засобів сягають 20-30% загальної суми витрат на виробництво продукції рослинництва і тваринництва. Обсяг вантажоперевезень в залежності від місцевих природних умов, спеціалізації і поєднання галузей, рівня інтенсивності виробництва коливається на рівні від 20-25 до 50-55 тон на один гектар сільськогосподарських угідь [10].

Глухова І.Ю. у роботі [11] наголошує, що важливим резервом підвищення ефективності використання транспортних засобів, поліпшення транспортного обслуговування сільськогосподарського виробництва є вдосконалення планування потреби в рухомому складі.

У роботі [12] автори використовують нечіткий логічний вивід для визначення факторів та побудови моделі прогнозування обсягів виробництва сільськогосподарської продукції. Дослідниками зауважено, що розроблена на основі нечіткої логіки модель визначає обсяг виробництва сільськогосподарської продукції, а також у режимі реального часу дозволяє здійснювати пошук шляхів підвищення ефективності виробництва, змінюючи вхідні дані.

Селякова С.М. у роботі [13] застосовує методи нечіткої логіки для розв'язання задачі визначення поправкового коефіцієнту до норми витрати палива при розподілі збиральної техніки по полям.

У роботі [14] автор підкреслює, що використовуючи метод нечіткої логіки та аналізу ієрархій, можна знайти спосіб оцінки застосування інноваційних технологій за рядом задалегідь визначених критеріїв, для того, щоб було видно результат від використання інноваційних сільськогосподарських технологій. Мета застосування методу аналізу ієрархій - підтримка прийняття рішень через ієрархічну композицію задачі та побудова рейтингу альтернативних рішень. Використовуючи метод, що заснований на математичному апараті нечіткої логіки та методі аналізу ієрархій, буде легше зробити вибір на користь використання найбільш ефективних інновацій для конкретного об'єкту, з урахуванням регіональної та галузевої специфіки підприємства. Цей метод може бути застосований при оцінці великомасштабних проектів інноваційних технологій у сільськогосподарському секторі та на рівні господарюючих суб'єктів з метою досягнення найбільш об'єктивних економічних розрахунків ефективності інновацій у сільському господарстві.

Автори у роботі [15] вважають, що загальною передумовою для застосування нечітких систем управління є наявність невизначеності, яка пов'язана з відсутністю інформації, складністю системи і неможливістю або недоцільністю її опису традиційними методами або наявність лише інформації якісного характеру.

У статті [16] зауважено, що провідні вчені в галузі інтелектуальних систем - Teodor Gabriel Crainic, Michel Gendreau, Jean-Yves Potvin впевнені у необхідності розвитку програмних компонентів транспортних систем і введенні нових сучасних технологій, в тому числі в системи підтримки прийняття рішень, що може значно підвищити продуктивність транспортних систем.

У роботі [17] автори підкреслюють, що в силу об'єктивних умов транспортна система та її підсистеми являють собою, в ряді випадків, нечіткі множини; крім того, ці системи нестационарні. Вони працюють з недетермінованими об'єктами, на них впливає значна кількість факторів, в т. ч. природного характеру. В автоматизованих системах, на підставі не завжди достовірної, повної та своєчасної інформації, в обробці якої приймає участь людина, утворюються нечіткі бази даних. Коли складність системи і точність, з якою її можна описати традиційними математичними методами, суперечать один одному, для побудови моделі доцільно використовувати логіко-лінгвістичну модель (ЛЛМ), яка відображає загальну смислову постановку задачі.

Згідно з [18] виділяють кілька варіантів задач з невизначеністю. Перший варіант: задача зі стохастичною невизначеністю. Невідомі чинники - випадкові величини, статистичні характеристики яких відомі.

Другий варіант задач - невизначені фактори не мають імовірнісного характеру, тобто їх не можна вважати випадковими в звичайному сенсі слова. У цьому випадку можна використовувати експертні підходи. Результати обробки при цьому, зрозуміло, зберігають суб'єктивний характер.

Домаскіна М.А. наголошує, що для моделювання складних систем, зокрема процесів аграрного виробництва, сьогодні доречним і необхідним є використання експертної інформації. Крім того, досить багато показників та категорій потребують опису, що не завжди піддається чіткому математичному опису, серед них: якість продукції, зовнішній вигляд, стан погоди тощо. Все це обумовлює використання потужного апарату нечіткої математики. До основних моделей сільського господарства, які завдяки використанню нечіткої математики отримали новий раціональний напрям розв'язання, належать: прогнозування урожайності сільськогосподарських культур; визначення галузевої структури аграрного підприємства; вибір типу господарювання; управління запасами; оптимізація використання кормів; оптимізація структури виробництва тощо. Завдяки методам нечіткої математики в цих моделях вдалося описати і врахувати вплив погодних умов, якість земельних ресурсів, невизначеність витратних статей, якість виробленої продукції і т. ін. Отримані завдяки моделям нечіткої логіки рішення є більш адекватними реальним умовам господарювання [19].

Аналіз літературних джерел вказує на недостатність досліджень стосовно оптимізації збирання врожаю пшениці, та недостатнє опрацювання сучасних підходів і методів організації та планування збирально-транспортних процесів з урахуванням погодно-кліматичних умов, на підставі науково обґрунтованого врахування існуючої (можливої) інформації стосовно невизначеності середовища функціонування.

У зв'язку з цим, актуальними є теоретичне та експериментальне обґрунтування необхідності врахування невизначеності у процесах збирально-транспортних робіт при збиранні врожаю пшениці. Це є об'єктом подальших досліджень.

За допомогою нечіткої логіки стало можливим застосування експертних знань (оцінок) відносно розвитку процесів і систем, що являють собою предмет дослідження у математичному вираженні.

У збиральній кампанії необхідно здійснювати оперативне планування транспортних процесів та приймати оперативні рішення відповідно до мінливої ситуації, що має місце у зв'язку з дуже стислим терміном збирання врожаю. Для прийняття рішення необхідно

визначити взаємодію параметрів, тобто провести аналіз системи. Результати аналізу мають стати підґрунтям для синтезу рішення. Звичайно процес прийняття рішень включає такі складові:

- планування;
- генерування ряду альтернатив;
- встановлення пріоритетів;
- вибір найкращої лінії поведінки після надходження ряду альтернатив;
- розподіл ресурсів;
- визначення потреб;
- передбачення результатів;
- побудова систем;
- вимір характеристик;
- забезпечення стійкості системи;
- оптимізація і розв'язання конфліктів.

В сучасних умовах при обранні виду перевезення вантажів основну увагу надають таким показникам, як вартість перевезення, швидкість доставки, надійність перевезення, схоронність вантажів та ще багатьом чинникам, що впливають на вибір виду перевезення [8].

Не зважаючи на існуючі й інші трактування невизначеності, в процесі дослідження будь-якої системи єдиним залишається одне – задача її усунення. Розв'язуючи задачі аналізу складних систем за умов невизначеності, широко використовують методи теорії ймовірності та математичної статистики. Наприклад, для моделей управління інвестиційною діяльністю ці методи припускають імовірнісне тлумачення параметрів досліджуваних систем та одержання на цій підставі статистичних висновків. Однак, коли невизначеність щодо майбутнього стану об'єкта дослідження втрачає риси статистичної невизначеності, застосування класичної ймовірності як характеристики стає неможливим. Питання про зняття невизначеності перегукується з питанням про те, яким чином ввести в науку і техніку суб'єктивізм людини. І тут не можна обійтися без нечітких множин. Це математична теорія, яка створена для того, щоб представити змістовні нечіткості слів людини, це унікальний метод з точки зору надання математиці потенційних можливостей обробляти суб'єктивні дані. Один із перевірених на сьогодні методів усунення невизначеності полягає у «розмиванні» вхідних даних та очікуваного результату. Розв'язання задач прийняття рішень повинно опиратися на те, що ключовим елементом є не число, а певна нечітка множина, для елементів якої перехід від належності до неналежності певному класу не є різким, а гнучким (поступовим, м'яким). Справді, логіка міркувань людини не є звичайною чи навіть багатозначною, це логіка з

розмитими (нечіткими) істинами та розмитими відношеннями. Як свідчить практика, параметри задачі нечіткого математичного програмування не підлягають імовірнісному розподілу, для них можна вказати тільки інтервали можливих значень. Таку задачу називають задачею із багатозначними коефіцієнтами. Для таких задач недоречно проводити максимізацію (мінімізацію) цільової функції, оскільки значення цієї функції – не число, а множина чисел. Для розв'язання таких задач насамперед необхідно з'ясувати, яке відношення переваги на множині альтернатив породжує ця функція, а після цього визначити, які рішення слід вважати раціональними щодо цього відношення переваги. Другий етап – це опис параметрів задачі у вигляді нечітких множин, тобто у модель вводиться додаткова інформація у вигляді функцій належності цих нечітких множин. Уведення таких функцій є способом наближення експертом наявного у нього неформального уявлення про реальні значення параметрів задачі. Значення функції належності – це вагові коефіцієнти, які експерти приписують різним значенням цих параметрів [7].

У зв'язку експлуатацією транспорту створення теорії нечітких множин – це спроба формалізувати людський спосіб міркувань. Розвиток обчислювальної техніки дозволяє в даний час створювати на базі теорії нечітких множин системи нечіткої логіки, які копіюють спосіб міркувань людини [8].

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку:

- за допомогою використання програмного при ціновій матриці і коефіцієнтах приналежності проведено пошук варіантів виду перевезення і за визначеним максимальним значенням обрано альтернативу – бімодальні перевезення;
- запропонована методика дозволяє формувати базу даних щодо визначення транспортної технології перевезення вантажів [8].

2.4 Аналіз досліджень по оптимізації збирально-транспортних процесів, гіпотеза дослідження

У статті [71,70] розглянуто вплив вологості повітря на продуктивність зернозбирального процесу. Так само в роботі розглянуто вплив коефіцієнта обмежує продуктивність збирально-транспортної лінії через продуктивності зерносушильного агрегату. Запропоновано методику розрахунку кількості потрібних зернозбиральних агрегатів в залежності від коефіцієнта зміни продуктивності комбайна і сушильного агрегату. У своїй роботі автори відзначають: «Аналітично визначено взаємозв'язок зернозбиральної та

зерносушильної лінії. Отримані дані дозволять обґрунтувати темп збиральних робіт в період збирання вологого зерна і визначити потрібну продуктивність зерносушильного обладнання».

Погодженням продуктивності збиральних і зерноочисних ліній присвячені роботи авторів [82,83,84,85], але в них не враховано вплив вологості зерна на зернозбиральний процес, а саме продуктивність комбайнів. Від продуктивності комбайнів залежить обсяг зерна, що вивозиться, а значить і кількість потрібного транспорту, що обслуговує зернозбиральний процес.

У роботах [50,51,52,55,56,17,25] описані розрахунки, що визначають кількість транспорту, необхідного для перевезення зерна від комбайнів до хлібоприймальним пунктам. У дослідженні враховані всі загальновідомі фактори, що впливають на ефективність процесу. Недоліком даних розрахунків можна вважати відсутність добової і сезонної залежності продуктивності зернозбиральних комбайнів.

Аналіз науково-технічної літератури показав, що одним з актуальних напрямків у сфері вирощування зернових, є техніко-технологічне вдосконалення зернозбиральних машин. Так в роботі [11] розроблено інформаційну модель прямого комбайнування зернових культур, за допомогою якої збільшується продуктивність машини на 23%. Також в роботах [30,31,35] досліджені особливості різних режимів при обмолоті хлібної маси. У вищевказаних роботах не враховано вплив природно-кліматичних впливів на властивості хлібної маси. Незважаючи на підвищення продуктивності машин, вплив кліматичних факторів незмінно. Отже, даний напрямок завжди залишається актуальним. Підтвердженням тому є публікації [63,87], в яких досліджено вплив рівня вологості вирощуваної культури на ефективність обмолоту. В роботі [47,48] виявлені залежності втрат насіння ріпаку при обмолоті, з різним показником рівня вологості. Автором доведено залежність продуктивності комбайна від рівня вологості і засміченості посівів. До того ж в роботі [45] досліджено вплив рівня вологості на збереження зерна. Автори вищевказаних робіт не зачіпають процес транспортування зернових від комбайнів, отже - вплив на даний елемент ланцюжка виробництва не досліджений.

Особливу увагу приділено роботі [20], так як в ній досліджено зміну вологості зерна протягом доби, а також протягом усього сезону прибирального процесу. На основі цих даних автором оптимізується процес післязбиральної обробки зерна в залежності від зміни обсягів продукції, що поставляється.

На підставі досліджень [4,5,20,24] можна зробити висновок про те, що вплив рівня вологості зернової маси відбивається на продуктивності зернозбиральних машин, отже - це відбивається і на ефективності використання рухомого складу. Використовуючи дані цих

досліджень можна сформулювати закономірності - впливають на оптимізацію обслуговуючого транспорту.

2.5 Постановка наукової задачі та обґрунтування методики досліджень

В результаті пошуку і аналізу аналого даної системи, не було виявлення жодного аналогічного продукту. В наукових публікаціях були знайдені системи, які максимально близькі розробляється і дозволяють розраховувати вантажопідйомність і швидкість транспортування вантажів по залізниці. Так само в дослідженнях були знайдені певні правила, які допомогли визначити швидкість руху і організацію роботи самого транспорту.

У обробленій літературі завдання, пов'язані з моделюванням, не були розглянуті, як і функції, які виконує запропонована система, а саме обробку, розрахунок і видача результатів за кількістю транспортних засобів для збирання врожаю пшениці. Так само в літературі не було жодної згадки того що існують аналогічні системи для сільськогосподарської галузі в цілому, і збирання врожаю зокрема.

1. Запропоновано метод по визначенню кількості транспортних засобів за допомогою нечіткої логіки типу Мамдані.

Для вирішення даного завдання бачиться можливий підхід Мамдані для фазифікація і дефазифікації.

2. Розробка моделі впливу чинників на кінцевий результат в системі.

Виявлення факторів, які прямо або опосередковано впливають на кількість транспортних засобів.

3. Для проведення експерименту необхідно зібрати систему в додатку MatLAB що б наочно побачити вплив різних чинників на систему в цілому. У додатковому обладнання для перевірки роботи система не потребує.

2.6 Висновки до розділу 2

За результатами дослідження було встановлено, що нечітка логіка є результативною при наявності складного об'єкта керування, інформація про поведінку якого є стохастичною та невизначеною. Саме до таких об'єктів належать збирально-транспортні процеси збору врожаю пшениці.

Обґрунтовано застосування апарату нечіткої логіки у процесах збирально-транспортних робіт, який є одним з методів нівелювання невизначеності.

Визначено, що для моделювання процесів збирально-транспортних робіт найбільш доцільно використовувати алгоритм Мамдані.

Застосування алгоритму Мамдані може бути використано в якості основи для моделювання складних систем у сільському господарстві.

Розглянуто проблеми, що перешкоджають розвитку сільського господарства в Україні.

До цих проблем відносяться: недостатнє забезпечення сільськогосподарською технікою, недотримання агротехнічних термінів, неефективний ринок сільськогосподарської продукції, високі витрати на прибирання неузгодженість збирально-транспортних процесів.

Описано особливості транспортування вантажів сільськогосподарського призначення, вплив напрямків вантажопотоків і їх сезонними коливаннями. Розглянуто схеми роботи рухомого складу при перевезеннях зернових культур, плани роботи автотранспортних комплексів, вплив різних чинників на продуктивність збору урожаю.

Розглянуто технічне забезпечення перевезень зернових культур, з описом використовуваного для даних цілей типу рухомого складу.

Проведено аналіз існуючих досліджень в області оптимізації збирально-транспортних процесів в рослинництві. Виявлено переваги та недоліки існуючих знань. Виходячи з даного аналізу - сформована гіпотеза дослідження.

Область застосування цієї розробки є сільське господарство в період збиральних робіт, а відмінна риса від інших систем полягає в автоматизації видачі результатів для користувача.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБЛЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА БАЗІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

3.1 Загальна характеристика методу аналізу ієрархій

Метод Аналізу Ієрархія (MAI) - математичний інструмент системного підходу до вирішення проблем прийняття рішень. MAI не наказує особі, що приймає рішення (ОПР), будь-якого «правильного» рішення, а дозволяє йому в інтерактивному режимі знайти такий варіант (альтернативу), який найкращим чином узгоджується з його розумінням суті проблеми і вимогами до її вирішення. Цей метод розроблений американським вченим Томасом Л. Сааті в 1970 році, з тих пір він активно розвивається і широко використовується на практиці. Метод аналізу ієрархій можна застосовувати не тільки для порівняння об'єктів, але і для вирішення складніших проблем управління, прогнозування та ін.

Основною перевагою методу аналізу ієрархій є висока універсальність - метод може застосовуватися для вирішення найрізноманітніших завдань: аналізу можливих сценаріїв розвитку ситуації, розподілу ресурсів, складання рейтингу клієнтів, прийняття кадрових рішень та ін.

Недоліком методу аналізу ієрархій є необхідність отримання великого обсягу інформації від експертів. Метод в найбільшій мірі підходить для тих випадків, коли основна частина даних заснована на перевагах особи, яка приймає рішення, в процесі вибору найкращого варіанту рішення з безлічі існуючих альтернатив.

У типовій ситуації прийняття рішення: розглядаються кілька варіантів рішення; заданий критерій, за яким визначається в якій мірі те чи інше рішення є гідною кандидатурою; відомі умови, в яких вирішується проблема, і причини, що впливають на вибір того чи іншого рішення.

Постановка завдання в процесі застосування методу аналізу ієрархій: Нехай є безліч альтернатив (варіантів рішень): V_1, V_2, \dots, V_k . Кожна з альтернатив оцінюється списком критеріїв: K_1, K_2, \dots, K_n . Потрібно визначити найкраще рішення.

3.1.1 Етапи застосування методу аналізу ієрархій:

Для застосування методу аналізу ієрархій Сааті використовують:

- Попереднє ранжування критеріїв, в результаті якого вони розташовуються в порядку убутання важливості (значимості).

- Попарне порівняння критеріїв за важливістю по дев'ятибальною шкалою зі складанням відповідної матриці (таблиці) розміру $(n \times n)$. Система парних відомостей призводить до результату, який може бути представлений у вигляді назад симетричною матриці. Елементом матриці $a(i, j)$ є інтенсивність прояву елемента ієрархії i щодо елемента ієрархії j , що оцінюється за шкалою інтенсивності від 1 до 9, де оцінки мають наступний сенс:

1. рівна важливість - 1;
2. помірна перевага - 3;
3. значну перевагу - 5;
4. сильне перевагу - 7;
5. дуже сильне перевага - 9;
6. в проміжних випадках ставляться парні оцінки: 2, 4, 6, 8 (наприклад, 4 - між помірним і значною перевагою).

При цьому при проведенні попарних порівнянь в основному ставляться наступні питання при порівнянні елементів А і Б:

- який з них важливіше або має більший вплив?
- який з них більш ймовірний?
- який з них краще?

Потім формується матриця (схема представлена в Таблиці 2). В процесі заповнення матриці якщо елемент i важливіше елемента j , то клітина (i, j) , відповідна рядку i і стовпцю j , заповнюється цілим числом, а клітина (j, i) , відповідна рядку j і одну i , заповнюється зворотним числом (дробом).

Наприклад, якщо $K1$ помірно перевершує $K4$, то в клітку $(1; 4)$ (на перетині першого рядка і четвертого стовпця) ставиться число 3, а в клітку $(4; 1)$ (четвертий рядок перший стовпець) - зворотна величина, що дорівнює $1 / 3$. Якщо ж елемент j важливіший, ніж елемент i , то ціле число ставиться в клітку (j, i) , а зворотна величина - в клітку (i, j) . Якщо вважається, що i, j однакові, то в обидві клітини ставиться одиниця.

Заповнення таблиці (табл. 3.1) проводиться через підрядник з найбільш важливого критерію. Спочатку проставляють цілочисельні оцінки, тоді відповідні їм дробові оцінки виходять з них автоматично (як зворотні до цілих чисел). Чим важливіше критерій, тим більше цілочисельних оцінок буде у відповідній йому рядку матриці, і самі оцінки мають великі значення. Так як кожен критерій дорівнює собі за важливістю, то головна діагональ матриці завжди буде складатися з одиниць. Очевидно, що сума компонентів дорівнює одиниці. Кожен компонент НВП представляє собою оцінку важливості відповідного критерію (наприклад, 1-й компонент являє собою оцінку важливості першого критерію).

Ставлення узгодженості розраховуються за формулою:

$$OC = IC / ПСС$$

де ПСС - показник випадкової узгодженості, який визначається теоретично для випадку, коли оцінки в матриці представлені випадковим чином, і залежить тільки від розміру матриці, як це представлено в таблиці 3.1:

Таблиця 3.1 – Значення показника випадкової узгодженості (ПСС)

Розмір матриці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПСС	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Оцінки в матриці вважаються узгодженими, якщо $OC \leq 10-15\%$, в іншому випадку їх треба переглядати.

- Проводиться попарне порівняння варіантів за кожним критерієм аналогічно тому, як це робилося для критеріїв, і заповнюються відповідні таблиці. Для кожної таблиці проводиться перевірка узгодженості локальних пріоритетів шляхом розрахунку трьох характеристик.

Визначається загальний критерій (пріоритет) для кожного варіанту:

- $K (B1) =$ оцінка B1 за першим критерієм x 1й компонент НВП + оцінка B1 за другим критерієм x 2й компонент НВП + ... + оцінка B1 по n-му критерієм x n-й компонент НВП;

- Аналогічно підраховуються K (B2), K (B3) і т.д., при цьому в вираженні B1 замінюється на B2, B3 і т.д. відповідно;

- Визначається найкраще рішення, для якого значення До максимально;

Перевіряється достовірність рішення:

- розрахунок узагальненого індексу узгодження:
- $OIB = IC_1 \times 1\text{й компонент НВП} + IC_2 \times 2\text{й компонент НВП} + \dots + IC_n \times n\text{-й компонент НВП}$.
- розрахунок узагальненого відносини узгодженості (3.1):

$$ООС = OIB / ОПСС \quad (3.1)$$

де ОПСС визначається по таблиці 3.1 на рівні ПСС (показника випадкової узгодженості) для матриць порівняння варіантів за критеріями.

Рішення вважається достовірним, якщо $ООС \leq 10-15\%$, в іншому випадку потрібно коригувати матриці порівняння варіантів за критеріями [95].

Перше вікно реалізує метод аналізу ієрархій Сааті застосовується для визначення сили впливу незалежних параметрів. Матриці для роботи алгоритму можуть бути розмірністю від 1×1 до 9×9 . Даний метод має найбільшу ефективність саме в цих межах, тому що якщо матриця буде мати розмірність 10×10 і більше, даний метод втратить свою адекватність і спричинить за собою не підвищення ефективності, а навпаки, знизить ефективність системи. Відносно нашої задачі його можна інтерпретувати наступним чином. Задано параметри системи збиральної кампанії. Необхідно порівняти параметри попарно за силою їх впливу на хід збиральної компанії, розмістити в матрицю числа, що відображають результат порівняння, та знайти власний вектор з найбільшим власним значенням. Власний вектор забезпечує упорядкування пріоритетів, а власне значення є мірою узгодженості суджень.

Метод аналізу ієрархія Сааті для завдання коефіцієнта впливу факторів на систему може включати в себе значення які вводяться експертами (Додаток А). Після заповнення факторів впливу система починає розрахунок значення впливу факторів на систему і розрахунок правильності алгебраїчних обчислень.

Для розрахунку оберненої матриці ініціалізувати створення квадратної матриці розмірність $N \times N$. Далі головна діагональ матриці заповнюється значенням «1» і експертами вводяться оцінки розміром від 1 до 9, якими заповнюється все осередки над головною діагоналлю. Далі включається в роботу сам алгоритм який заповнює значення під головною діагоналлю (3.2) за формулою:

$$B_n = 1 / Z_n \quad (3.2)$$

де: B_n – заповнення матриці під головною діагоналлю. Z_n – значення над головною діагоналлю.

Для подальших розрахунків методу вважається алгебраїчну суму всіх стовпців (3.3) за формулою:

$$\sum_{i=m}^n a_i = a_m + a_{m+1} + a_{m+2} + \dots + a_{n-1} + a_n \quad (3.3)$$

де: i - індекс підсумовування; a_i - змінна, що позначає кожен член в серії; m - нижня межа підсумовування, n - верхня межа підсумовування. Позначення « $i = m$ » під символом підсумовування означає, що початкова (стартове) значення індексу i еквівалентно m . З цього запису випливає, що індекс i інкрементується на 1 в кожному члені виразу і зупиниться, коли $i = n$.

Що б отримати значення впливу незалежних параметрів, створюється матриця рівна розмірності вихідної матриці, але при перенесенні значень проводиться розподіл елементів осередки на суму алгебраїчну суму стовпця в якому знаходиться цей осередок.

$$X_{i,j} = G_{i,j} / \sum a_i \quad (3.4)$$

де: $X_{i,j}$ - елементи матриці 2 зі значеннями. $G_{i,j}$ - елемент матриці 1. $\sum a_i$ - алгебраїчна сума стовпця.

Для перевірки правильності перенесення значень в матрицю (3.5) проводиться розрахунок за формулою:

$$\sum_{i=m}^n a_i = a_m + a_{m+1} + a_{m+2} + \dots + a_{n-1} + a_n \quad (3.5)$$

де: i - індекс підсумовування; a_i - змінна, що позначає кожен член в серії; m - нижня межа підсумовування, n - верхня межа підсумовування.

Якщо значення після підрахунку рівні «1», то це означає що перенесення і обчислення зроблені правильно і з цією матрицею можна працювати. Даний підхід розраховує суму для всіх стовпців, які в подальшому будуть використовуватися для розрахунку.

Далі проводиться розрахунок (3.6) за всіма рядками і створюється стовпець з назвою «Вектор-стовпчики» в якому записується сума всіх рядків по формулі:

$$a_i = (a_i^1 + a_i^2 + \dots + a_i^s) . \quad (3.6)$$

де: a_i – новий елемент стовпчика. a_i – елементи рядка.

Після заповнення стовпчика «Вектор-стовпчики» слід створити і розрахувати значення для елементів в стовпці «Вектор-стовпчики пріоритетів» (3.7). Для знаходження значень даного стовпчика використовується формула:

$$VS_i = a_i/N \quad (3.7)$$

де: VS_i – створення нового стовпика з елементами «Вектор-стовпчики». a_i – елемент стовпчика. N – розмірність матриці.

Далі знову йде підрахунок суми цього стовпця і триває підрахунок значень.

Наступним необхідно порахувати значення стовпця «Новий вектор» (3.8). Для розрахунку даного значення використовувалася формула:

$$J_i = C_i * VS_i + C_{i+1} * VS_{i+1} + \dots + C_{i+n} * VS_{i+n} \quad (3.8)$$

де: J_i – новий стовпець «Новий вектор». C_{i+n} – елемент зі рядка матриці 1. VS_{i+n} – стовпець з елементами «Вектор-стовпчики».

Для отримання значення загальної суми вагових коефіцієнтів, необхідний був розрахунок значень для стовпчика «Новий вектор *» (3.9). Щоб розрахувати дане значення, використовувалася формула

$$V = VS_{i+n}/J_i \quad (3.9)$$

де: V – створення стовпчика «Новий вектор *». VS – стовпець з елементами «Вектор-стовпчики». J_i – новий стовпець «Новий вектор».

Для визначення значення осередку з вагою всіх даних векторів (3.10). Використовуються алгебраїчна сума всіх елементів стовпця.

$$\text{sum} = v_i + v_{i+1} + \dots + v_n \quad (3.10)$$

де: sum - значення осередку з вагою всіх даних векторів. v_i - значення осередків в стовпці.

Для отримання значення для перевірки правильності розрахунку слід провести розрахунок значення « λ_{\max} » (3.11) за формулою:

$$\lambda_{\max} = \text{Sum} / n \quad (3.11)$$

де: n - розмірність матриці. sum - значення осередку з вагою всіх даних векторів.

Для визначення індексу погодженості в таблиці (3.12), для определія правильності розрахунків в таблиці іпольщуєт формула:

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}, \quad (3.12)$$

де: n - розмірність матриці. λ_{\max} - максимально власне значення матриці.

Відношення погодженості до випадкового індексу являється обов'язковим розрахунковим значенням для матриці ієрархий. Дане значення повинно бути в межах від 0.10 до 0.80.

У випадку, якщо значення відношення погодженості $\geq 0,10$ будемо вважати прийнятним і таким який підтверджує адекватність розрахунків. Для матриці розмірністю 9x9 цей індекс дорівнює 0.24. Формула для розрахунку даного значення:

$$C.R. = \frac{C.I.}{P_n}, \quad (3.13)$$

де: P_n - значення показника випадкової узгодженості, в залежності від розмірності матриці. C.I. - індекс погодженості.

Для перевірки роботи алгоритму був розроблений набір даних у програмному продукті Microsoft Excel (рис 3.1)

Параметр (умови)	Дощ	Роса	Град	Площа поля	Вологосмість	Ширина жатки	Тип дороги	Вантажопідйомність	Відстань від поля до току	Параметр (умови)	Дощ	Роса	Град	Площа поля	Вологосмість	Ширина жатки	Тип дороги	Вантажопідйомність	Відстань від поля до току	Вектор стовпчик	Вектор стовпчик пріоритетів	Новий вектор	Новий вектор *	
Дощ	1,00	2,00	3,00	5,00	4,00	6,00	7,00	9,00	8,00	Дощ	0,42	0,42	0,40	0,37	0,28	0,27	0,24	0,23	0,19	2,83	0,31	3,02	9,78	
Роса	0,50	1,00	2,00	4,00	3,00	5,00	6,00	8,00	7,00	Роса	0,18	0,21	0,26	0,30	0,21	0,23	0,21	0,21	0,16	1,96	0,22	2,17	9,96	
Град	0,33	0,50	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	Град	0,12	0,11	0,13	0,15	0,21	0,18	0,17	0,16	0,16	1,39	0,15	1,51	9,78	
Площа поля	0,20	0,25	0,50	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	Площа поля	0,07	0,05	0,07	0,07	0,14	0,14	0,14	0,13	0,14	0,95	0,11	1,01	9,62	
Вологосмість	0,25	0,33	0,33	0,50	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	Вологосмість	0,09	0,07	0,04	0,04	0,07	0,09	0,10	0,10	0,12	0,72	0,08	0,75	9,35	
Ширина жатки	0,17	0,20	0,25	0,33	0,50	1,00	2,00	3,00	4,00	Ширина жатки	0,06	0,04	0,03	0,02	0,04	0,05	0,07	0,08	0,09	0,48	0,05	0,49	9,23	
Тип дороги	0,14	0,17	0,20	0,25	0,33	0,50	1,00	2,00	3,00	Тип дороги	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	0,07	0,33	0,04	0,34	9,15	
Вантажопідйомність	0,11	0,13	0,17	0,20	0,25	0,33	0,50	1,00	2,00	Вантажопідйомність	0,04	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	0,23	0,03	0,23	9,20	
Відстань від поля до току	0,13	0,14	0,14	0,17	0,20	0,25	0,33	0,50	1,00	Відстань від поля до току	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,18	0,02	0,18	9,27	
Σ	2,83	4,72	7,59	13,45	14,28	22,08	28,83	38,50	43,00	Σ	1,07	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	9,07	1,01	9,48	85,34	
																							9,481873	
																								0,060
																								0,042

Рисунок 3.1 - Метод аналізу ієрархія Саатті у програмному продукті Microsoft Excel

Розроблений метод повинен мати максимальну точність. Для забезпечення даної точності, набори даних становили 16 символів після коми.

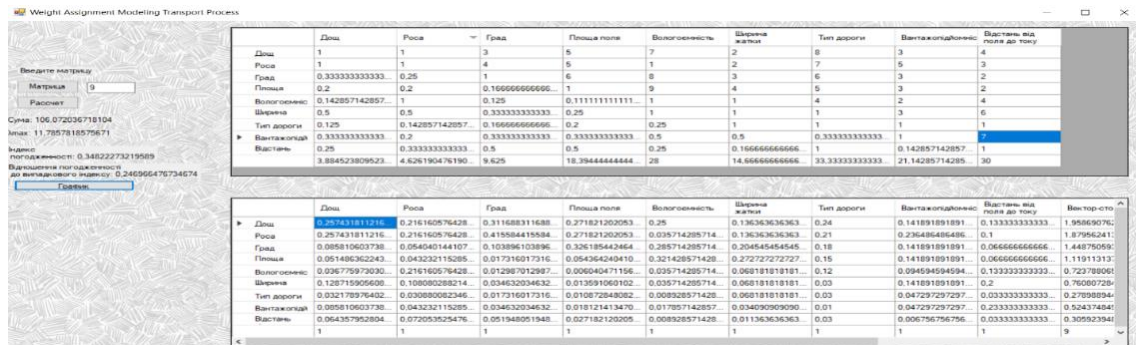


Рисунок 3.2 – Вікно форми методу аналізу ієрархія Саатті додатку

Для візуалізації виведених даних і відображення їх порівнянь (сума їх значень повинна дорівнювати 1), промальовується графік «Вектор стовпчик пріоритетів» (рис. 3.3). На даному графіку можна отримати інформацію про те які фактори враховуються в системі і який вплив на систему нечіткої логіки вони несуть.

Результат розв'язання задачі методом аналізу ієрархій представлений у вигляді двох таблиць - таблиці, де вказані всі знайдені локальні пріоритети і таблиці, де вказані ранжирування глобальні пріоритети альтернатив - і діаграми глобальних пріоритетів альтернатив (рис. 3.3).

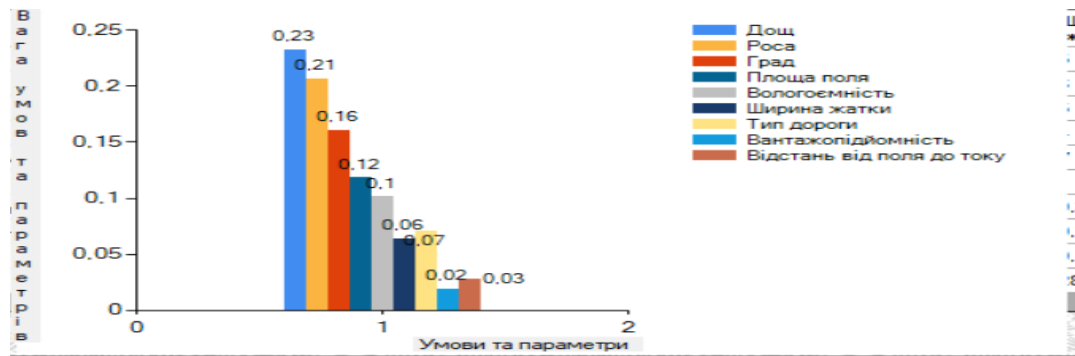


Рисунок 3.3 - Діаграми глобальних пріоритетів альтернатив

3.2 Розробка моделі у MATLAB

3.2.1 MATLAB

Використання персональних комп'ютерів у навчальному процесі дозволяє полегшити працю викладача і дати практичні навички у вирішенні тих чи інших завдань, що виникають в процесі навчання. Для цих цілей використовується цілий набір інтегрованих програмних систем і пакетів програм, що охоплюють практично весь спектр вирішуваних завдань. Зокрема, кошти для автоматизації математичних розрахунків: Reduce, Derive, TK Solver, Mathcad, Mathematica, Maple V, MATLAB і багато інших. Система автоматизації математичних розрахунків MATLAB є однією з найстаріших і найпотужніших в цій області. Назва системи походить від скорочення - матрична лабораторія (MATrix LABoratory), але ця орієнтація програми практично не відчувається тими користувачами, які не цікавляться безпосередньо матричними обчисленнями, внаслідок опрацьованості і продуманості синтаксису мови програмування системи. Система MATLAB була розроблена фірмою Math Works, Inc. як мова програмування високого рівня для математичних, інженерних, наукових і технічних обчислень. В процесі розвитку система "обростала" різними доповненнями у вигляді пакетів розширення, зі збільшенням кількості яких росли і можливості системи. Але також дещо збільшилася складність її освоєння на перших етапах, що дещо компенсується розвиненою системою допомоги (англійською мовою). Як і будь-яка комп'ютерна програма, система MATLAB має як достоїнствами, так і недоліками. Переваги системи очевидні і частково описані вище, лише необхідно відзначити легкість написання програм в даній системі і відкритість її архітектури, що дозволяє легко змінювати систему "під себе" і створювати нові пакети розширень. До недоліків системи можна віднести: лінійну запис

виразів і формул, що в порівнянні, наприклад, з системою Mathcad виглядає дещо нелегким для читання; деяку громіздкість системи, що створює складності в її вивченні на перших етапах. В даний момент існує досить велика кількість літератури, присвяченій системі MATLAB і її додатків, але навіть вся ця література не може охопити всі можливості і здатності цього програмного продукту. Зокрема, недостатньо висвітлено питання про застосування системи MATLAB (а точніше, пакета розширення Simulink) для вирішення завдань аналізу та синтезу систем автоматичного управління (САУ). Оскільки даний навчальний посібник присвячено виключно цього по-7 просу, в ньому буде використовуватися тільки пакет розширення Simulink і робота безпосередньо з системою MATLAB показані не буде. Але так як пакет розширення Simulink не може функціонувати без системи MATLAB, в наступному підрозділі дані короткі рекомендації по користуванню системою MATLAB.

3.2.2 Simulink

Програма Simulink є додатком до пакету MATLAB. При моделюванні з використанням Simulink реалізується принцип візуального програмування, відповідно до якого, користувач на екрані з бібліотеки стандартних блоків створює модель пристрою і здійснює розрахунки. При цьому, на відміну від класичних способів моделювання, користувачеві не потрібно досконально вивчати мову програмування і чисельні методи математики, а досить загальних знань потрібних при роботі на комп'ютері і, природно, знань тієї предметної області в якій він працює.

Simulink є досить самостійним інструментом MATLAB і при роботі з ним зовсім не потрібно знати сам MATLAB і інші його додатки. З іншого боку доступ до функцій MATLAB і іншим його інструментам залишається відкритим і їх можна використовувати в Simulink. Частина входять до складу пакетів має інструменти, вбудовані в Simulink (наприклад, LTI-Viewer додатки Control System Toolbox - пакета для розробки систем управління). Є також додаткові бібліотеки блоків для різних областей застосування (наприклад, Power System Blockset - моделювання електротехнічних пристроїв, Digital Signal Processing Blockset - набір блоків для розробки цифрових пристроїв і т.д).

При роботі з Simulink користувач має можливість модернізувати бібліотечні блоки, створювати свої власні, а також складати нові бібліотеки блоків.

При моделюванні користувач може вибирати метод розв'язання диференціальних рівнянь, а також спосіб зміни модельного часу (з фіксованим або змінним кроком). В ході моделювання є можливість стежити за процесами, що відбуваються в системі. Для цього

використовуються спеціальні пристрої спостереження, що входять до складу бібліотеки Simulink. Результати моделювання можуть бути представлені у вигляді графіків або таблиць.

Перевага Simulink полягає також в тому, що він дозволяє поповнювати бібліотеки блоків за допомогою підпрограм написаних як на мові MATLAB, так і на мовах C++, Fortran і Ada [96].

Розробки програмного засобу необхідного для підтримки прийняття рішень щодо кількості транспортних засобів для реалізації оптимального процесу збору врожаю на полях за різних умов. Суть підходу полягає у використанні нечітких моделей для розрахунку набору параметрів та інтерпретації лінгвістичних змінних для забезпечення широкого залучення експертних оцінок при плануванні збиральних робіт. Для налаштування системи використано імітаційне моделювання. Виявлено закономірності, які впливають на прийняття рішень, визначено вплив вхідних параметрів, функцій приналежності та методів фазифікації. Імітаційна модель планування збиральних робіт у різноманітних кліматичних умовах була реалізована за допомогою Fuzzy Logic Toolbox в середовищі Matlab. У моделі зконфігуровано вісім блоків для введення даних, і одинадцять блоків для фазифікації і обробки даних. Загальна модель (рис. 3.4) включає в себе всі параметри, які прямо і побічно впливають на планування збиральних робіт.

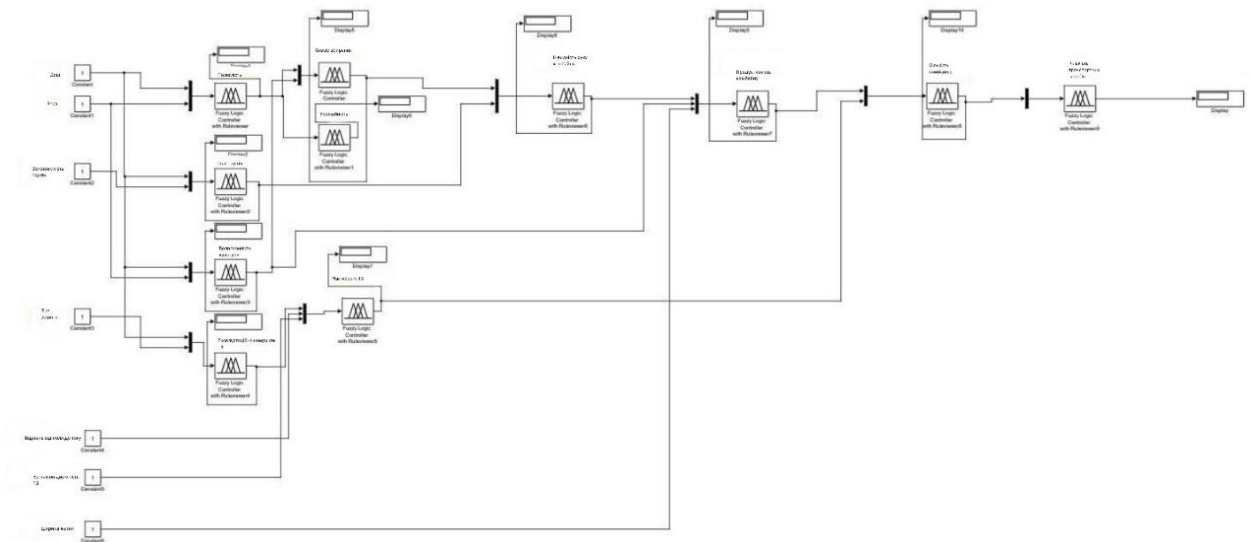


Рисунок 3.4 - Загальна модель даних системи

3.3 Локальна сільська метеостанція

Для інформаційного наповнення системи збирання врожаю, зокрема для управління збирально-транспортними процесами передбачається використовувати локальні сільськогосподарські метеостанції (рис 3.5).

Локальна сільськогосподарська метеостанція – пристрій для моніторингу погоди, відстеження метеорологічних та кліматичних умов навколишнього середовища, їх зміни, що має широкий діапазон опцій та складається із датчиків для їх вимірювання.

За статистикою, інформація про погоду, отримана з інтернет-джерел, відповідає дійсності лише на 30%.

Локальний агрономічний прогноз погоди, побудований на основі показників метеостанцій, має більш складний і точний механізм збору та аналізу даних, а значить, і підвищує ймовірність прогнозування погоди до 85%.

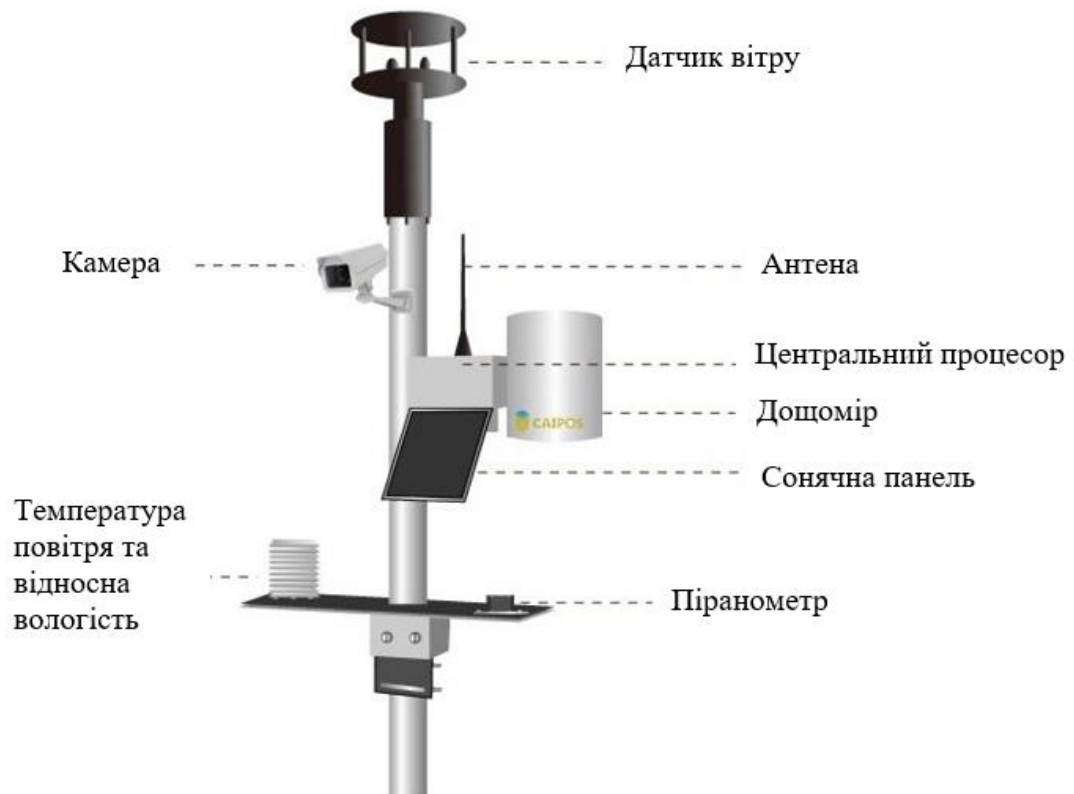


Рисунок 3.5 - Схема локальної сільськогосподарської метеостанції.

3.3.1 Набір датчиків

Для розробки метеостанція використовуються датчики:

- датчик температури і вологості типу DHT22;
- датчиком барометричного тиску типу BMP180;
- WiFi модулем ESP8266;
- радіомодуль типу nRF24 2,4 ГГц;
- сімейством Arduino Pro Mini, Arduino Mega;
- сонячною батареєю і акумуляторами;
- дощомір;
- датчик вітру;
- камера.

Отже, метеостанція повинна:

- вимірювати температуру і вологість на вулиці;
- вимірювати рівень опадів;
- вимірювати рівень полеглості;
- відображати зазначені значення на дисплеї;
- передавати дані на сервер в інтернет, де дані будуть зберігатися в базі даних і

відображатися на веб-сторінці, або використовуватися в додатку.

Архітектура системи, апаратне і програмне забезпечення повинні забезпечувати подальшу розширюваність системи для додавання нових датчиків і нових можливостей.

Архітектура погодної станції базується на Arduino. У складі метеостанції буде видалення, завіконний датчик і центральний модуль.

Центральний, основний блок буде розташований всередині приміщення. Це важливо визначити на початковому етапі, від цього залежать такі важливі характеристики як температурний режим роботи і живлення.

Віддалений датчики будуть періодично проводити вимірювання і передавати дані на центральний домашній блок. Центральний блок приймає дані від всіх датчиків, показує їх на екрані і відправляє їх же в інтернет в базу даних. Як тільки дані виявляються в базі з ними можна робити все що необхідно, в тому числі передавати в додаток.

Для зв'язку із зовнішнім світом інтернет був обраний WiFi модуль.

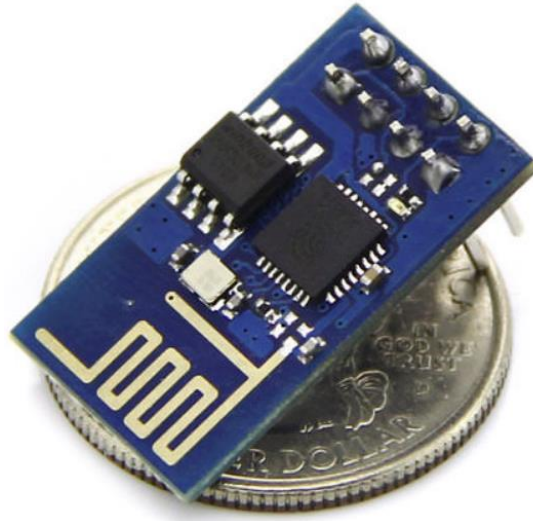


Рисунок 3.6 - модуль ESP8266

Мінуси модуля ESP8266:

- необхідний стійкий WiFi за межами приміщення;
- дальність зв'язку не велика;
- постраждає надійність, при пропажі інтернету ми не побачимо свої віддалені датчики;
- більше енергоспоживання.

Енергоспоживання ESP8266:

- при передачі 120-170 mA;
- при прийомі 50-56 mA;
- в режимі Deep Sleep 10 μ A (мкА);
- у вимкненому стані 5 μ A (мкА).

Зрештою для зв'язку віддалених датчиків з основним домашнім блоком був обраний чіп nRF24L01 + з 2,4 Гц передавачем і приймачем, з додатковою зовнішньою антеною.



Рисунок 3.7 - модуль nRF24L01

- при прийомі 11 mA
- при передачі на швидкості 2Mbps - 13 mA
- в режимі standby-I - 26 μ A (мкА)
- у вимкненому стані 900 nA (нА).

Температура може досягати від'ємних значень, тому датчик DHT22 підійде в систему найбільш слушно.

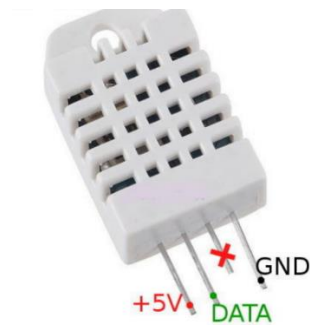


Рисунок 3.8 - Температурний сенсор DHT22

Характеристики DHT22:

- живлення від 3,3 В до 5 В, рекомендується 5 В
- споживання 2.5mA максимум, в момент вимірювання і передачі даних
- діапазон вимірювання вологості 0-100% з похибкою 2-5%
- діапазон виміру температури від -40 до + 125 ° C з похибкою ± 0.5 ° C
- запит на вимір не частіше 0,5 Гц - один раз на 2 секунди.

Для реалізації польового датчика вибрав Arduino Pro Mini як найбільш близьку до Uno з мініатюрних.

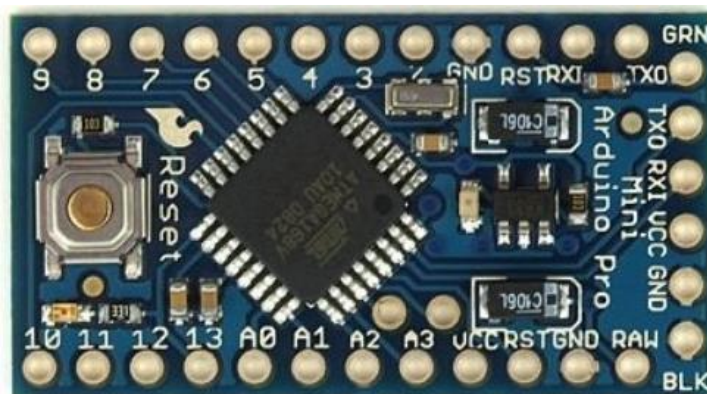


Рисунок 3.9 - плата Arduino Pro Mini

По енергоспоживанню Arduino Pro Mini:

- немає перетворювача USB-TTL
- світлодіод підключений через 10к резистор.

Для центрального блоку, оскільки до нього планувалося підключити численну периферію, була обрана плата Arduino Mega. До того ж вона повністю сумісна з UNO і має більше пам'яті.

3.3.2 Живлення і енергоспоживання

Arduino Pro Mini бувають двох видів:

- на напругу живлення 5В і частоту 16МГц
- на напруга живлення 3,3 В і частоту 8МГц.

Оскільки радіо-модуль nRF24L01 + вимагає для живлення 3,3 В, а швидкодія тут не важливий, то Arduino Pro Mini на 8MHz і 3,3 обумовлена здешевленням вартості проекту для сільської метеостанції.

При цьому діапазон напруги живлення Arduino Pro Mini становить:

- 3,35-12 В для моделі 3,3 В
- 5-12 В для моделі 5 В.

Живлення центрального блоку від мережі 220 проводиться через невеликий блок живлення, що дає на виході 12В, 450mA, 5W.

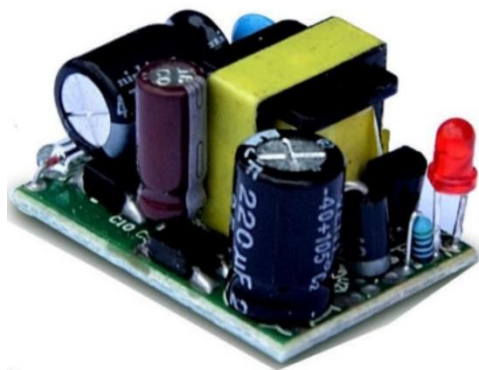


Рисунок 3.10 - Блок живлення.

Arduino Pro Mini і радіомодуль nRF24 будуть житися від зв'язки 4-х Ni-Mh акумуляторів.

Максимальна місткість сучасного акумулятора приблизно 2500-2700mAh.

Li-Ion акумулятори не використовують з кількох причин:

- Дуже дорогі
- при зниженні температури навколишнього повітря нижче 0 ° С відбувається зниження потужності літій-іонного акумулятора до 40-50%
- ті які дешеві виробляються без захисту і небезпечні.
- старіють, навіть якщо не використовуються (втім це можна сказати про всі хімічні елементи), через 2 роки Li-Ion батарея втрачає близько 20% ємності.

Для прототипу можна вибрати якісні Ni-MH AA або AAA акумуляторами. Метеостанції не потрібні великі струми. Єдиний мінус Ni-MH акумуляторів - це їх довга зарядка.

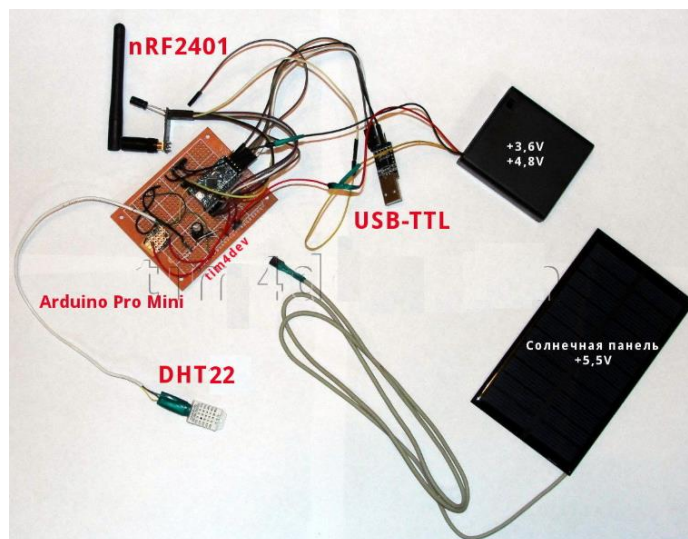


Рисунок 3.11 – Схема метеостанції

Програмному забезпеченні сільській метеостанції.

Сервер - це центральний, домашній блок, який може спілкуватися з інтернетом через WiFi.

Клієнт це віддалений, завіконний датчик, який передає дані на сервер по радіоканалу.

Адреса - це просто будь-яке ціле число.

Радіопередавач nRF24L01 +, точніше бібліотека RadioHead, вимагає вказівки адрес сервера і клієнта. Адреси передбачені на той випадок, коли сформовані сервер і клієнтів більше ніж один. Коли клієнт посилає пакет з даними на сервер, то він вказує для якого сервера призначений цей пакет. Сервер, знаючи свою власну адресу, в свою чергу, визначає для нього чи призначений цей пакет тому адресу сервера на сервері і на клієнті повинен збігатися, а ось

адреса клієнта для різних клієнтів повинен відрізнятися. Іншими словами, якщо до нашої системи ви в майбутньому підключите ще один новий датчик, то адреса клієнта для нього потрібно буде змінити.

Клієнт робить заміри температури, вологості рівень полеглості, збирає все це в структуру даних, відсилає дані на сервер і переходить в режим очікування. Якщо при передачі відбулися помилки, то передача тут же повторюється.

Сервер (центральний, домашній блок) в свою чергу дані приймає, підтверджує прийом і обробляє їх.

База даних, MySQL.

Постановка завдання для сервера:

- приймати і зберігати дані метеостанції: температура, вологість, полеглості, напруга живлення;
- відображати ці дані.

Для зберігання, отримання та передачі даних необхідний хостинг яким є комп'ютер грає роль сервера, підключений до домашнього мережевого маршрутизатора і має вихід в Інтернет.

Логічне уявлення або схема бази даних:

- таблиця з даними ДНТ датчика температури і вологості;
- таблиця з даними ВМР полеглості;
- зазначені таблиці не мають зв'язків між собою.

Фізична схема спирається на конкретну СУБД і типи даних.

Дані від одностипних датчиків зберігаємо в одній таблиці, для датчиків іншого типу друга таблиця.

У нашому проекті дві таблиці. У таблиці зберігаються дані від датчика (ів) типу ДНТ (температура, вологість), в таблиці зберігаються дані від датчика (ів) типу ВМР (полеглості).

Якщо в таблиці будуть зберігатися дані від кілька датчиків, для цього в кожній таблиці вводиться поле.

Фактично адреса клієнта який прописували для кожного екземпляра віддаленого датчика-клієнта і для датчика, який підключений безпосередньо до сервера - центрального блоку.

У промислових системах створюється таблиця - відповідності і його словесного опису.

У таблицях зберігаються такі дані:

- IP адреса метеостанції (сервера) з якого прийшли дані, корисно для налагодження та моніторингу;
- дата час створення запису;

- температура;
- вологість;
- voltage - напруга живлення;
- полеглість.

Створення БД з її користувача, правами і паролем.

PHP і веб-сервер

Всі настройки веб-інтерфейсу зберігаються за допомогою параметрів бази даних.

Заданий секретний ключ для доступу (у вигляді числа) який збігається з константою секретного ключа.

У веб-сервері немає авторизації, входу по паролю, це ускладнило б всю конструкцію. Для прототипу це не потрібно.

Основний PHP скрипт приймає простий HTTP GET запит з даними і зберігає їх у відповідні таблиці бази даних. Якщо ключ не збігається, то запит буде відкинутий.

Бібліотека експортує дані з таблиць бази даних MySQL в файл формату CSV. Для подальшого імпорту та аналізу в електронних таблицях.

WiFi і передача даних

Повертаємося до номера сервера, до тієї його частини, яка з'єднується з точкою доступу WiFi і відсилає дані на веб-сервер.

Метеостанція з'єднується з сервером через WiFi, має додаток яке бере дані з бази даних. Під сервером мається на увазі сервер додатків, тобто PHP-обв'язка і СУБД MySQL.

Архітектура всієї програмної платформи метеостанції:

- серверна частина (центральний блок) метеостанції збирає дані з віддалених датчиків-клієнтів;
- далі передача даних на веб-сервер додатків, який зберігає ці дані в базу даних;
- додаток запитує дані для обробки.

В метеостанції 3 датчики, дані закодовані по всьому коду метеостанції.

3.4 Розробка системи на базі нечітких множин

Для роботи системи були проведені розрахунки з розділу 2 і було виведено звід правил і відносин між елементами в системі (рис 3.3). Правила відносин власності включаються в себе вісім вхідних значень і десять значень які розраховуються в процесі виконання програми. Розроблений додаток складається з двох основних частин. Перша частина працює на основі системи аналізу ієрархій Сааті виконує коригувальну роль на систему. Даний підхід дає

системі можливість прогнозування процесів в період збору врожаю пшениці з більшою точністю і дозволити агрофірмі зменшити витрати на транспортування, прибирання та виділення техніки для збору врожаю пшениці [97].

У процесі створення системи був проведений аналіз факторів, що впливають на виділення прибиральної техніки. Після розрахунків чинників був складений список з факторів, що впливають.

В системі необхідно розрахувати терми (параметри) які заносяться в апарат нечіткої логіки. Нижче наведені частина факторів в системі і їх розмір з одиницями числення. В системі присутній 8 параметрів, що вводяться і 9 параметрів розрахункових в апараті нечіткої логіки. Параметри, отримані з апарату нечіткої логіки передаються в наступні апарати нечіткої логіки з коригуваннями ваги параметрів на основі апарату методу аналізу ієрархій Сааті.

Спираючись на роботу [67] при виявленні закономірностей необхідне точне вказівку кордонів показників для кожного параметра. На виділення транспортних засобів необхідно виділити шість рівнів даних. Перший рівень є вступним [69] пользоателемю Для заповнення таблиці 3.2 взяті показники з розрахунків розділу 1 і на основі досліджень [69,78,83] отримані показники воложності культур котрі впливають на продуктивну збиральну компанію.

Таблиця 3.2 – Параметри для системи

Параметри	Терми	Показники
1	2	3
Дощ:	Затяжний	10-20 мм
	Проливний	10 мм
	Проливний	3-5 мм.
Роса:	Довготривала	7 год.;
	Помірна	5 год.
	Короткотривала	2 год..
Град:	Великий	10 мм
	Середній	5 мм
	Дрібний	2-3 мм
Площа поля:	Велика	500 га
	Середня	200-300 га
	Мала	100 га

Продовження таблиці 3.2

1	2	3
Вантажопідйомність транспортних засобів (ТЗ):	Велика	20т
	Більше середньої	10-12т
	Середня	5-7т
	Мала	3 т
Швидкість руху комбайну:	Висока	10 км/год
	Нормальна	5-7 км/год
	Низька	2-3 км/год
Продуктивність комбайну:	Висока	5,5 га/год
	Середня	4,5 га/год
	Низька	3 га/год
Кількість транспортних засобів (автомобілів)	Вище норми	9 од.
	Нормальна	5 од.
	Недостатня	3 од.
Кількість комбайнів	Велика	5 од. та більше
	Середня	2-4 од.
	Мала	1 од.

Для складання таблиці були взяті дослідження [54] за розрахунками впливу різних чинників навколишнього середовища і способів збирання на кількість виділених комбайнів і транспортної техніки для збиральної компанії пшениці. Дощ, град, роса, вологість ґрунту, тип дороги, відстань від поля до току, вантажність, та ширина жатки комбайна є показниками першого рівня. Спираючись на [44] слід зауважити що немає можливості на пряму розрахувати на основі першого рівня систему для розрахунку транспортних засобів. Для створення системи було виділено сім рівнів ієрархії (рис 3.3) кожна з яких спирається на нижчий і бере з них дані. Визначивши кожен з рівнів і елементи з їх параметрами вироблено написання правил, за якими працює система на основі нечіткої логіки.

Ці правила прописом всередині апарату нечіткої логіки і окремо для кожної зв'язку з елементів. Для розрахунку «Кількість транспортних засобів» створюється таблиця параметрів і термів «Кількість комбайнів».

Для фазифікації в апараті нечіткої логіки вводяться показники, які розбивають пряму приналежності від двох до чотирьох частин.

Таблиця 3.4 – Терми впливу кількості комбайнів на кількість транспортних засобів

якщо	параметр	терм	то	параметр	терм
якщо	продуктивність комбайну	«висока»	то	кількість комбайнів	«мала»
якщо	продуктивність комбайну	«середня»	то	кількість комбайнів	«середня»
якщо	продуктивність комбайну	«низька»	то	кількість комбайнів	«висока»

Перевагою апарату нечіткої логіки для вирішення завдання з виділенням транспортних засобів для збиральної компанії пшениці, полягає в тому, що фактори які впливають на систему можуть бути не одного набору даних, тобто нечітка логіка дозволяє перетворити опади дощу, граду чи роси в рівень полеглисті пшениці, вологості пшениці і так далі.

Таблиця 3.5 – Терми впливу продуктивності комбайну на кількість комбайнів

якщо	параметр	терм	то	параметр	терм
якщо	продуктивність комбайну	«велика»	то	кількість комбайнів	«вище норми»
якщо	продуктивність комбайну	«середня»	то	кількість комбайнів	«нормальна»
якщо	продуктивність комбайну	«мала»	то	кількість комбайнів	«недостатня»

Для більш зручного користування системою і якнайшвидшого впровадження її в агрофірми створена програма на мові C # з простим інтерфейсом, що б людина пройшовши невелике навчання зумів скористатися програмним продуктом для більш ефективного виділення ресурсів на своєму підприємстві. Для зручності Користування й організації роботи було написана портативна версія програми, яка дозволяє використовувати її будь то на ноутбуках або стаціонарних комп'ютерах, чи телефонах, з підтримкою exe файлів, що стані у

нагоді, як керівникам сільськогосподарських підприємств, так й агрономів, логістам та інженерам з транспорту.

Система автоматизованої обробки експериментальної інформації – комп’ютерна програма «Weather Climatic Condition Calculation Agriculture Transport» (Додаток Б), отриманої на основі вихідних даних користувача (умов та параметрів) за допомогою спеціальних компонентів, які базуються на основі теорії нечітких множин (Fuzzy Logic). Програма виводить на екран кінцевий результат – залежність кількості транспортних засобів (автомобілів) від погодно-кліматичних умов, технічних та технологічних параметрів системи, які допоможуть вдосконалити організацію транспортного процесу при збиранні врожаю ранньої пшениці з метою підвищення ефективності (рис.3.12).

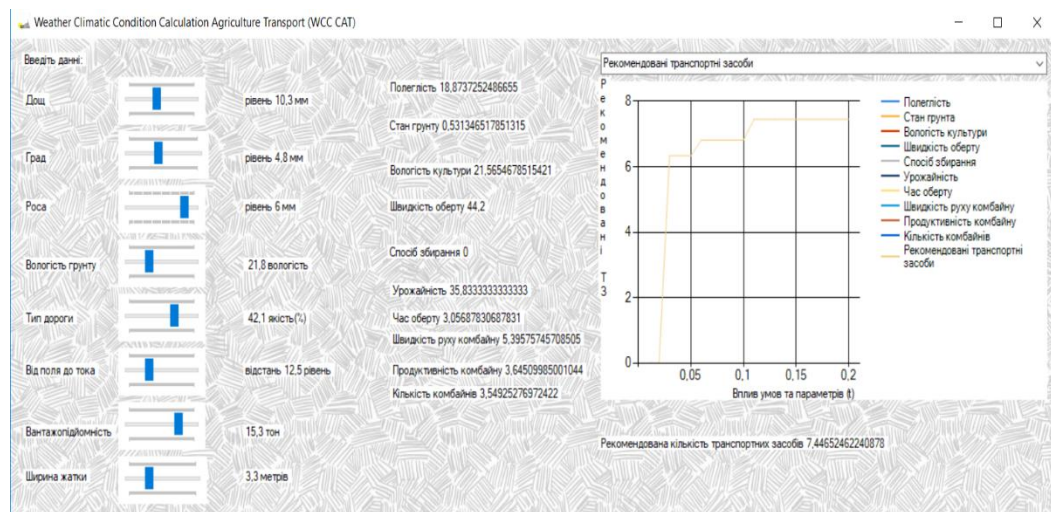


Рисунок 3.12 – Основне вікно програми «Weather Climatic Condition Calculation Agriculture Transport»

Вікно з відображення інформації на екрані про умови та параметри, залежні дані та результат розрахунку.

Перший розділ призначений для введення даних в систему. Для зручності введення частиною інтерфейсу, використовувався компонент «Task Bar» який дозволив більш зручно і точно вводити дані користувачеві або коригувати ці дані під час роботи з додатком. Для роботи та адекватності даних на основі одержуваних значень з датчиків, був обраний режим реального часу що дозволить агроному спираючись на дані з додатка робити коригування в процесі збиральної компанії.

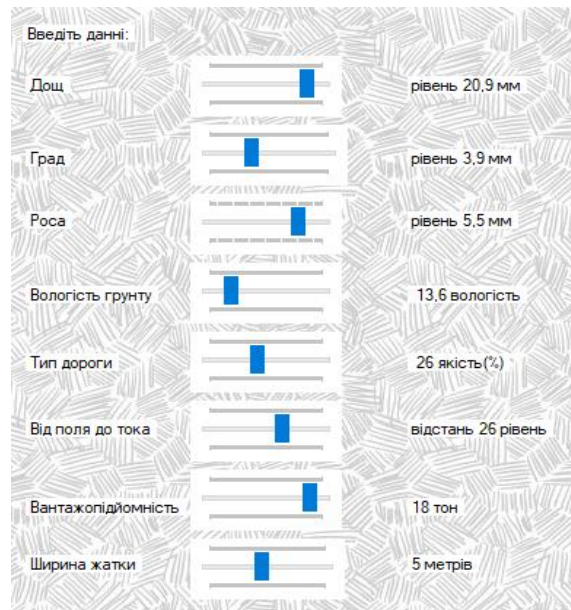


Рисунок 3.13 - Вікно введення умов та параметрів

Введення вихідних умов та параметрів, що задаються та відображення їх на екрані та передаються на пряму у додаток який реалізує систему прогнозування кількості транспортних засобів.

Після введення даних в режимі реального часу вираховуються параметри полеглості, стану ґрунту, вологості культури та інші. Відображення на екрані даних для аналізу впливу вісхідних умов та параметрів на систему в цілому. Дані які отримує користувач з етох значень можна записувати в журнал збиральної компанії або в складанні звіту.

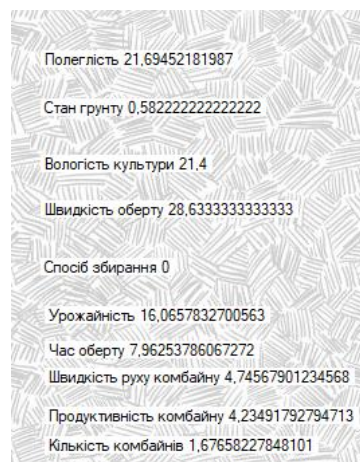


Рисунок 3.14 - Вікно отримання даних по параметрах, які впливають на кінцевий результат

Для візуалізації змінити в процесі роботи програми зроблено графік зміни кількості транспортних засобів, комбайнів, рівня вологості культури і іншого за проміжок коли використовувалося додаток.

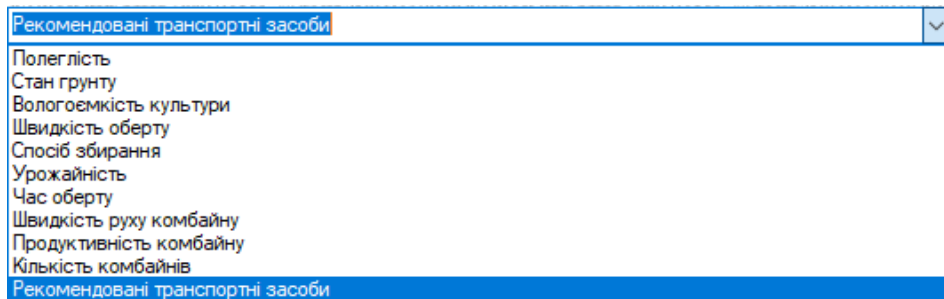


Рисунок 3.15 - Вікно з можливими параметрами для отримання графіків.

Вікно дозволяє обрати параметр, необхідний для відображення на графіку

Виведення на екран даних у формі графіків, з 11 параметрів, зміна графіків, в залежності від вибору умов та параметрів

Вимірюваними параметрами при проведенні експериментів є:

- полеглість;
- стан ґрунту;
- вологоємкість культури;
- швидкість обертуну;
- спосіб збирання;
- урожайність;
- час обертуну;
- швидкість руху комбайну;
- продуктивність комбайну;
- кількість комбайнів.
- рекомендовані транспортні засоби.

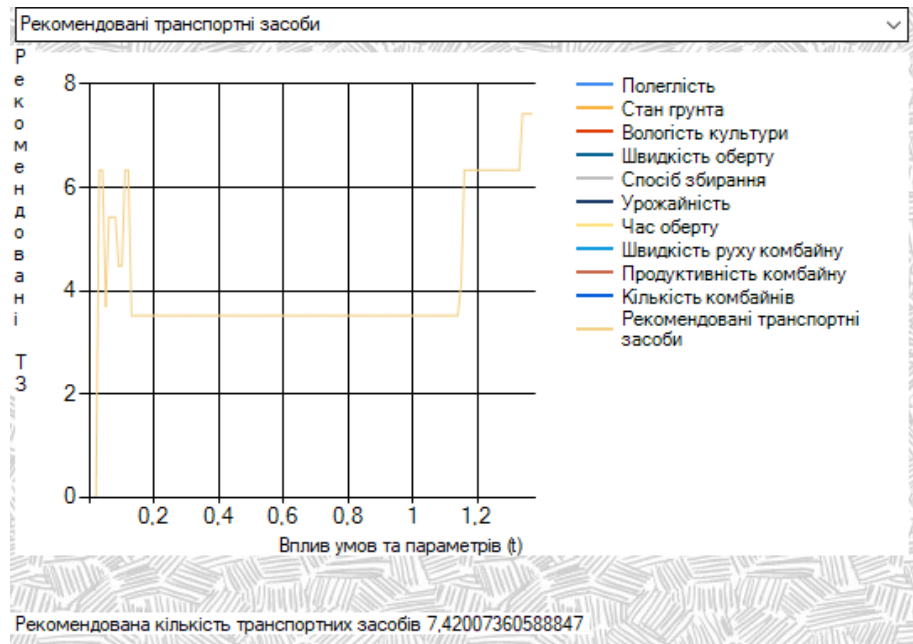


Рисунок 3.16 - Виведення на екран графіків.

3.5 Висновки до розділу 3

У третьому розділі магістерської роботи виявлено зв'язок між елементами, які викликають на кількість транспортних засобів. Скласти схему впливу кожного фактору на результат.

В результаті проведених досліджень було розроблено механізм по введенню інформації, її обробки і прогнозування кількості транспортних засобів. Виявлено закономірності, які впливають на кількість транспортних засобів та впливу одних даних на інші. Введення даних проводитиметься людиною, який може і не бути експертом в цій галузі, але мати дані з датчиків або приладів.

У період отримання й обробки даних, на вхід надходить вісім числових даних, які вводить експерт на основі датчиків або вимірювальних пристроїв. Введені дані не цілочисельні і мають певні межі в системі. При обробці даних й передачі значень від блоку до блоку, буде створюватися певна точка зі значенням в системі та передаватися далі, а результуючим значенням буде кількість транспортних засобів.

Область застосування цієї розробки є сільське господарство в період збиральних робіт, а відмінна риса від інших систем полягає в автоматизації видачі результатів для користувача.

РОЗДІЛ 4

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ. ЕКОЛОГІЯ

В даному розділі проведено аналіз потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів, причин пожеж. Розглянуті заходи, які дозволяють забезпечити гігієну праці і виробничу санітарію. На підставі аналізу розроблені заходи з техніки безпеки та рекомендації з пожежної профілактики.

Завданням даної магістерської роботи було розробка комп'ютерної система прогнозування кількості транспортних засобів, і як результат було створено Weather Climatic Condition Calculation Agriculture Transport. За цим програмним продуктом в подальшому розроблятиметься реальна система, яка значно полегшить процес організації транспортного процесу при збиранні врожаю ранньої пшениці з метою підвищення ефективності. Так як в процесі проектування використовувалося персональний комп'ютер, то аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих чинників виконується для персонального комп'ютера на якому буде розроблятися/використовуватися розроблена програма.

4.1 Загальні питання з охорони праці

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. В законі України «Про охорону праці» визначається, що охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

При роботі з обчислювальною технікою змінюються фізичні і хімічні фактори навколишнього середовища: виникає статична електрика, електромагнітне випромінювання, змінюється температура і вологість, рівень вміст кисню і озону в повітрі. На всіх підприємствах, в установах, організаціях повинні створюватися безпечні і нешкідливі умови праці. Забезпечення цих умов покладається на власника або уповноважений ним орган (далі

роботодавця). Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. Роботодавець повинен впроваджувати сучасні засоби техніки безпеки, які запобігають виробничому травматизмові, і забезпечувати санітарно-гігієнічні умови, що запобігають виникненню професійних захворювань працівників. Він не має права вимагати від працівника виконання роботи, поєднаної з явною небезпекою для життя, а також в умовах, що не відповідають законодавству про охорону праці. Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або людей, які його оточують, і навколишнього середовища.

4.2 Аналіз стану умов праці

Робота над створенням системи автоматизованої обробки експериментальної інформації проходитиме в приміщенні квартири. Для даної роботи достатньо однієї людини, для якої надано робоче місце зі стаціонарним комп'ютером.

4.2.1 Вимоги до приміщень

Геометричні розміри приміщення зазначені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Розміри приміщення

Найменування	Значення
1	2
Довжина, м	5
Ширина, м	4

Продовження таблиці 4.1

1	2
Висота, м	3
Площа, м ²	20
Об'єм, м ³	60

Згідно з ДБН В.2.2-15-2005 «житлові будинки» [100] розмір площі для одного робочого місця оператора персонального комп'ютера має бути не менше 6 кв. м, а об'єм — не менше 20 куб. м. Отже, дане приміщення цілком відповідає зазначеним нормам.

Для забезпечення потрібного рівного освітленості кімната має вікно та систему загального рівномірного освітлення, що встановлена на стелі. Для дотримання вимог пожежної безпеки встановлено порошковий вогнегасник та систему автоматичної пожежної сигналізації.

4.2.2 Вимоги до організації місця праці

При порівнянні відповідності характеристик робочого місця нормативним основні вимоги до організації робочого місця за ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» [99] і відповідними фактичними значеннями для робочого місця, констатуємо повну відповідність.

Таблиця 4.2 – Характеристики робочого місця

Найменування параметра	Фактичне значення	Нормативне значення
1	2	3
Висота робочої поверхні, мм	750	680 ÷ 800
Висота простору для ніг, мм	730	не менше 600
Ширина простору для ніг, мм	660	не менше 500
Глибина простору для ніг, мм	700	не менше 650
Висота поверхні сидіння, мм	470	400 ÷ 500
Ширина сидіння, мм	400	не менше 400

Продовження таблиці 4.2

1	2	3
Глибина сидіння, мм	400	не менше 400
Висота поверхні спинки, мм	600	не менше 300
Ширина опорної поверхні спинки, мм	500	не менше 380
Радіус кривини спинки в горизонтальній площині, мм	400	400
Відстань від очей до екрану дисплея, мм	800	700 ÷ 800

Робочий стіл на досліджуваному місці також містить достатньо простору для ніг. Крісло, що використовується в якості робочого сидіння, є підйомно поворотним, має підлокітники і можливість регулювання за висотою і кутом нахилу спинки, також воно м'яке і виконане з екологічної шкіри, що дає можливість працювати у комфорті. Екран монітору знаходиться на відстані 0.8 м, клавіатура має можливість регулювання кута нахилу 5-15°. Отже, за всіма параметрами робоче місце відповідає нормативним вимогам.

Приміщення кабінету знаходиться на другому поверсі трьох поверхової будівлі і має об'єм 60 м³, площу – 20 м². У цьому кабінеті обладнано три місця праці, з яких два укомплектовані ПК.

Температура в приміщенні протягом року коливається у межах 18–24°C, відносна вологість — близько 50%. Швидкість руху повітря не перевищує 0,2 м/с. Шум в лабораторії знаходиться на рівні 50 дБА. Система вентилявання приміщення — природна неорганізована, а опалення — централізоване.

Розміщення вікон забезпечує природне освітлення з коефіцієнтом природного освітлення не менше 1,5%, а загальне штучне освітлення, яке здійснюється за допомогою восьми люмінесцентних ламп, забезпечує рівень освітленості не менше 200 Лк.

У кабінеті є електрична мережа з напругою 220 В, яка створює небезпеку ураження електричним струмом. ПК та периферійні пристрої можуть бути джерелами електромагнітних випромінювань, аерозолів та шкідливих речовин (часток тонеру, оксидів нітрогену та озону).

За ступенем пожежної безпеки приміщення належить до категорії В. Кабінет оснащений переносним вуглекислотним вогнегасником ВВК-5 .

Наявна аптечка для надання долікарської допомоги, а також у кабінеті роблять вологе прибирання та щоденно провітрюють приміщення.

4.3 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при виробництві (експлуатації) виробу

Роботу, пов'язану з ЕОП з ВДТ, у тому числі на тих, які мають робочі місця, обладнані ЕОМ з ВДТ і ПП, виконують із забезпеченням виконання НПАОП 0.00.-1.28-10 «Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин», які встановлюють вимоги безпеки до обладнання робочих місць, до роботи із застосуванням ЕОМ з ВДТ і ПП. Переважно роботи за проектами виконують у кабінетах чи інших приміщеннях, де використовують різноманітне електрообладнання, зокрема персональні комп'ютери (ПК) та периферійні пристрої.

Основними робочими характеристиками персонального комп'ютера є наступні:

- робоча напруга $U = +220\text{В} \pm 5\%$;
- робочий струм $I = 2\text{А}$;
- споживана потужність $P = 350\text{ Вт}$.

Робочі місця мають відповідати вимогам Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.98 N 7 ДСанПіН 3.3.2-007-98 [2].

За умов роботи з ПК виникають наступні небезпечні та шкідливі чинники: несприятливі мікрокліматичні умови, освітлення, електромагнітні випромінювання, шум, вібрація, електричний струм, електростатичне поле, напруженість трудового процесу та інше.

Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів виконується у табличній формі (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Кількіс на оцінка	Нормативні документи
1	2	3	4
фізичні			
- підвищена температура поверхонь обладнання	експлуатація ЕОМ, принтерів, сканерів чи/або серверного обладнання для роботи	2	ДСН 3.3.6.042-99 [102]

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4
- підвищений рівень напруги електричної мережі, замикання якої може відбутися через тіло людини	-//-	4	ГОСТ 12.1.030-81[103] ГОСТ 13109-97[105]
- недостатнє освітлення робочої зони	порушення гігієнічних параметрів виробничого середовища	3	ДБН В.2.5-28:2015[101]
- підвищена яскравість світла	порушення умов праці (організації місця праці- налагодження моніторів)	1	ДСанПіН 3.3.2.007-98[99]
психофізіологічні:			
- нервово-психічна перевантаження (розумове, перенапруження аналізаторів-зорових)	- пошук інформації для постановки теми; - пошук та аналіз аналогів і літератури; - пошук наявних технологій, моделювання та аналіз алгоритмів; - виконання роботи за темою диплома, тестування; - оформлення роботи	4	НПАОП 0.00-1.28-10[106] ДСанПіН 3.3.2.007-98[99]
- фізичні (статичне – сидіння)	порушення умов праці (організації місця праці- сидіння користувача,) та організації робочого часу - безпервна робота)	2	НПАОП 0.00-1.28-10[106] ДСанПіН 3.3.2.007-98[99]

4.4 Електробезпека

На робочому місці виконуються наступні вимоги електробезпеки: ПК, периферійні пристрої та устаткування для обслуговування, електропроводи і кабелі за виконанням та

ступенем захисту відповідають класу зони за ПУЕ (правила улаштування електроустановок), мають апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. Лінія електромережі для живлення ПК, периферійних пристроїв і устаткування для обслуговування, виконана як окрема групова три-провідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідників мають спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Електромережа штепсельних розеток для живлення персональних ПК, укладено по підлозі поруч зі стінами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання. Металеві труби та гнучкі металеві рукави заземлені. Захисне заземлення включає в себе заземлюючих пристроїв і провідник, який з'єднує заземлюючий пристрій з обладнанням, яке заземлюється - заземлюючий провідник.

Вченими та науковцями встановлено, що під час роботи за комп'ютером найбільшому ризику підлягають:

- органи зору;
- м'язово-скелетна система;
- репродуктивна функція жінок;
- нервово-психічна діяльність з можливим формуванням стресу і депресій;
- шкіра;
- імунна система.

Близько 70% користувачів комп'ютерів скаржаться на порушення функції органу зору. Зір є важливою складовою багатогранної діяльності людини. А робота за комп'ютером, особливо безперервна, може привести до розвинення короткозорості, зниження гостроти зору, різні кон'юнктивіти та безліч інших очних хвороб. Сльозотеча, головний біль, мерехтіння в очах, головокружіння також супроводжують користувачів комп'ютерів. У найтяжчих випадках можуть виникнути глаукома, катаракта та дистрофія сітківки, які ведуть до повної сліпоті. Причина цих проблем із зором полягає у миготінні монітору, а це подразнює діє на зоровий аналізатор. А ще недостатня чіткість символів, їх спотворення на екрані, низька зручність читання безпосередньо впливають на продуктивність праці та на очі. Лікарі радять користувачам після 40 років проходити щорічне обстеження в офтальмолога, а при необхідності — раніше й частіше.

Скелетно-м'язова система також страждає через сидяче положення користувачів. У людей, які багато працюють за комп'ютером, можуть виникнути больові відчуття в м'язах та

суглобах, потилиці, попереку, пальцях рук. Виникненню цих захворювань сприяє неправильне положення тіла щодо клавіатури, відхилення ліктів від тулуба, нераціональне розміщення передпліччя та кисті рук. Робота із клавіатурою є інтенсивною та динамічною роботою кисті, яка супроводжується одночасним напруженням м'язів передпліччя й плеча. Це приводить до швидкої втоми, до розвитку нейроміозитів, оніміння, тремору та повільної рухливості пальців. Навіть до нападів судом, болі в руках і плечах уночі. Усі ці порушення можуть стати причиною інвалідності, тому вони також вимагають відповідних заходів профілактики.

Велике зорове та нервово-емоційне напруження викликають порушення функціонального стану нервової системи. Це проявляється погіршенням психологічного стану й працездатності. У медичній літературі широко описані психічні розлади, які діагностуються у користувачів. Це агресивність, нервозність, фрустрація, тривога, депресія, пригніченість, порушення сну, стресові ситуації. Стрес може бути корисним: він тренує організм і підвищує його можливості, наприклад, захисту. Проте стрес може досягнути такого рівня напруження, що виснажує захисні сили організму. Це може спровокувати різноманітні захворювання і навіть смерть. До таких захворювань належать гіпертонічна хвороба, інфаркти міокарда та інсульти, виразкові хвороби травного тракту, навіть цукровий діабет. Людина піддається дії сильних стрес-факторів, до яких належать гігієнічні умови праці в робочому приміщенні, самого трудового процесу та мікроклімату в колективі. Цій ситуації сприяють напружена нервово-психічна діяльність, гіподинамія, одноманітність, не завжди сприятлива організація робочого місця, соціальна ситуація тощо.

4.5 Освітлення

Світло є природною умовою існування людини. Воно впливає на стан вищих психічних функцій і фізіологічні процеси в організмі. Хороше освітлення діє тонізуюче, створює гарний настрій, покращує протікання основних процесів вищої нервової діяльності.

Збільшення освітленості сприяє поліпшенню працездатності навіть в тих випадках, коли процес праці практично не залежить від зорового сприйняття. При поганому освітленні людина швидко втомлюється, працює менш продуктивно, виникає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків.

Освітленість приміщення має велике значення при роботі на ПЕОМ. Вона багато в чому визначається колірною і мережевий обстановкою. Для зменшеного поглинання світла стеля і стіни вище панелей (1,5-1,7м.). Якщо вони не облицьовані звукопоглинальним матеріалом, фарбуються білою водоемульсійною фарбою (коефіцієнт відбиття повинен бути не менше

0,7). Для забарвлення стіни панелей рекомендується віддавати перевагу світлим фарбам.

Основний потік природного світла при цій повинен бути зліва. Не допускається спрямування основного світлового потоку природного світла праворуч, ззаду і спереду працівника на ПЕОМ.

Робота на ПЕОМ може здійснюватися за таких видах освітлення:

- загальному штучному освітленні, коли відео монітори розташовуються по периметру приміщення або при центральному розташуванні робочих місць у два ряди по довжині кімнати з екранами, звернені в протилежні сторони;

- суміщене освітлення (природне + штучне) тільки при одному і трьох рядном розташуванні робочих місць, коли екран і поверхню робочого столу знаходяться перпендикулярно світла несучій стіні. При цьому штучне освітлення буде виконане стельовими або підвісними люмінесцентними світильниками, рівномірно розміщеними по стелі рядами паралельно світловим прорізам так, щоб екран відео монітора знаходився в зоні захисного кута світильника, і його проекції не доводилися на екран. Працюючі на ПЕОМ не повинні бачити відображення світильників на екрані. Застосовувати місцеве освітлення при роботі на ПЕОМ не рекомендується.

Природне освітлення, коли робочі місця з ПЕОМ розташовуються в один ряд по довжині приміщення на відстані 0,8 - 1,0 м від стіни з віконними прорізами, і екрани знаходяться перпендикулярно цієї стіни. Основний потік природного світла при цій повинен бути зліва. Не допускається спрямування основного світлового потоку природного світла праворуч, ззаду і спереду працює на ПЕОМ. Оптимальна відстань очей до екрана відео монітора повинна становити 60-70 см, допустиме не менше 50 см. Розглядати інформацію ближче 50 см не рекомендується.

У проекті, що розробляється, передбачається використовувати суміщене освітлення. У світлий час доби використовуватиметься природне освітлення приміщення через віконні отвори, в решту часу використовуватиметься штучне освітлення. Штучне освітлення створюється газорозрядними лампами.

Штучне освітлення в робочому приміщенні передбачається здійснювати з використанням люмінесцентних джерел світла в світильниках загального освітлення, оскільки люмінесцентні лампи мають високу потужність (80 Вт), тривалий термін служби (до 10000 годин), спектральний складом випромінюваного світла, близький до сонячного. При експлуатації ЕОМ виконується зорова робота IVв розряду точності (середня точність). При цьому нормована освітленість на робочому місці (Ен) рівна 200 лк. Джерелом природного освітлення є сонячне світло.

У приміщенні, де розташовані ЕОМ передбачається природне бічне освітлення, рівень якого відповідає ДБН В.2.5-28:2015 [101]. Джерелом природного освітлення є сонячне світло. Регулярно повинен проводитися контроль освітленості, який підтверджує, що рівень освітленості задовольняє СНіП і для даного приміщення в світлий час доби достатньо природного освітлення.

Розрахунок освітлення.

Для будівель виробництв світловий коефіцієнт приймається в межах 1/6 - 1/10:

$$\sqrt{a^2 + b^2} \cdot S_b = (1/8 \div 1/10) \cdot S_n \quad (4.1)$$

де S_b – площа віконних прорізів, м²;

S_n – площа підлоги, м².

$$S_n = 5 \cdot 4 = 20 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{вік}} = 1/8 \cdot 20 = 2.5 \text{ м}^2$$

Приймаємо 1 вікно площею $S = 1,6 \text{ м}^2$ кожне.

Світильники загального освітлення розташовуються над робочими поверхнями в рівномірно-прямокутному порядку. Для організації освітлення в темний час доби передбачається обладнати приміщення, довжина якого складає 5 м, ширина 5 м, світильниками ЛПО2П, оснащеними лампами типа ЛБ (дві по 80 Вт) з світловим потоком 5A00 лм кожна.

Розрахунок штучного освітлення виробляється по коефіцієнтах використання світлового потоку, яким визначається потік, необхідний для створення заданої освітленості при загальному рівномірному освітленні. Розрахунок кількості світильників n виробляється по формулі (4.2):

$$n = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot K}{F \cdot U \cdot M} \quad (4.2)$$

де E – нормована освітленість робочої поверхні, визначається нормами – 300 лк;

S – освітлювана площа, м²; $S = 20 \text{ м}^2$;

Z – поправочний коефіцієнт світильника ($Z = 1,15$ для ламп розжарювання та ДРЛ; $Z = 1,1$ для люмінесцентних ламп) приймаємо рівним 1,1;

K – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в процесі експлуатації – 1,5;
 U – коефіцієнт використання, залежний від типу світильника, показника індексу приміщення і т.п. – 0,575

M – число люмінесцентних ламп в світильнику – 2;

F – світловий потік лампи – 5400 лм (для ЛБ-80).

Підставивши числові значення у формулу (А.2), отримуємо:

$$n = \frac{300 \cdot 20 \cdot 1,15 \cdot 1,5}{5400 \cdot 0,575 \cdot 2} \approx 1,6$$

Приймаємо освітлювальну установку, яка складається з 2-х світильників, які складаються з двох люмінесцентних ламп загальною потужністю 160 Вт, напругою – 220 В.

Всі прилади, що працюють від електромережі, впливають на навколишнє їх електромагнітне поле - фізичне поле, яке взаємодіє з усіма тілами, що володіють хоча б мінімальним електричним зарядом. До таких тіл належить і людський організм. Наше тіло виробляє чимало електричних імпульсів. Сигнали нервової системи, скорочення серцевого м'яза і ряд інших функцій здійснюються за допомогою струму електричних імпульсів по живим волокнам. Електромагнітне випромінювання від приладів створює обурення в фізичному полі. На даний момент загальна «маса» таких збурень вже стала критичною і перетворилася на своєрідний вид екологічного забруднення, який неможливо побачити неозброєним оком. Найчастіше ми не відчуваємо впливу електромагнітного випромінювання, але якщо воно досягає колосальної потужності, то людина відчуває його як викид тепла. Досить потужне випромінювання можна зафіксувати за допомогою спеціальної апаратури. Але то вплив, який чинить на нас щоденне «спілкування» з електроприладами та обчислювальною технікою, залишається непоміченим.

Сьогодні багато дослідників говорять про те, що тривалого, нехай і слабкого, електромагнітного випромінювання досить, щоб спровокувати такі серйозні захворювання, як хвороба Альцгеймера або Паркінсона, рак, еректильну дисфункцію, а також всілякі порушення сну і пам'яті. Найбільше страждають від подібного негативного впливу, звичайно, діти. І це ще одна причина, по якій варто обмежувати час, проведений підростаючим поколінням перед екраном монітора. Електромагнітне випромінювання негативно впливає і на розвиток плода, тому вагітні жінки теж знаходяться в групі ризику. Найгірше на здоров'я людини відбивається регулярне використання комп'ютера, телевізора і мікрохвильової печі. З усіх електроприладів ця трійця має найсильнішим випромінюванням і притому випускає хвилі

НВЧ-діапазону. Монітор також створює серйозні електромагнітні обурення. Виробники техніки знають про цю особливість, тому передня частина монітора нерідко отримує захисне покриття. А ось бічні і задні стінки - немає. Крім усього перерахованого вище, ПК деіонізує навколишнє середовище і виділяє в повітря шкідливі речовини. Це відбувається при нагріванні корпусу і материнської плати. Іншими словами, в приміщенні, де постійно працює обчислювальна техніка, повітря сухе, деіонізоване і важкий для дихання. Якщо дихальні органи - «слабке місце» в організмі або вже встигли постраждати від якихось інших факторів, великий ризик розвитку алергії або іншого захворювання органів дихання.

Щоб звести до мінімуму негативний вплив електромагнітного випромінювання від монітора, досить дотримуватися простих правил: Вибираючи монітор, краще віддати перевагу жидкокристаллическому варіанту. Випромінювання моніторів з електронно-променевою трубкою набагато сильніше, ніж у РК-аналогів. Постарайтеся розташувати монітор в кутку. Стіни будуть поглинати електромагнітне випромінювання, яке випускають бічні і задні стінки. Не забувайте вимикати монітор, якщо відходите ненадовго від робочого столу. Використання спеціальних захисних екранів і раніше актуально, особливо якщо в сім'ї є діти. Монітор повинен стояти від вашого крісла не ближче, ніж на відстані витягнутої руки. Чи не присувайте його занадто близько до обличчя і не нахилийтеся до екрану. Існує також ряд універсальних правил для роботи за комп'ютером, які допоможуть вам зберегти власне здоров'я і продовжити термін життя техніки: Системний блок повинен розташовуватися якнайдалі від вас. Не ставте комп'ютер поруч зі спальним місцем, а краще взагалі не кладіть комп'ютерний стіл в спальні - це ідеальний варіант, який, на жаль, можуть дозволити собі далеко не всі. Не залишайте комп'ютер включеним, якщо не використовуєте його. І, відповідно, не включайте його без необхідності. Крім усього іншого, це ще й зменшить знос техніки. Намагайтеся скоротити час, який ви проводите за комп'ютером. Якщо ж ваша професійна діяльність проходить перед екраном монітора, як можна частіше переривайте роботу, щоб трохи пройтися або просто випити чаю. У свій вільний час намагайтеся не сидіти перед монітором.

Розрахунок захисного заземлення (забезпечення електробезпеки будівлі).

Згідно з класифікацією приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом, приміщення в якому проводяться всі роботи відносяться до першого класу (без підвищеної небезпеки). Під час роботи використовуються електроустановки з напругою живлення 36 В, 220 В, та 360 В. Опір контура заземлення повинен мати не більше 4 Ом.

Розрахунок проводять за допомогою методу коефіцієнта використання (екранування) електродів. Коефіцієнт використання групового заземлювача η – це відношення діючої провідності цього заземлювача до найбільш можливої його провідності за нескінченно

великих відстаней між його електродами. Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів η_v в залежності від розміщення заземлювачів та їх кількості знаходиться в межах 0,4-0,99. Взаємну екрануючу дію горизонтального заземлювача (з'єднувальної смуги) враховують за допомогою коефіцієнта використання горизонтального заземлювача η_c .

Послідовність розрахунку.

а) Визначається необхідний опір штучних заземлювачів $R_{шт.з.}$:

$$R_{шт.з.} = \frac{R_d \cdot R_{пр.з.}}{R_{пр.з.} - R_d} \quad (4.3)$$

де $R_{пр.з.}$ – опір природних заземлювачів;

R_d – допустимий опір заземлення.

Якщо природні заземлювачі відсутні, то $R_{шт.з.} = R_d$.

Підставивши числові значення у формулу (4.3), отримуємо:

$$R_{шт.з.} = \frac{4 \cdot 40}{40 - 4} \approx 40 \text{ Ом}$$

б) Опір заземлення в значній мірі залежить від питомого опору ґрунту ρ , Ом*м. Приблизне значення питомого опору глини приймаємо $\rho = 40$ Ом*м (табличне значення).

в) Розрахунковий питомий опір ґрунту, $\rho_{розр.}$, Ом*м, визначається відповідно для вертикальних заземлювачів $\rho_{розр.в.}$, і горизонтальних $\rho_{розр.г.}$, Ом*м за формулою:

$$\rho_{розр.} = \psi \cdot \rho, \quad (4.4)$$

де ψ – коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів І кліматичної зони з нормальною вологістю землі, приймається для вертикальних заземлювачів $\rho_{розр.в.} = 1,7$ і горизонтальних $\rho_{розр.г.} = 5,5$ Ом*м.

$$\rho_{розр.в.} = 1,7 \cdot 40 = 68 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$\rho_{розр.г.} = 5,5 \cdot 40 = 220 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

г) Розраховується опір розтікання струму вертикального заземлювача R_v , Ом, за (4.5).

$$R_v = \frac{\rho_{розр.}}{2 \cdot \pi \cdot l_v} \left(\frac{\ln 2 \cdot l_v}{d_{ст}} + \frac{1 \cdot \ln \frac{4 \cdot t + 1}{4 \cdot t - 1}}{2} \right) \quad (4.5)$$

де l_v – довжина розр. вертикального заземлювача (для труб - 2–3 м; $l_v = 3$ м); $d_{ст}$ – діаметр стержня (для труб - 0,03–0,05 м; $d_{ст} = 0,05$ м);

t – відстань від поверхні землі до середини заземлювача, яка визначається за формулою (4.6):

$$t = h_v + \frac{1}{2} \quad (4.6)$$

де h_v – глибина закладання вертикальних заземлювачів (0,8 м); тоді

$$t = 0,8 + \frac{3}{2} = 2,3 \text{ м}$$

$$R_g = \frac{68}{2 \cdot \pi \cdot 3} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2,3 + 3}{4 \cdot 2,3 - 3} \right) = 18,5 \text{ Ом}$$

г) Визначається теоретична кількість вертикальних заземлювачів n штук, без урахування коефіцієнта використання η_v :

$$n = \frac{2 \cdot R_g}{R_0} = \frac{2 \cdot 18,5}{4} = 9,25 \quad (4.7)$$

Визначається коефіцієнт використання вертикальних електродів групового заземлювача без урахування впливу з'єднувальної стрічки $\eta_v = 0,57$ (табличне значення).

д) Визначається необхідна кількість вертикальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта використання η_v , шт:

$$n_g = \frac{2 \cdot R_g}{R_0 \cdot \eta_v} = \frac{2 \cdot 18,5}{4 \cdot 0,57} = 16,2 \approx 16 \quad (4.8)$$

е) Визначається довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача l_c , м:

$$l_c = 1,05 \cdot L_v \cdot (n_g - 1) \quad (4.9)$$

де L_v – відстань між вертикальними заземлювачами, (прийняти за $L_v = 3$ м); n_g – необхідна кількість вертикальних заземлювачів.

$$l_c = 1,05 \cdot 3 \cdot (16 - 1) \approx 48 \text{ м}$$

Висновок: дане захисне заземлення буде забезпечувати електробезпеку будівлі, так як виконується умова: $R_{заг} < 4$ Ом, а саме:

$$R_{заг} = \frac{18,5 \cdot 8,1}{18,5 \cdot 0,3 + 8,1 \cdot 16 \cdot 0,57} = 1,9 \leq R_0$$

При виникненню пожеж при роботі на ПЕОМ від таких можливими джерел запалювання як:

-іскри і дуги коротких замикань;

- перегрів провідників, резисторів та інших радіодеталей ПЕОМ, від тривалої перевантаження та наявність перехідного опору;

- іскри при розмиканні і розмиканні ланцюгів;

- розряди статичної електрики;

- необережному поводженню з вогнем, а також вибухи газо-повітряних і пароповітряних сумішей.

Важливу увагу слід звернути на пожежну безпеку підприємства в цілому і окремих його приміщень. В приміщеннях не повинно накопичуватися сміття, непотрібний папір, мотлох та ін. речі, які не використовуються у виробничому процесі. Наявний вільний аварійний вихід за межі приміщення в разі пожежі, бути передбачені вогнегасники. Вони повинні бути в робочому стані і перевірятися згідно з нормами. У приміщеннях повинна бути пожежна сигналізація, вогнегасник.

У разі виникнення пожежі необхідно повідомити в найближчу пожежну частину, убезпечити інших працівників і по можливості прийняти кроки по запобіганню можливих наслідків та усуненню пожежі.

4.6 Вплив на навколишнє середовища

На даний момент найбільш суворим з існуючих світових стандартів екологічності для комп'ютерної техніки є стандарт ТСО99.

У порівнянні з попередніми він містить додаткові обмеження по частині екології, ергономіки, енергоспоживання і емісії пристроїв.

Найбільш значимі ярлики, такі як «Блакитний ангел», що видається Німецької сертифікаційної організацією як знак відповідності екологічним стандартам, є великою рідкістю в сфері електроніки. навпаки, широке поширення отримав логотип «Energy Star», якого удостоюються енергозберігаючі пристрої. Однак у випадку з ним проблема полягає в тому, що кожен виробник має право самостійно маркувати свою продукцію, не проходячи при цьому перевірок.

З огляду на те що дана емблема не несе ніяких відомостей про дійсний енергоспоживанні пристроїв, її цілком можна ігнорувати. ЖК-екрани - один з джерел парникових газів, які набагато шкідливіше діоксиду вуглецю. Рідкокристалічні монітори швидко знайшли популярність, прийшовши на зміну громіздким ЕПТ-моделями. І це не дивно, адже вони мають тонкими корпусами і споживають значно менше електроенергії. За іншим аспектам екологічної безпеки дисплеї на основі рідких кристалів також вважалися

проривом, тому що в них не використовувався газ, що містить свинець. Досить довго ніхто не звертав уваги на застосований для чищення РК-панелей тріфтористий азот (NF₃), і тільки в середині 2008 року вченими було доведено наявність даного хімічної речовини в атмосфері. Відкриття було вражаючим: по порівняно з діоксидом вуглецю (CO₂) NF₃ є в 17 000 разів більше активним парниковим газом, а його атмосферний час напіврозпаду може складати від 550 до 740 світлових років (у CO₂ - від 30 до 40 років). Закону, який обмежував би рівень викиду NF₃, поки не існує.

Виявлення енерговитрат є таким же проблематичним процесом, як і визначення кількості матеріалів, придатних для вторинної переробки, і важких металів, що містяться в пристроях. Дивовижний результат був отриманий організацією Greenpeace в ході порівняльного аналізу декількох моделей ідентичних ноутбуків з різних країн. У тачпаде Dell Vostro V13, доступного на китайському ринку, були виявлені сліди бромю. В моделі з Німеччини ця речовина теж присутня, тільки не в тачпаде, а в кнопках. У ноутбуці, купленому в США, бром був знайдений в блоці живлення.

Схожа картина спостерігається і у інших виробників: при дослідженні продукції компанії Apple експерти виявили, що в кабелі ноутбука MacBook Pro 13 з США і Нідерландів міститься в три рази більше бромю, ніж в пристроях з Філіппін і Росії. При аналізі іншого кабелю сліди бромю виявили вже в пристроях з Росії та Нідерландів, а в моделі з США їх не було. Таким чином, надійним показником екологічності залишається тільки рівень енергоспоживання - серед субноутбуків першість належить лише декільком моделям, а решта різко відрізняються від лідерів за своїми характеристиками

Висновки до розділу 4

В результаті проведеної роботи було зроблено аналіз умов праці, шкідливих та небезпечних чинників, з якими стикається робітник. Було визначено параметри і певні характеристики приміщення для роботи над запропонованим проектом написаному у роботі, описано, які заходи потрібно зробити для того, щоб дане приміщення відповідало необхідним нормам і було комфортним і безпечним для робітника.

Приведені рекомендації щодо організації робочого місця, а також важливу інформацію щодо пожежної та електробезпеки. Були наведені розміри приміщення та наведено значення температури, вологості й рухливості повітря, необхідна кількість і потужність ламп та інші параметри, значення яких впливає на умови праці робітника, а також – наведені інструкції з охорони праці, техніки безпеки, екології при роботі на комп'ютері.

ВИСНОВКИ

У першому розділі здійснено дослідження збиральних процесів на поле, транспортування пшениці від поля до току, виділення транспортної та прибиральної техніки.

Проаналізовані значення за кількістю вирощеної пшениці в Україні.

Аналізування способів перевезення пшениці від поля до току дало можливість виявлення необхідної вантажності для перевезення врожаю пшениці.

Зроблено оцінку і виявлення якості зернових культур у зв'язку з залежністю якості продукції від кліматичних умов, які вимагають особливої уваги і врахування цілого комплексу екологічних факторів.

Зроблено аналіз впливу рівня вологості зерна на процес збирання врожаю пшениці, виявлені кліматичні чинники підвищують рівень вологості зернових культур, а саме дощ, роса, град і внесення їх показників в таблицю і присвоєння їм термів рівня.

Зроблено аналіз транспортних засобів для збирання врожаю пшениці, розрахунок кількості транспортних засобів для збиральної компанії. За результатами класифікації внесення значень у таблицю.

Проведення аналізу щодо виділення транспортних засобів під потреби збиральних комбайнів і класифікація їх для внесення в таблицю термів.

На основі проведених розрахунків створення таблиці термі для залежних параметрів системи управління збирально-транспортними процесами.

У другому розділі магістерської роботи здійснено огляд методів побудови комп'ютерних систем на базі нечіткої логіки. Розглянуті основні моделі нечіткої логіки.

Проведено аналіз різних моделей нечіткої логіки та проведення порівняння моделей Мамдані та Сугено. Порівняння моделей дає можливість оцінки доцільності використання нечіткої моделі типу Мамдані. За результатами дослідження було встановлено, що нечітка логіка є результативною при наявності складного об'єкта керування, інформація про поведінку якого є стохастичною та невизначеною. Саме до таких об'єктів належать збирально-транспортні процеси збору врожаю пшениці.

Проведення дослідження в сільськогосподарській галузі дає можливість оцінки методики збирання врожаю ранньої пшениці. Проаналізовано способи транспортування і процесу збирання пшениці. Виявлення факторів, що впливають на зниження або підвищення швидкості збирання і транспортування пшениці. Виявлення чинників які мають ключовий вплив на процес збирання врожаю пшениці.

У третьому розділі представлені основні етапи розробки комп'ютерної системи прогнозування кількості транспортних засобів і створення додатка.

Перша частина включає в себе дослідження і розрахунок за методом ієрархій Сааті. Даний підхід дозволяє визначити силу впливу незалежних параметрів. У процесі вивчення моделі була розроблена таблиця з максимальними наборами даних. Для додатка який буде розраховувати кількість транспортних засобів, був написаний алгоритм, на базі методу ієрархій Сааті, який передає вектор впливу в основний метод розрахунку транспортних засобів.

Другою частиною розроблюваного методу було створення його моделі в пакеті прикладних програм для вирішення задач технічних обчислень MatLab. Для моделювання процесу в системі були створені зв'язки і введений повний набір даних в апарат нечіткої логіки. У додатку MatLab є вбудована бібліотека Fuzzy Logic в яку були внесені дані фазифікації і створена система проходила тестування на наявність помилок в розрахунках і невірну фазифікацію. Розроблена модель взята за основу в розробці програми.

В основу третьої частини була взята розробка метеостанції на базі Arduino Mini. Розробка даної метеостанції обумовлена тим, що програмний продукт зможе брати данні по ряду параметрів необхідних для системи в автоматичному режимі і на основі цих даних буде збільшуватися точність розрахунків по виділенню транспортних засобів. Встановлювати такі метеостанції рекомендується в поле за кілька днів до початку збиральної компанії.

Четверта частина бере за основу розрахунок нечітких величин для мови програмування C#. Для того щоб ввести в систему дані були прораховані і внесені в таблицю повні набори термів і параметрів. Для реалізації комп'ютерної системи прогнозування кількості транспортних засобів, написаний алгоритм який виконує фазифікацію і дефазифікацію значень і коригування сили впливу незалежних параметрів на основі методу ієрархій Сааті. На базі алгоритму комп'ютерна система рекомендує користувачу виводить на екран дані і рекомендує виділити певну кількість ресурсів для збирання врожаю. Для визначення змін у параметрах малюється графік, який візуально демонструє збільшення або зменшення різних параметрів, які впливають на систему.

У четвертому розділі проведений аналіз умов праці, шкідливих та небезпечних чинників, з якими стикається робітник. Визначено параметри і певні характеристики приміщення для роботи над запропонованим проектом написаному в дипломній роботі, описано, які заходи потрібно зробити для того, щоб дане приміщення відповідало необхідним нормам і було комфортним і безпечним для робітника. Приведені рекомендації щодо організації робочого місця, а також важливу інформацію щодо пожежної та електробезпеки.

Наведені розрахунки необхідної кількості і потужність ламп та інші параметри, значення яких впливає на умови праці робітника, а також – наведені інструкції з охорони праці, техніки безпеки при роботі на комп'ютері, визначені основні екологічні аспекти впливу на навколишнє природне середовище, та зазначені заходи щодо поводження з ними.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Домуці Д.П. Порівняння технологій збирання зернових культур по складу техніки та експлуатаційним витратам / Д.П. Домуці, П.Д. Устуханов, С.С. Житков // Аграрний вісник Причорномор'я. Технічні науки. - 2015. - Вип. 78. - С. 92-98.
2. Музильов Д.О. Основні проблеми вибору раціональної транспортно-технологічної схеми перевезення зернових культур / Д.О. Музильов, О.Є. Стебаков // Збірник тез доповідей V111 Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та аспірантів «Підвищення надійності машин і обладнання». - Кіровоград: КНТУ, 2014. - 261 с.
3. Курносів А.П. Оптимізація складу вантажного автомобільного транспорту та його використання в сільськогосподарських підприємствах: монографія / А.П. Курносів, А.В. Улезько, С.А. Кулев, А.Н. Черних, С.В. Ломакин, А.А. Казанцев. - Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2009. - 218 с.
4. Кузнецов І.М., Макеев М.В. Методологія розробки та впровадження інформаційної системи оперативного управління сільськогосподарським виробництвом в регіоні. Науково-інформаційне забезпечення інноваційного розвитку АПК в відповідності з задачами Державної програми розвитку сільського господарства та регулювання ринку сільськогосподарської продукції, сировини та продовольства на 2008-2012 роки («ІНФОРМАГРО-2008»). - М.: ФГНУ «Росінформагротех», 2009.-512 с.
5. Інюшкіна О. Г. Исследование систем управления при проектировании информационных систем: учебное пособие / О.Г. Інюшкіна, В.М. Кормышев. - Екатеринбург: «Форт-Диалог Исеть», 2013. - 370 с.
6. Стельмашук А.М. Раціональне транспортне обслуговування сільськогосподарських підприємств / А.М. Стельмашук // Науково-виробничий журнал «Інноваційна економіка». - 2015. - 1'2015. С. 47-54.
7. Кудрицька Ж.В. Моделювання в управлінні відновлювальними процесами АПК // «Молодий вчений». - 2017. - № 3 (43). С. 701-705.
8. Польовий А.М. Основи агрометеорології: Підручник / Польовий А.М., Божко Л.Ю., Вольвач О.В. Одеський державний екологічний університет - Одеса: Видавництво ТЕС, 2012.-250 с.
9. Сулейменов Т.Б. Транспортная логистика (I часть): Учебник / Т.Б. Сулейменов, М.И. Арпабеков, - Астана, 2012. - 211 с.
10. Ільчук М.М. Організація і планування сільськогосподарського виробництва: Підручник / М.М. Ільчук Л.Я., Зрібняк та ін. - К.: 2007. - С. 784.

11. Глухова І.Ю. Транспортна агрологістика - один з напрямів інноваційного управління на сільськогосподарських підприємствах/ І.Ю. Глухова // Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності: збірник наукових праць: у 3-х т. / ПДТУ. - Маріуполь, 2011.-Т. 1.-С. 167 - 172.
12. Вербицький В.В. Разработка модели прогнозирования объемов производства сельскохозяйственной продукции /В.В. Вербицький, Ю.В. Клебан // Научный потенциал молодежи - будущему Беларуси: материалы VII Международной молодежной научно-практической конференции, УО «Полесский государственный университет», г. Пинск, 10 апреля 2013 г.: в 2-х чч. Ч. 2. - Пинск: ПолесГУ, 2013. - С. 125-127.
13. Селякова С. М. Розв'язання задачі розподілу збиральної техніки по полям методами штучного інтелекту / С. М. Селякова // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. - 2010.-№ 1.-С. 91-95.
14. Михайлова В.Л. Использование экономико-математических методов и моделей для повышения эффективности использования инновационных агротехнологий/ В.Л. Михайлова // Научный альманах. - 2015. - № 10-1 (12). С. 256-258.
15. Усков А.А., Кузьмин А.В. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечёткая логика. - М.: Горячая линия - Телеком, 2004. - 143 с.
16. Киркин А.П. Распределение вагонопотоков предприятий по фронтам погрузки-выгрузки с использованием методов искусственного интеллекта / А.П. Киркин, Т.Ю. Киркина // Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія: Технічні науки. - 2016. - Вип. 33. - С. 179-186.
17. Кириченко Г.І. Інтелектуальна система управління процесом доставки вантажу / Г.
18. Кириченко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - Харків: УкрДУЗТ, 2015. - Вип. 5 (114). - С. 3-6.
19. Шепитько Т.В. Математические модели и методы инженерных расчетов на ЭВМ: Учебное пособие / Т.В. Шепитько, А.И. Гасанов, В.А. Бучкин. - М.: МИИТ, 2004. - 222 с.
20. Домаскіна М.А. Теоретичні аспекти застосування теорії нечітких множин в економіці / М.А. Домаскіна // Вісник аграрної науки Причорномор'я. - 2013. - Вип. 2(72). - С. 29-34.

21. Штовба С.Д. Идентификация нелинейных зависимостей с помощью нечеткого логического вывода в системе MATLAB // Exponenta Pro: Математика в приложениях. - 2003.-№2.-С. 9-15.
22. Домущі Д.П. Порівняння технологій збирання зернових культур по складу техніки та експлуатаційним витратам / Д.П. Домущі, Г.Д. Устуянов, С.С. Житков // Аграрний вісник Причорномор'я. Технічні науки. - 2015. - Вип. 78. - С. 92-98.
23. Музильов Д.О. Основні проблеми вибору раціональної транспортно-технологічної схеми перевезення зернових культур / Д.О. Музильов, О.Є. Стебаков // Збірник тез доповідей VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та аспірантів «Підвищення надійності машин і обладнання». - Кіровоград: КНТУ, 2014. -261 с.
24. Vehicle tracking, communication and fleet management system Jan 2003 Google Patents Tekniepe Tekniepe, "Vehicle tracking, communication and fleet management system," Google Patents, 2003.
25. Vehicle maintenance management system and method Jan 2001 Google PatentsM J PierroW R SchneiderM. J. Pierro, and W. R. Schneider, "Vehicle maintenancemanagement system and method," Google Patents, 2001.
26. Vehicular fleet management system and methods of monitoring and improving driver performance in a fleet of vehicles Jan 2012Google Patents H M MolinK D Au H. M. Molin, and K. D. Au, "Vehicular fleet management system and methods of monitoring and improving driver performance in a fleet of vehicles," Google Patents, 2012.
27. Communications system and method, fleet management system and method, and method of impeding theft of fuel Jan 2000Google Patents B G Bates B. G. Bates, "Communications system and method, fleet management system and method, and method of impeding theft of fuel," Google Patents, 2000
28. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976.
29. Круглов В.В., Дли М.И. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода. – М.: Физматлит, 2002.
30. Леоленков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб., 2003.
31. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. – М., 2004.

32. Масалович А. Нечеткая логика в бизнесе и финансах. www.tora-centre.ru/library/fuzzy/fuzzy-.htm
33. Kosko B. Fuzzy systems as universal approximators // IEEE Transactions on Computers, vol. 43, No. 11, November 1994. – P. 1329-1333.
34. Cordon O., Herrera F., A General study on genetic fuzzy systems // Genetic Algorithms in engineering and computer science, 1995. – P. 33-57.
35. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976.
36. Круглов В.В., Дли М.И. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода. – М.: Физматлит, 2002.
37. Леоленков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб., 2003.
38. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. – М., 2004.
39. Масалович А. Нечеткая логика в бизнесе и финансах. www.tora-centre.ru/library/fuzzy/fuzzy-.htm
40. Kosko B. Fuzzy systems as universal approximators // IEEE Transactions on Computers, vol. 43, No. 11, November 1994. – P. 1329-1333.
41. Cordon O., Herrera F., A General study on genetic fuzzy systems // Genetic Algorithms in engineering and computer science, 1995. – P. 33-57.
42. Герасимчук О. Б. Використання fuzzy-технології у задачах прийняття рішень //Актуальні проблеми економіки. – 2015. – №. 10. – С. 166-173.
43. Ломотько Д. В., Ковальова О. В. УДОСКОНАЛЕННЯ СТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВАНТАЖОВІДПРАВНИКІВ РУХОМИМ СКЛАДОМ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ //Інформація для Авторів. – 2016. – С. 48.
44. Алешков Д.С. Охрана труда на автомобильном транспорте: учебно-справочное пособие / Д.С. Алешков, Е.А. Бедрина. - Омск: СибАДИ, 2013 - 148 с.
45. Агропромышленный комплекс России в 2004-2008 гг. - М.: МСХ РФ, 2008
46. Альметова З. Б. К вопросу оценки производительности подвижного состава в зависимости от срока его эксплуатации / З. Б. Альметова, К. Э. Герль // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. 2016. Т. 3. №. 1. С. 351-355.

47. Власенков А.Н. Повышение эффективности уборки семян рапса в условиях повышенного увлажнения путем обоснования сроков уборки и режимов работы зерноуборочных комбайнов. Автореферат дисс. ...канд. тех. наук: 05.20.01 / А.Н. Власенков; науч. рук. А.Н. Перекопский - Санкт-Петербург, 2013. - 20с.
48. Власенков, А.Н. Технологические особенности процессов уборки и послеуборочной обработки семян рапса в условиях Ленинградской области / А.Н. Перекопский, А.Н. Власенков, С.В. Чугунов // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства: сб. науч. тр. / ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии Вып. 81. СПб; 2009. - С. 57-61.
49. Галимова Д.Р. Анализ рынка транспортно-экспедиторских услуг. / Д.Р. Галимова, А.В. Клецов // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. 2016. Т. 3. №. 2. С. 86-89.
50. Есин К.С. Методика выбора подвижного состава при уборке зерновых культур / К.С. Есин, А.Л. Севостьянов // Мир транспорта и технологических машин. - 2013. - №2(41). - С. 95-102.
51. Есин К.С., Севостьянов А.Л. Логистика перевозок зерна: программное обеспечение расчета оптимального количества транспортных средств //Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2014. № 1 (32). С. 117-124.
52. Есин К.С. Транспортное обеспечение агропромышленного комплекса при уборке зерновых культур (на примере орловской области) / К.С. Есин, А.Л. Севостьянов, С.Н. Филин // Мир транспорта и технологических машин. - 2013. - №1(40). - С. 21-27.
53. Зырянов А.П., Шепелёв В.Д. Оценка эксплуатационных показателей грузового транспорта в российской федерации / А.П. Зырянов, В.Д. Шепелёв // Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика. - 2014. - № 1. - С. 292-297.
54. Иксанов Ш.С. Повышение эффективности прямого комбайнирования зерновых культур на примере комбайна РСМ-101 «Вектор-410» в условиях Челябинской области / дис. ... канд. тех. наук / Иксанов Шамиль Салихович / Челябинск 2016. 170с.
55. Измайлов А.Ю. Технологии и технические решения по повышению эффективности транспортных систем АПК. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. - 200.
56. Информация о грузоперевозках «АвтоТрансИнфо» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://ati.su/>.
57. Константинов М.М. Проблемы совершенствования уборочных процессов в условиях Южного Урала // Техника в сельском хозяйстве. 2000. №4. С. 35-36

58. Купавых С. С. Предпосылки совершенствования системы управления развитием транспортного комплекса в условиях глобализации / Т. Л. Безрукова, С. С. Купавых // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. 2016. Т. 2. №. 2. С. 776-779. Э01: 10.12737/19562
59. Клецов А. В. Сравнение рекомендуемых норм и реального расхода времени на погрузку-разгрузку подвижного состава / А. В. Клецов, А. Н. Тауешев // Научное сообщество студентов : материалы VI Междунар. студенч. науч.- практ. конф. / Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2015. — С. 36-38.
60. Ларин, О.Н. Единое транспортное пространство Евразийского экономического союза (ЕАЭС): перспективы и проблемы развития / О.Н. Ларин, З.В. Альметова, В.Р. Шаяхметова // В сборнике «Нефть и газ Западной Сибири» Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 90-летию Косухина Анатолия Николаевича. - Т.1. 2015. - Тюмень.: ТюмГНГУ. - 160-164 С.
61. Маринин С.П. Методические указания к практическим занятиям по теме: Определение потребного количества автомобилей и их технико-эксплуатационных показателей / Маринин Сергей Павлович / Челябинский государственный агроинженерный университет. Челябинск 2005. С-26.
62. Пьянов В.С. Методы повышения производства зерна в хозяйствах в России интенсификацией работы парка зерноуборочных комбайнов / дис. ... канд. тех. наук : 05.20.01/ Научн рук. - Малиев В.Х. 327стр. Ставрополь 2017.
63. Пьянов, В.С. К вопросу оценки уровня потерь урожая зерновыми колосовыми культурами при дозревании их в хлебостое /В.С. Пьянов //Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК: сб. трудов Международной научной конференции. - Ставрополь: СтГАУ, 2010
64. Шепелёв В.Д. Обоснование технико-технологической согласованности процессов уборки и послеуборочной обработки зерна : дис. ... канд. тех. наук : 05.20.03 / Шепелёв Владимир Дмитриевич; науч. рук. Г.А. Окунев. - Челябинск, 2007. - 164с.
65. Шепелёв В.Д. Оценка потенциала производительности подвижного состава на междугородних перевозках. / В.Д. Шепелёв, А.В. Клецов // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса: межвуз. сб. науч. статей - Самара. 2016. - А11. - С 155-159.
66. Шепелев В. Д. Анализ структуры себестоимости перевозки грузов на автомобильном транспорте / С. В. Усова, В. Д. Шепелев // Альтернативные источники

энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. 2016. Т. 2. №. 2. С. 858-862. DOI: 10.12737/19583.

67. Шепелёв, С.Д. Взаимосвязь сезонной нагрузки и технической готовности зерноуборочного комбайна / С.Д. Шепелёв, В.Д. Шепелёв, Ю.Б. Черкасов // Пром-Инжиниринг. Труды международной научно-технической конференции: сб. статей / ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет). - Челябинск, 2015. - С. 90–93.

68. Шепелёв С.Д. Статистические показатели производительности зерноуборочных комбайнов в зависимости от наработки / С.Д. Шепелёв В.Д. Шепелёв, Ю.Б. Черкасов //Агропродовольственная политика России. - 2015. - № 1 (13). - С. 36-40.

70. Шепелёв С.Д., Окунев Г.А. Определение потребного количества грузовых автомобилей для перевозки сельскохозяйственных грузов: метод. указания. Челябинск: ЧГАУ, 2000. 34с.

71. Шепелёв, С.Д. Статистические показатели производительности зерноуборочных комбайнов в зависимости от наработки / С.Д. Шепелёв, В.Д. Шепелёв, Ю.Б. Черкасов //Агропродовольственная политика России. - 2015. - № 1 (13). - С. 36-40.

73. Шепелёв, С.Д. Обоснование потребности в трудовых ресурсах при проектировании зерноуборочных процессов / С.Д. Шепелёв, В.Д. Шепелёв, Ю.Б. Черкасов // АПК России. - 2012. - Т. 61. - С. 100-103.

74. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.gks.ru>.

75. Agro Journal [Электронный ресурс]. - Режим доступа <http://agro-journal.com/branch/rastenievadstvo>.

76. B.C. Vamah, B.S. Panesar. Energy Requirement Model for a Combine Harvester, Part 2: Development of component models. PM - Power and Machinery. Biosystems Engineering. (2005). 90 (2). 161-171.

77. B.C. Vamah, B.S. Panesar. Energy Requirement Model for a Combine Harvester, Part 1: Development of component models. PM - Power and Machinery. Biosystems Engineering. (2005). 90 (1).

78. Calcante A., Fontanini L. Mazzetto F. (2013): Coefficients of repair and maintenance costs of self-propelled combine harvesters in Italy // Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 15: 141.

79. Dunca J. (2007): Mechanicke vlastnosti stebiel obilnm // Research in Agricultural Engineering, 54: 91-96.
80. Galimova, D., Kletsov, A. AIDternativnye istocniki energii v transportno-tehnologiceskom komplekse: problemy i perspektivy ra-cionalDnogo ispolDzov. 2016. V. 3, I. 2: p. 86-89. DOI: 10.12737/20174.
81. Gondzio, J, Terlaky, T. In J. E. Beasley. Advances in linear and integer programming. Oxford Lecture Series in Mathematics and its Applications . New York: Oxford University Press. - 1996. pp.- 103-144.
82. Graeme, R. Quick, Wesley F. Buchele: The Grain Harvesters. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph/Michigan 1978, ISBN 0-91615013.
83. Gursoy S., Kolay B., Avşar O., Sessiz A. (2015): Evaluation of wheat stubble management practices in terms of the fuel consumption and field capacity. Res. Agr. Eng., 61: 116-121.
84. Henning, N., Christiansion S., Kofoed'S. Asplit-power approach: the M. and S. tractor system -Just. of agricultural Engineering, Roal veterinary and agricultural university, Denmark, Meddelel, June, 1977, №31.
85. Kavka M., Mimra M., Kumhala F. Sensitivity analysis of key operating parameters of combine harvesters // Research in Agricultural Engineering (RAE), Vol. 62, 2016 (3): 113-121.
86. Krister, R., Grecenko A. Zaberove vlastnosti pneumatik pri opakovanern prujezdu
87. hnacich kol toutez stopou.-Zeme delskatechnica, 1976, 22960, p.309-329.
88. Kuether, D. "Whih Troek Shoes PullBestP-Farm andPower Eguipment, March, 1996.
89. Ogorkiewick, R. Of- the Road Mobulity - «Armor», v. 71., №2, 1962. p. 24-27.
90. Perumprul, J., Liljedahl, J., Perloff, W. A Numerical Method for productingthe stress distributions a soils deformation under atractor whul. - Journal of Terramechanics, 1971, vol. 8, №1, p.9 - 22.
91. Rusinek R., Lukaszuk J., Influence of moisture content on pressure ratio of rape seeds // Research in Agricultural Engineering 50, 2004 (1): 11-14.
92. Shepelev S., Shepelev V., Cherkasov Y. Differentiation of the Seasonal Loading of Combine Harvester Depending on its Technical Readiness / S. Shepelev, V. Shepelev, Y. Cherkasov // Procedia Engineering. -2015.- Vol. 129. - P. 161-165.
93. Tavakoli H., Mohtasebi S.S., Rajabipour A. (2009): Vliv obsahu vlhkosti, zatezove rychlosti a orientace zrna na odolnost zrna proti zlomu // Research in Agricultural Engineering, 55: 85-93.

94. Vitazek I., Havelka J., 2013. I-x-w diagram of wet air and wheat grain. Res. Agr. Eng., 59 (Special Issue): S49-S53.
95. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий //М.: Радио и связь. – 1993. – Т. 278.
96. Черных И. В. Simulink: Инструмент моделирования динамических систем //М.: Диалог-МИФИ. – 2003.
97. Штовба С. Д. Идентификация нелинейных зависимостей с помощью нечеткого логического вывода в системе MATLAB //Exponenta Pro: Математика в приложениях. – 2003. – №. 2. – С. 9-15.
98. НПАОП 0.00-4.15-98 Про розробку інструкцій з охорони праці
99. ДСанПіН 3.3.2.007-98 Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин
100. ДБН В.2.2-15-2005 Будинки і споруди
101. ДБН В.2.5-28:2015 Природне і штучне освітлення
102. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих
103. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление
104. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
105. ГОСТ 13109-97 „Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитных. Нормы качества электроэнергоснабжения общего назначения”
106. НПАОП 0.00-1.28-10 Правила охорони праці під час експлуатації електронно- обчислювальних машин
107. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування

Додаток А.

Лістинг програми з системою методу аналізу ієрархія Саатті Програмний додаток «Weight Assignment Modeling Transport Process»

Program.cs

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
namespace WindowsFormsApp1
{
    public partial class Form2 : Form
    {
        public static int m;
        public static int n;
        public static int c;
        public static int v;
        public static int summst=1;
        public static int summstq=15;
        public double[,] a = new double [m, n];
        //public double [,] tabl2 = new double [c, v+2];
        public double zn21v7;
        public double zn22v7;
        public double zn31v7;
        public double zn32v7;
        public double zn33v7;
        public double zn41v7;
        public double zn42v7;
        public double zn43v7;
        public double zn44v7;
        public double zn50v7;
        public double zn51v7;
        public double zn52v7;
        public double zn53v7;
        public double zn54v6;
        public double zn70v6;
        public double zn71v6;
        public double zn72v6;
        public double zn73v6;
        public double zn74v6;
        public static double zn75v6;
    }
}

```



```
case "9":
{
    double st1v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[1, 0].Value);
    double st21v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[2, 0].Value);
    double st22v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[2, 1].Value);
    double st31v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[3, 0].Value);
    double st32v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[3, 1].Value);
    double st33v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[3, 2].Value);
    double st41v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[4, 0].Value);
    double st42v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[4, 1].Value);
    double st43v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[4, 2].Value);
    double st44v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[4, 3].Value);
    double st50v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[5, 0].Value);
    double st51v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[5, 1].Value);
    double st52v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[5, 2].Value);
    double st53v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[5, 3].Value);
    double st54v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[5, 4].Value);
    double st60v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[4, 3].Value);
    double st61v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[5, 0].Value);
    double st62v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[5, 1].Value);
    double st63v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[5, 2].Value);
    double st64v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[5, 3].Value);
    double st65v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[5, 4].Value);
    double st70v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[6, 0].Value);
    double st71v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[6, 1].Value);
    double st72v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[6, 2].Value);
    double st73v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[6, 3].Value);
    double st74v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[6, 4].Value);
    double st75v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[6, 5].Value);
    double st80v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[7, 0].Value);
    double st81v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[7, 1].Value);
    double st82v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[7, 2].Value);
    double st83v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[7, 3].Value);
    double st84v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[7, 4].Value);
    double st85v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[7, 5].Value);
    double st86v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[7, 6].Value);
    double st90v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[8, 0].Value);
    double st91v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[8, 1].Value);
    double st92v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[8, 2].Value);
    double st93v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[8, 3].Value);
    double st94v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[8, 4].Value);
    double st95v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[8, 5].Value);
    double st96v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[8, 6].Value);
    double st97v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[8, 7].Value);
    double st100v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[9, 0].Value);
    double st101v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[9, 1].Value);
```

```
double st102v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[9, 2].Value);
double st103v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[9, 3].Value);
double st104v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[9, 4].Value);
double st105v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[9, 5].Value);
double st106v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[9, 6].Value);
double st107v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[9, 7].Value);
double st108v9 = Convert.ToDouble(dataGridView1[9, 8].Value);
double zn1v9 = 1 / st1v9;
double zn21v9 = 1 / st21v9;
double zn22v9 = 1 / st22v9;
double zn31v9 = 1 / st31v9;
double zn32v9 = 1 / st32v9;
double zn33v9 = 1 / st33v9;
double zn41v9 = 1 / st41v9;
double zn42v9 = 1 / st42v9;
double zn43v9 = 1 / st43v9;
double zn44v9 = 1 / st44v9;
double zn50v9 = 1 / st50v9;
double zn51v9 = 1 / st51v9;
double zn52v9 = 1 / st52v9;
double zn53v9 = 1 / st53v9;
double zn54v9 = 1 / st54v9;
double zn70v9 = 1 / st70v9;
double zn71v9 = 1 / st71v9;
double zn72v9 = 1 / st72v9;
double zn73v9 = 1 / st73v9;
double zn74v9 = 1 / st74v9;
double zn75v9 = 1 / st75v9;
double zn80v9 = 1 / st80v9;
double zn81v9 = 1 / st81v9;
double zn82v9 = 1 / st82v9;
double zn83v9 = 1 / st83v9;
double zn84v9 = 1 / st84v9;
double zn85v9 = 1 / st85v9;
double zn86v9 = 1 / st86v9;
double zn90v9 = 1 / st90v9;
double zn91v9 = 1 / st91v9;
double zn92v9 = 1 / st92v9;
double zn93v9 = 1 / st93v9;
double zn94v9 = 1 / st94v9;
double zn95v9 = 1 / st95v9;
double zn96v9 = 1 / st96v9;
double zn97v9 = 1 / st97v9;
double zn100v9 = 1 / st100v9;
double zn101v9 = 1 / st101v9;
double zn102v9 = 1 / st102v9;
```

```
double zn103v9 = 1 / st103v9;
double zn104v9 = 1 / st104v9;
double zn105v9 = 1 / st105v9;
double zn106v9 = 1 / st106v9;
double zn107v9 = 1 / st107v9;
double zn108v9 = 1 / st108v9;
dataGridView1[0, 1].Value = zn1v9;
dataGridView1[0, 2].Value = zn21v9;
dataGridView1[1, 2].Value = zn22v9;
dataGridView1[0, 3].Value = zn31v9;
dataGridView1[1, 3].Value = zn32v9;
dataGridView1[2, 3].Value = zn33v9;
dataGridView1[0, 4].Value = zn41v9;
dataGridView1[1, 4].Value = zn42v9;
dataGridView1[2, 4].Value = zn43v9;
dataGridView1[3, 4].Value = zn44v9;
dataGridView1[0, 5].Value = zn50v9;
dataGridView1[1, 5].Value = zn51v9;
dataGridView1[2, 5].Value = zn52v9;
dataGridView1[3, 5].Value = zn53v9;
dataGridView1[4, 5].Value = zn54v9;
dataGridView1[0, 6].Value = zn70v9;
dataGridView1[1, 6].Value = zn71v9;
dataGridView1[2, 6].Value = zn72v9;
dataGridView1[3, 6].Value = zn73v9;
dataGridView1[4, 6].Value = zn74v9;
dataGridView1[5, 6].Value = zn75v9;
dataGridView1[0, 7].Value = zn80v9;
dataGridView1[1, 7].Value = zn81v9;
dataGridView1[2, 7].Value = zn82v9;
dataGridView1[3, 7].Value = zn83v9;
dataGridView1[4, 7].Value = zn84v9;
dataGridView1[5, 7].Value = zn84v9;
dataGridView1[6, 7].Value = zn85v9;
dataGridView1[0, 8].Value = zn90v9;
dataGridView1[1, 8].Value = zn91v9;
dataGridView1[2, 8].Value = zn92v9;
dataGridView1[3, 8].Value = zn93v9;
dataGridView1[4, 8].Value = zn94v9;
dataGridView1[5, 8].Value = zn95v9;
dataGridView1[6, 8].Value = zn96v9;
dataGridView1[7, 8].Value = zn97v9;
dataGridView1[0, 8].Value = zn90v9;
dataGridView1[1, 8].Value = zn91v9;
dataGridView1[2, 8].Value = zn92v9;
dataGridView1[3, 8].Value = zn93v9;
```

```

dataGridView1[4, 8].Value = zn94v9;
dataGridView1[5, 8].Value = zn95v9;
dataGridView1[6, 8].Value = zn96v9;
dataGridView1[7, 8].Value = zn97v9;
dataGridView1[0, 9].Value = zn100v9;
dataGridView1[1, 9].Value = zn101v9;
dataGridView1[2, 9].Value = zn102v9;
dataGridView1[3, 9].Value = zn103v9;
dataGridView1[4, 9].Value = zn104v9;
dataGridView1[5, 9].Value = zn105v9;
dataGridView1[6, 9].Value = zn106v9;
dataGridView1[7, 9].Value = zn107v9;
dataGridView1[8, 9].Value = zn108v9;
{
    double balans1 = 0;
    double balans2 = 0;
    double balans3 = 0;
    double balans4 = 0;
    double balans5 = 0;
    double balans6 = 0;
    double balans7 = 0;
    double balans8 = 0;
    double balans9 = 0;
    double balans10 = 0;
    foreach (DataGridViewRow row in dataGridView1.Rows)
    {
        double incom1;
        double incom2;
        double incom3;
        double incom4;
        double incom5;
        double incom6;
        double incom7;
        double incom8;
        double incom9;
        double incom10;
        double.TryParse((row.Cells[0].Value ?? "0").ToString().Replace(".", ","), out incom1);
        double.TryParse((row.Cells[1].Value ?? "0").ToString().Replace(".", ","), out incom2);
        double.TryParse((row.Cells[2].Value ?? "0").ToString().Replace(".", ","), out incom3);
        double.TryParse((row.Cells[3].Value ?? "0").ToString().Replace(".", ","), out incom4);
        double.TryParse((row.Cells[4].Value ?? "0").ToString().Replace(".", ","), out incom5);
        double.TryParse((row.Cells[5].Value ?? "0").ToString().Replace(".", ","), out incom6);
        double.TryParse((row.Cells[6].Value ?? "0").ToString().Replace(".", ","), out incom7);
        double.TryParse((row.Cells[7].Value ?? "0").ToString().Replace(".", ","), out incom8);
        double.TryParse((row.Cells[8].Value ?? "0").ToString().Replace(".", ","), out incom9);
        double.TryParse((row.Cells[8].Value ?? "0").ToString().Replace(".", ","), out incom10);
    }
}

```

```

    balans1 += incom1;
    balans2 += incom2;
    balans3 += incom3;
    balans4 += incom4;
    balans5 += incom5;
    balans6 += incom6;
    balans7 += incom7;
    balans8 += incom8;
    balans9 += incom9;
    balans10 += incom10;
}
int zxd = dataGridView1.Rows.Add();
dataGridView1.Rows[zxd].Cells[0].Value = balans1; //balans1;
dataGridView1.Rows[zxd].Cells[1].Value = balans2;
dataGridView1.Rows[zxd].Cells[2].Value = balans3;
dataGridView1.Rows[zxd].Cells[3].Value = balans4;
dataGridView1.Rows[zxd].Cells[4].Value = balans5;
dataGridView1.Rows[zxd].Cells[5].Value = balans6;
dataGridView1.Rows[zxd].Cells[6].Value = balans7;
dataGridView1.Rows[zxd].Cells[7].Value = balans8;
dataGridView1.Rows[zxd].Cells[8].Value = balans9;
dataGridView1.Rows[zxd].Cells[9].Value = balans10;
for (int i = 0; i < m; i++)
{
    for (int j = 0; j < n; j++)
    {
        dataGridView3.Rows[i].Cells[j].Value =
            Convert.ToString(dataGridView1.Rows[i].Cells[j].Value); //рабочий перенос
        double perenos1 =
            Convert.ToDouble(dataGridView1.Rows[i].Cells[0].Value); //взяча числа
        perenos1 /= balans1;
        double perenos2 =
            Convert.ToDouble(dataGridView1.Rows[i].Cells[1].Value); //взяча числа
        perenos2 /= balans2;
        double perenos3 =
            Convert.ToDouble(dataGridView1.Rows[i].Cells[2].Value); //взяча числа
        perenos3 /= balans3;
        double perenos4 =
            Convert.ToDouble(dataGridView1.Rows[i].Cells[3].Value); //взяча числа
        perenos4 /= balans4;
        double perenos5 =
            Convert.ToDouble(dataGridView1.Rows[i].Cells[4].Value); //взяча числа
        perenos5 /= balans5;
        double perenos6 =
            Convert.ToDouble(dataGridView1.Rows[i].Cells[5].Value); //взяча числа
        perenos6 /= balans6;
    }
}

```

```

double perenos7 =
    Convert.ToDouble(dataGridView1.Rows[i].Cells[6].Value); //взяча числа
perenos7 /= balans7;
double perenos8 =
    Convert.ToDouble(dataGridView1.Rows[i].Cells[7].Value); //взяча числа
perenos8 /= balans8;
double perenos9 =
    Convert.ToDouble(dataGridView1.Rows[i].Cells[8].Value); //взяча числа
perenos9 /= balans9;
double perenos10 =
    Convert.ToDouble(dataGridView1.Rows[i].Cells[9].Value); //взяча числа
perenos10 /= balans10;
dataGridView3.Rows[i].Cells[0].Value = perenos1;
dataGridView3.Rows[i].Cells[1].Value = perenos2;
dataGridView3.Rows[i].Cells[2].Value = perenos3;
dataGridView3.Rows[i].Cells[3].Value = perenos4;
dataGridView3.Rows[i].Cells[4].Value = perenos5;
dataGridView3.Rows[i].Cells[5].Value = perenos6;
dataGridView3.Rows[i].Cells[6].Value = perenos7;
dataGridView3.Rows[i].Cells[7].Value = perenos8;
dataGridView3.Rows[i].Cells[8].Value = perenos9;
dataGridView3.Rows[i].Cells[9].Value = perenos10;
}
}
var rates = new List<List<double>>(); //таблица 1
foreach (DataGridViewRow row in dataGridView1.Rows)
{
    var tmpSubList = new List<double>();
    foreach (DataGridViewCell cell in row.Cells)
    {
        tmpSubList.Add(Convert.ToDouble(cell.Value));
    }
    rates.Add(tmpSubList);
}
rates = rates.Take(rates.Count - 1).ToList();
var infl = new List<List<double>>(); //таблица 2
foreach (DataGridViewRow row in dataGridView3.Rows)
{
    var tmpSubList = new List<double>();
    foreach (DataGridViewCell cell in row.Cells)
    {
        tmpSubList.Add(Convert.ToDouble(cell.Value));
    }
    infl.Add(tmpSubList);
}
double del = m - 1;

```

```

double constIndex = 1.49;
var endLists = ForecastingCalculator.GetInfluenceWithFactors(infl, rates, constIndex, del);
var extraData = endLists.Last();
label6.Text = $"Сума: {extraData[0].ToString()}";
label7.Text = $"λmax: {extraData[1].ToString()}";
label8.Text = $"Індекс \n погодженності: {extraData[2].ToString()}";
label9.Text = $"Відношення погодженності \n до випадкового індексу: {extraData[3].ToString()}";
label6.Visible = true;
label7.Visible = true;
label8.Visible = true;
label9.Visible = true;
dataGridView2.Visible = true;
    endLists = endLists.Take(endLists.Count - 1).ToList();
dataGridView2.RowCount = endLists.Count;
dataGridView2.ColumnCount = endLists[0].Count;
dataGridView2.Columns[endLists[0].Count - 4].HeaderText = "Вектор-стовпчик";
dataGridView2.Columns[endLists[0].Count - 3].HeaderText = "Вектор-стовпчик пріоритетів";
dataGridView2.Columns[endLists[0].Count - 2].HeaderText = "Новий вектор";
dataGridView2.Columns[endLists[0].Count - 1].HeaderText = "Новий вектор *";
for (int rowId = 0; rowId < endLists.Count; rowId++)
{
    for (int colId = 0; colId < endLists[rowId].Count; colId++)
    {
        dataGridView2.Rows[rowId].Cells[colId].Value = endLists[rowId][colId];
    }
}
for (int rowId = 0; rowId < endLists.Count; rowId++)
{
    for (int colId = 0; colId < endLists[rowId].Count; colId++)
    {
        dataGridView2.Rows[rowId].Cells[colId].Value = endLists[rowId][colId];
    }
}
var priority = endLists.Select(l => l[endLists[0].Count - 3]).ToList();
priority = priority.Take(priority.Count - 1).ToList();
for (var prId = 0; prId < priority.Count; prId++)
{
    chart1.Series.Add(dataGridView2.Columns[prId].HeaderText);
    chart1.Series[prId].Points.AddXY(1, priority[prId]);
    chart1.Series[prId].Label = String.Format("{0:0.##}", priority[prId]);
}

break;
}
}
}

```

```

    }
    catch(Exception expection)
    {
        MessageBox.Show($"Заполните все ячейки!Ошибка: {expection.Message}");
    }
}
private void label4_Click(object sender, EventArgs e)
private void dataGridView3_CellContentClick(object sender, DataGridViewCellEventArgs e)
{
}
private void button5_Click(object sender, EventArgs e)
{
    for (int i = 0; i < m; i++)
    {
        for (int j = 0; j < n; j++)
        }
}
private void dataGridView1_CellContentClick(object sender, DataGridViewCellEventArgs e)
{
}
}
private void Form2_Load(object sender, EventArgs e)
{
}
private void button3_Click_1(object sender, EventArgs e)
{
    chart1.Visible = !chart1.Visible;
    label10.Visible = !label10.Visible;
    label11.Visible = !label11.Visible;
    chart1.ChartAreas[0].AxisX.MajorGrid.Enabled = false;
    chart1.ChartAreas[0].AxisY.MajorGrid.Enabled = false;
}
}
}
ForecastingCalculator.cs
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;

namespace WindowsFormsApp1
{
    class ForecastingCalculator
    {
        public static List<List<double>> GetInfluenceWithFactors(List<List<double>> influence, List<List<double>> expertRates,
double constIndex, double del)
        {

```



```

var vectorCol = influence.Select(row => row.Sum()).ToList();
double countOfFactors = 1;
if (expertRates.Count > 0)
{
    countOfFactors = expertRates[0].Count;
}
var priorityCol = vectorCol.Select(vec => vec / countOfFactors).ToList();
var newVectorCol = new List<double>();
foreach (var expertRow in expertRates)
{
    double sumOfVecs = 0;
    for (int i = 0; i < expertRow.Count; i++) {
        sumOfVecs += expertRow[i] * priorityCol[i];
    }
    newVectorCol.Add(sumOfVecs);
}
var newNewVectorCol = new List<double>();
for (int i = 0; i < newVectorCol.Count; i++)
{
    newNewVectorCol.Add(newVectorCol[i] / priorityCol[i]);
}
var nnvcSum = newNewVectorCol.Sum();
var lambdaMax = nnvcSum / countOfFactors;
var indexPogo = (lambdaMax - countOfFactors) / del;
var VipadkoviyIndex = indexPogo / constIndex;
var extraData = new List<double>
{
    nnvcSum,
    lambdaMax,
    indexPogo,
    VipadkoviyIndex
};
for (int i = 0; i < influence.Count; i++)
{
    influence[i].Add(vectorCol[i]);
    influence[i].Add(priorityCol[i]);
    influence[i].Add(newVectorCol[i]);
    influence[i].Add(newNewVectorCol[i]);
}
var sumOfCols = SumOfColumns(influence);
influence.Add(sumOfCols);
influence.Add(extraData);

return influence;
}
private static List<double> SumOfColumns(List<List<double>> list)
{
    var colSums = new List<double>();
    if (list.Count > 0)
    {
        for (int colId = 0; colId < list[0].Count; colId++)
        {
            double tmpSum = 0;
            for (int cellId = 0; cellId < list.Count; cellId++)
            {
                tmpSum += list[cellId][colId];
            }
            colSums.Add(tmpSum);
        }
    }
    return colSums;
}
}
}

```

Додаток Б.

Лістинг програми з комп'ютерною системою прогнозування кількості транспортних засобів

Програмний додаток «Weathe Climatic Condition Calculation Agriculture Transport»

```
FuzzySistem.cs
using System;
using System.Windows.Forms;
namespace FuzPR
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        public double currX { get; set; }
        public double currY { get; set; }
        public Timer timer { get; set; }
        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
        }
        private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
        {
            timer.Tick += new EventHandler(this.button1_Click);
            timer = new Timer();
            timer.Interval = 1000;
            timer.Tick += updateGraph; // We'll write it in a bit
            timer.Start();
            currX = 0;
            label31.Text = $"Вплив умов та параметрів (t)";
        }
        private void updateGraph(object sender, EventArgs e)
        {
            currX += 0.01;
            chart1.Series[0].Points.AddXY(currX, currY);
            chart1.Series[1].Points.AddXY(currX, currY);
            chart1.Series[2].Points.AddXY(currX, currY);
            chart1.Series[3].Points.AddXY(currX, currY);
            chart1.Series[4].Points.AddXY(currX, currY);
            chart1.Series[5].Points.AddXY(currX, currY);
            chart1.Series[6].Points.AddXY(currX, currY);
            chart1.Series[7].Points.AddXY(currX, currY);
            chart1.Series[8].Points.AddXY(currX, currY);
            chart1.Series[9].Points.AddXY(currX, currY);
            chart1.Series[10].Points.AddXY(currX, currY);
        }
        private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            double rainLvl;
```

```

double gradLvl;
double rosaLvl;
double tipDorogiLvl;
double vologoemkGruntLvl;
double VidPolaLvl;
double VantagLvl;
double ShrinaJatki;
double r = trackBar9.Value;
double g = trackBar2.Value;
double ro = trackBar3.Value;
double ti = trackBar5.Value;
double vo = trackBar4.Value;
double Vi = trackBar6.Value;
double Va = trackBar7.Value;
double Sh = trackBar8.Value;
try
{
    rainLvl = r / 10;
    gradLvl = g / 10;
    rosaLvl = ro / 10;
    tipDorogiLvl = ti / 10;
    vologoemkGruntLvl = vo / 10;
    VidPolaLvl = Vi / 10;
    VantagLvl = Va / 10;
    ShrinaJatki = Sh / 10;
}
catch (Exception exp)
{
    label21.Text = exp.Message;
    label21.Visible = true;
    return;
}
var pleglistnay = MyFuzzyLogic.GetTransportCount( //Полеглость
    rainLvl: rainLvl,
    gradLvl: gradLvl
);
var StanGruntu = MyFuzzyLogic.StanGruntu( //Состояние почвы
    rainLvl: rainLvl,
    vologoemkGruntLvl: vologoemkGruntLvl
);
var VologistKulturi = MyFuzzyLogic.VologistKulturi( //Вологисть культуры
    rainLvl: rainLvl,
    rosaLvl: rosaLvl
);

var SkorostVozvrata = MyFuzzyLogic.SkorostVozvrata( //Скорость ВОзврата

```

```

    rainLvl: rainLvl,
    tipDorogiLvl: tipDorogiLvl
);
var SposobUborki = MyFuzzyLogic.SposobUborki( //Способ Уборки
    VologistKulturi: VologistKulturi,
    pleglistnay: pleglistnay
);
var Urogainost = MyFuzzyLogic.Urogainost( //Урожайность
    pleglistnay: pleglistnay
);
var ChasObertu = MyFuzzyLogic.ChasObertu( //Время оборота
    SkorostVozvrata: SkorostVozvrata,
    VidPolaLvl: VidPolaLvl,
    VantagLvl: VantagLvl
);
var ShvidRuhKomb = MyFuzzyLogic.ShvidRuhKomb( //Скорость движения комбайна
    SposobUborki: SposobUborki,
    StanGruntu: StanGruntu
);
var ProduktKomb = MyFuzzyLogic.ProduktKomb( //Продуктивность комбайна
    ShvidRuhKomb: ShvidRuhKomb,
    VologistKulturi: VologistKulturi,
    ShrinaJatki: ShrinaJatki
);
var KilkistKombainiv = MyFuzzyLogic.KilkistKombainiv( //Кол-во комбайнов
    ProduktKomb: ProduktKomb,
    ChasObertu: ChasObertu,
    Urogainost: Urogainost
);
var TZ = MyFuzzyLogic.TZ( //Кол-во комбайнов
    KilkistKombainiv: KilkistKombainiv
);
label9.Visible = true;
label10.Visible = true;
label11.Visible = true;
label12.Visible = true;
label13.Visible = true;
label14.Visible = true;
label15.Visible = true;
label16.Visible = true;
label17.Visible = true;
label18.Visible = true;
label19.Visible = true;
label9.Text = $"Полеглість {pleglistnay}";
label10.Text = $"Стан ґрунту {StanGruntu}";
label11.Text = $"Вологість культури {VologistKulturi}";

```

```

label12.Text = $"Швидкість оберту {SkorostVozvrata }";
label13.Text = $"Спосіб збирання {SposobUborki }";
label14.Text = $"Урожайність {Urogainost }";
label15.Text = $"Час оберту {ChasObertu }";
label16.Text = $"Швидкість руху комбайну {ShvidRuhKomb }";
label17.Text = $"Продуктивність комбайну {ProduktKomb }";
label18.Text = $"Кількість комбайнів {KilkistKombainiv }";
label19.Text = $"Рекомендована кількість транспортних засобів {TZ }";
label22.Text = $"рівень {gainLvl} мм";
label23.Text = $"рівень {gradLvl} мм";
label24.Text = $"рівень {rosaLvl} мм";
label25.Text = $" {vologoemkGruntLvl} вологість";
label26.Text = $" { tipDorogiLvl} якість(%)";
label27.Text = $"відстань {VidPolaLvl} рівень";
label28.Text = $" {VantagLvl} тон";
label29.Text = $" {ShrinaJatki} метрів";
switch (comboBox1.Text)
{
    case "Полеглість":
        {
            chart1.Series[0].ChartType = System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.SeriesChartType.Line;
            // chart1.Series[0].Visible = false;
            currY = pleglistnay;
            string s1 = "П\но\пл\не\нг\пл\ні\не\нт\нь";
            label32.Text = s1;
        }
        break;
    case "Стан ґрунту":
        {
            chart1.Series[1].ChartType = System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.SeriesChartType.Line;
            currY = StanGruntu;
            string s2 = "С\нт\на\нн\п \нг\п\п\п\п\п\п\п\п";
            label32.Text = s2;
            chart1.Series[0].Points.Clear();
            chart1.Series[2].Points.Clear();
            chart1.Series[3].Points.Clear();
            chart1.Series[4].Points.Clear();
            chart1.Series[5].Points.Clear();
            chart1.Series[6].Points.Clear();
            chart1.Series[7].Points.Clear();
            chart1.Series[8].Points.Clear();
            chart1.Series[9].Points.Clear();
            chart1.Series[10].Points.Clear();
        }
        break;
    case "Вологоємність культури":
        chart1.Series[2].ChartType = System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.SeriesChartType.Line;

```

```

currY = VologistKulturi;
string s3 = "В\но\нл\но\nr\но\nc\nm\nк\nі\nc\nт\nь\n \нк\nу\nл\nь\nт\nу\nр\nи";
label32.Text = s3;
{

    chart1.Series[0].Points.Clear();
    chart1.Series[1].Points.Clear();
    chart1.Series[3].Points.Clear();
    chart1.Series[4].Points.Clear();
    chart1.Series[5].Points.Clear();
    chart1.Series[6].Points.Clear();
    chart1.Series[7].Points.Clear();
    chart1.Series[8].Points.Clear();
    chart1.Series[9].Points.Clear();
    chart1.Series[10].Points.Clear();
}
break;
case "Швидкість оберту":
    chart1.Series[3].ChartType = System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.SeriesChartType.Line;
    currY = SkorostVozvrata;
    string s4 = "Ш\nв\nи\nд\n\нк\nі\nc\nт\nь\n \но\nб\nc\nр\nт\nу\n";
    label32.Text = s4;
    {

        chart1.Series[0].Points.Clear();
        chart1.Series[1].Points.Clear();
        chart1.Series[2].Points.Clear();
        chart1.Series[4].Points.Clear();
        chart1.Series[5].Points.Clear();
        chart1.Series[6].Points.Clear();
        chart1.Series[7].Points.Clear();
        chart1.Series[8].Points.Clear();
        chart1.Series[9].Points.Clear();
        chart1.Series[10].Points.Clear();
    }
    break;
case "Спосіб збирання":
    chart1.Series[4].ChartType = System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.SeriesChartType.Line;
    currY = SposobUboriki;
    string s5 = "С\nп\n\но\nc\nі\nб\n \нз\nб\nи\nр\nа\nн\n\n\n";
    label32.Text = s5;
    {

        chart1.Series[0].Points.Clear();
        chart1.Series[1].Points.Clear();

```



```

        chart1.Series[8].Points.Clear();
        chart1.Series[9].Points.Clear();
        chart1.Series[10].Points.Clear();
    }
    break;
case "Швидкість руху комбайну":
    chart1.Series[7].ChartType = System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.SeriesChartType.Line;
    currY = ShvidRuhKomb;
    string s8 = "Ш\нв\ни\нд\нк\ні\нс\нт\нь\n \np\nу\nх\nу \n\нк\nо\nм\nб\nа\nй\nн\nу\n";
    label32.Text = s8;
    {

        chart1.Series[0].Points.Clear();
        chart1.Series[1].Points.Clear();
        chart1.Series[2].Points.Clear();
        chart1.Series[3].Points.Clear();
        chart1.Series[4].Points.Clear();
        chart1.Series[5].Points.Clear();
        chart1.Series[6].Points.Clear();
        chart1.Series[8].Points.Clear();
        chart1.Series[9].Points.Clear();
        chart1.Series[10].Points.Clear();
    }
    break;
case "Продуктивність комбайну":
    chart1.Series[8].ChartType = System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.SeriesChartType.Line;
    currY = ProduktKomb;
    string s9 = "П\п\nо\nд\nу\nк\nт\nи\nв\nн\nі\nс\nt\нь\n \нк\nо\nм\nб\nа\nй\nн\nу\n";
    label32.Text = s9;
    {

        chart1.Series[0].Points.Clear();
        chart1.Series[1].Points.Clear();
        chart1.Series[2].Points.Clear();
        chart1.Series[3].Points.Clear();
        chart1.Series[4].Points.Clear();
        chart1.Series[5].Points.Clear();
        chart1.Series[6].Points.Clear();
        chart1.Series[7].Points.Clear();
        chart1.Series[9].Points.Clear();
        chart1.Series[10].Points.Clear();
    }
    break;
case "Кількість комбайнів":
    chart1.Series[9].ChartType = System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.SeriesChartType.Line;
    currY = KilkistKombainiv;

```



```

string s10 = "К\н\л\п\к\н\с\т\п\ \н\к\о\м\б\а\й\н\н\и\в\п";
label32.Text = s10;
{
    chart1.Series[0].Points.Clear();
    chart1.Series[1].Points.Clear();
    chart1.Series[2].Points.Clear();
    chart1.Series[3].Points.Clear();
    chart1.Series[4].Points.Clear();
    chart1.Series[5].Points.Clear();
    chart1.Series[6].Points.Clear();
    chart1.Series[7].Points.Clear();
    chart1.Series[8].Points.Clear();
    chart1.Series[10].Points.Clear();
}
break;
case "Рекомендовані транспортні засоби":
    chart1.Series[10].ChartType = System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.SeriesChartType.Line;
    currY = TZ;
    string s = "P\е\к\о\м\е\н\д\о\в\а\н\и \н\т\п3";
    label32.Text = s;
    {

        chart1.Series[0].Points.Clear();
        chart1.Series[1].Points.Clear();
        chart1.Series[2].Points.Clear();
        chart1.Series[3].Points.Clear();
        chart1.Series[4].Points.Clear();
        chart1.Series[5].Points.Clear();
        chart1.Series[6].Points.Clear();
        chart1.Series[7].Points.Clear();
        chart1.Series[8].Points.Clear();
        chart1.Series[9].Points.Clear();
    }
    break;
}
}
private void textBox1_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
    // textBox1.Text = textBox1.Text.Replace(',', '');
}
private void textBox2_TextChanged(object sender, EventArgs e)
private void textBox3_TextChanged(object sender, EventArgs e)
private void textBox4_TextChanged(object sender, EventArgs e)
private void trackBar1_Scroll(object sender, EventArgs e)
{
}
}

```

```
private void timer1_Tick(object sender, EventArgs e)
{
    button1_Click(sender, e);
}
private void trackBar4_Scroll(object sender, EventArgs e)
{
    chart1.Series[1].Points.Clear();
    chart1.Series[2].Points.Clear();
    chart1.Series[3].Points.Clear();
    chart1.Series[4].Points.Clear();
    chart1.Series[5].Points.Clear();
    chart1.Series[6].Points.Clear();
    chart1.Series[7].Points.Clear();
    chart1.Series[8].Points.Clear();
    chart1.Series[9].Points.Clear();
    chart1.Series[10].Points.Clear();*/
}
private void chart1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    chart1.Series[1].Points.Clear();
    chart1.Series[2].Points.Clear();
    chart1.Series[3].Points.Clear();
    chart1.Series[4].Points.Clear();
    chart1.Series[5].Points.Clear();
    chart1.Series[6].Points.Clear();
    chart1.Series[7].Points.Clear();
    chart1.Series[8].Points.Clear();
    chart1.Series[9].Points.Clear();
    chart1.Series[10].Points.Clear();*/
}
private void trackBar2_Scroll(object sender, EventArgs e)
{
    chart1.Series[1].Points.Clear();
    chart1.Series[2].Points.Clear();
    chart1.Series[3].Points.Clear();
    chart1.Series[4].Points.Clear();
    chart1.Series[5].Points.Clear();
    chart1.Series[6].Points.Clear();
    chart1.Series[7].Points.Clear();
    chart1.Series[8].Points.Clear();
    chart1.Series[9].Points.Clear();
    chart1.Series[10].Points.Clear();*/
}
private void trackBar3_Scroll(object sender, EventArgs e)
{
    chart1.Series[1].Points.Clear();
```

```
chart1.Series[2].Points.Clear();
chart1.Series[3].Points.Clear();
chart1.Series[4].Points.Clear();
chart1.Series[5].Points.Clear();
chart1.Series[6].Points.Clear();
chart1.Series[7].Points.Clear();
chart1.Series[8].Points.Clear();
chart1.Series[9].Points.Clear();
chart1.Series[10].Points.Clear();*/
}
private void trackBar5_Scroll(object sender, EventArgs e)
{
    /* chart1.Series[0].Points.Clear();
    chart1.Series[1].Points.Clear();
    chart1.Series[2].Points.Clear();
    chart1.Series[3].Points.Clear();
    chart1.Series[4].Points.Clear();
    chart1.Series[5].Points.Clear();
    chart1.Series[6].Points.Clear();
    chart1.Series[7].Points.Clear();
    chart1.Series[8].Points.Clear();
    chart1.Series[9].Points.Clear();
    chart1.Series[10].Points.Clear();*/
}

private void trackBar6_Scroll(object sender, EventArgs e)
{
    /* chart1.Series[0].Points.Clear();
    chart1.Series[1].Points.Clear();
    chart1.Series[2].Points.Clear();
    chart1.Series[3].Points.Clear();
    chart1.Series[4].Points.Clear();
    chart1.Series[5].Points.Clear();
    chart1.Series[6].Points.Clear();
    chart1.Series[7].Points.Clear();
    chart1.Series[8].Points.Clear();
    chart1.Series[9].Points.Clear();
    chart1.Series[10].Points.Clear();*/
}

private void trackBar7_Scroll(object sender, EventArgs e)
{
    chart1.Series[1].Points.Clear();
    chart1.Series[2].Points.Clear();
    chart1.Series[3].Points.Clear();
    chart1.Series[4].Points.Clear();
    chart1.Series[5].Points.Clear();
```

```

        chart1.Series[6].Points.Clear();
        chart1.Series[7].Points.Clear();
        chart1.Series[8].Points.Clear();
        chart1.Series[9].Points.Clear();
        chart1.Series[10].Points.Clear();*/
    }
private void trackBar8_Scroll(object sender, EventArgs e)
{
    chart1.Series[1].Points.Clear();
    chart1.Series[2].Points.Clear();
    chart1.Series[3].Points.Clear();
    chart1.Series[4].Points.Clear();
    chart1.Series[5].Points.Clear();
    chart1.Series[6].Points.Clear();
    chart1.Series[7].Points.Clear();
    chart1.Series[8].Points.Clear();
    chart1.Series[9].Points.Clear();
    chart1.Series[10].Points.Clear();*/
}
}
}
MyFuzzyLogic.cs
using FLS;
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
namespace FuzPR
{
    static class MyFuzzyLogic
    {
        public static double GetTransportCount(double rainLvl, double gradLvl)
        {
            // Дождь - град - полеглость
            LinguisticVariable rain = new LinguisticVariable("Rain");//дождь
            rain.InputValue = rainLvl;
            var corotkiy = rain.MembershipFunctions.AddTrapezoid("Короткий", 0, 0, 5.938, 8.906);
            var prolivniy = rain.MembershipFunctions.AddTriangle("Проливной", 7.422, 11.88, 20.78);
            var zatag = rain.MembershipFunctions.AddTrapezoid("Затяжной", 15, 20, 23.75, 23.75);
            LinguisticVariable grad = new LinguisticVariable("grad");// град
            grad.InputValue = gradLvl;
            var dribniy = grad.MembershipFunctions.AddTrapezoid("мелкий", 0, 0, 3, 4);
            var seredniy = grad.MembershipFunctions.AddTriangle("средний", 3.53, 5.03, 8.78);
            var veliciy = grad.MembershipFunctions.AddTrapezoid("большой", 7.5, 10, 11.5, 11.5);
            LinguisticVariable poleglost = new LinguisticVariable("Poleglost"); // полеглость

```

```

var nizkaypol = poleglost.MembershipFunctions.AddTrapezoid("низкая", 0, 0, 5, 10);
var serednipol = poleglost.MembershipFunctions.AddTriangle("средняя", 7.5, 15, 22.5);
var visokaypol = poleglost.MembershipFunctions.AddTrapezoid("высокая", 20, 25, 27, 27);
IFuzzyEngine fuzzyEngine = new FuzzyEngineFactory().Default();
var rule1 = FLS.Rules.Rule.If(rain.Is(zatag)).Then(poleglost.Is(visokaypol));
var rule2 = FLS.Rules.Rule.If(rain.Is(prolivniy)).Then(poleglost.Is(visokaypol));
var rule3 = FLS.Rules.Rule.If(rain.Is(corotkiy)).Then(poleglost.Is(serednipol));
var rule4 = FLS.Rules.Rule.If(grad.Is(veliciy)).Then(poleglost.Is(visokaypol));
var rule5 = FLS.Rules.Rule.If(grad.Is(seredniy)).Then(poleglost.Is(serednipol));
var rule6 = FLS.Rules.Rule.If(grad.Is(dribniy)).Then(poleglost.Is(nizkaypol));
fuzzyEngine.Rules.Add(rule1, rule2, rule3, rule4, rule5, rule6);
var poldgl = fuzzyEngine.Defuzzify(new { Rain = rainLvl, Grad = gradLvl, poleglost });
return poldgl;
}
public static double StanGruntu(double rainLvl, double vologoemkGruntLvl)
{
    // Дождь - град - полеглость
    LinguisticVariable rain = new LinguisticVariable("Rain");//дождь
    rain.InputValue = rainLvl;
    var corotkiy = rain.MembershipFunctions.AddTrapezoid("Короткий", 0, 0, 5.938, 8.906);
    var prolivniy = rain.MembershipFunctions.AddTriangle("Проливной", 7.422, 11.88, 20.78);
    var zatag = rain.MembershipFunctions.AddTrapezoid("Затяжной", 15, 20, 23.75, 23.75);
    LinguisticVariable vologoemkGrunt = new LinguisticVariable("Vlagnost");// Влажность грунта
    vologoemkGrunt.InputValue = vologoemkGruntLvl;
    var mala = vologoemkGrunt.MembershipFunctions.AddTrapezoid("мелкий", 0, 0, 44, 50);
    var seredna = vologoemkGrunt.MembershipFunctions.AddTriangle("средний", 40, 50, 60);
    var velika = vologoemkGrunt.MembershipFunctions.AddTrapezoid("большой", 50, 61.8, 70, 70);
    LinguisticVariable stanGr = new LinguisticVariable("StanGruntu"); // Состояние Грунта
    var zadovolno = stanGr.MembershipFunctions.AddTrapezoid("Задовильно", 0, 0, 0.4, 0.6);
    var nezadovolno = stanGr.MembershipFunctions.AddTrapezoid("Незадовильно", 0.4, 0.6, 1, 1);
    IFuzzyEngine fuzzyEngine = new FuzzyEngineFactory().Default();
    var rule1 = FLS.Rules.Rule.If(rain.Is(zatag)).Then(stanGr.Is(nezadovolno));
    var rule2 = FLS.Rules.Rule.If(rain.Is(prolivniy)).Then(stanGr.Is(nezadovolno));
    var rule3 = FLS.Rules.Rule.If(rain.Is(corotkiy)).Then(stanGr.Is(zadovolno));
    var rule4 = FLS.Rules.Rule.If(vologoemkGrunt.Is(mala)).Then(stanGr.Is(zadovolno));
    var rule5 = FLS.Rules.Rule.If(vologoemkGrunt.Is(seredna)).Then(stanGr.Is(nezadovolno));
    var rule6 = FLS.Rules.Rule.If(vologoemkGrunt.Is(velika)).Then(stanGr.Is(nezadovolno));
    fuzzyEngine.Rules.Add(rule1, rule2, rule3, rule4, rule5, rule6);
    var stnGRn = fuzzyEngine.Defuzzify(new { Rain = rainLvl, Vlagnost = vologoemkGruntLvl });
    return stnGRn;
}
public static double VologistKulturi(double rainLvl, double rosaLvl)
{
    // Дождь - град - полеглость
    LinguisticVariable rain = new LinguisticVariable("Rain");//дождь
    rain.InputValue = rainLvl;

```

```

var corotkiy = rain.MembershipFunctions.AddTrapezoid("Короткий", 0, 0, 5.938, 8.906);
var prolivniy = rain.MembershipFunctions.AddTriangle("Проливной", 7.422, 11.88, 20.78);
var zatag = rain.MembershipFunctions.AddTrapezoid("Затяжной", 15, 20, 23.75, 23.75);
LinguisticVariable rosa = new LinguisticVariable("Rosa");// Роса
rosa.InputValue = rosaLvl;
var mala = rosa.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Короткотривала", 0, 0, 2, 4);
var seredna = rosa.MembershipFunctions.AddTriangle(" Помірна", 3, 5, 7);
var velika = rosa.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Довготривала", 5.5, 6, 7, 7);
LinguisticVariable VlagnKult = new LinguisticVariable("VlagnostKult");// Влажность культуры
var norm = VlagnKult.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Нормальна", 0, 0, 16, 18);
var pomirn = VlagnKult.MembershipFunctions.AddTriangle(" помірна", 16, 18, 20);
var visoka = VlagnKult.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" висока", 19.1, 25.1, 25.1, 25.1);
IFuzzyEngine fuzzyEngine = new FuzzyEngineFactory().Default();
var rule1 = FLS.Rules.Rule.If(rain.Is(zatag)).Then(VlagnKult.Is(visoka));
var rule2 = FLS.Rules.Rule.If(rain.Is(prolivniy)).Then(VlagnKult.Is(pomirn));
var rule3 = FLS.Rules.Rule.If(rain.Is(corotkiy)).Then(VlagnKult.Is(norm));
var rule4 = FLS.Rules.Rule.If(rosa.Is(mala)).Then(VlagnKult.Is(norm));
var rule5 = FLS.Rules.Rule.If(rosa.Is(seredna)).Then(VlagnKult.Is(pomirn));
var rule6 = FLS.Rules.Rule.If(rosa.Is(velika)).Then(VlagnKult.Is(visoka));
fuzzyEngine.Rules.Add(rule1, rule2, rule3, rule4, rule5, rule6);
var vologKult = fuzzyEngine.Defuzzify(new { Rain = rainLvl, rosa = rosaLvl, VlagnKult });
return vologKult;
}
public static double SkorostVozvrata(double rainLvl, double tipDorogiLvl)// Эксплуатационная скорость ТС
{
// Дождь - град - полеглость
LinguisticVariable rain = new LinguisticVariable("Rain");//дождь
rain.InputValue = rainLvl;
var corotkiy = rain.MembershipFunctions.AddTrapezoid("Короткий", 0, 0, 5.938, 8.906);
var prolivniy = rain.MembershipFunctions.AddTriangle("Проливной", 7.422, 11.88, 20.78);
var zatag = rain.MembershipFunctions.AddTrapezoid("Затяжной", 15, 20, 23.75, 23.75);
LinguisticVariable tipDorogi = new LinguisticVariable("TipDorogi");// Тип дороги
tipDorogi.InputValue = tipDorogiLvl;
var pole = tipDorogi.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Польові", 0, 0, 15, 17);
var step = tipDorogi.MembershipFunctions.AddTriangle(" Степові", 17, 29, 35);
var greid = tipDorogi.MembershipFunctions.AddTriangle(" Грейдерні", 33, 43, 53);
var zPokr = tipDorogi.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" З_поліпшеним_покриттям", 48, 57, 60, 60);
LinguisticVariable ExspShv = new LinguisticVariable("Shvidk");// Состояние Грунта
var nizk = ExspShv.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Низька", 0, 0, 12, 19);
var seredn = ExspShv.MembershipFunctions.AddTriangle(" Середня", 17.3, 32.3, 36.3);
var bilshSered = ExspShv.MembershipFunctions.AddTriangle(" Більше_середньої", 34.2, 45.2, 53.2);
var Visoka = ExspShv.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" висока", 50, 51, 60, 60);
IFuzzyEngine fuzzyEngine = new FuzzyEngineFactory().Default();
var rule1 = FLS.Rules.Rule.If(rain.Is(corotkiy)).Then(ExspShv.Is(bilshSered));
var rule2 = FLS.Rules.Rule.If(tipDorogi.Is(pole)).Then(ExspShv.Is(nizk));
var rule3 = FLS.Rules.Rule.If(tipDorogi.Is(step)).Then(ExspShv.Is(seredn));
}

```

```

var rule4 = FLS.Rules.Rule.If(tipDorogi.Is(greid)).Then(ExspShv.Is(bilshSered));
var rule5 = FLS.Rules.Rule.If(tipDorogi.Is(zPokr)).Then(ExspShv.Is(Visoka));
fuzzyEngine.Rules.Add(rule1, rule2, rule3, rule4, rule5);
var SkorostVozvrata = fuzzyEngine.Defuzzify(new { Rain = rainLvl,tipDorogi=tipDorogiLvl,ExspShv });
return SkorostVozvrata;
}
public static double SposobUborki(double VologistKulturi, double pleglistnay)/// Способ Уборки
{
// Дождь - град - полеглость
LinguisticVariable poleglost = new LinguisticVariable("Poleglost"); // полеглость
poleglost.InputValue = pleglistnay;
var nizkaypol = poleglost.MembershipFunctions.AddTrapezoid("низкая", 0, 0, 5, 10);
var serednipol = poleglost.MembershipFunctions.AddTriangle("средняя", 7.5, 15, 22.5);
var visokaypol = poleglost.MembershipFunctions.AddTrapezoid("высокая", 20, 25, 27, 27);
LinguisticVariable VlagnKult = new LinguisticVariable("VlagnostKult"); // Влажность культуры
VlagnKult.InputValue = VologistKulturi;
var norm = VlagnKult.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Нормальна", 0, 0, 16, 18);
var pomirn = VlagnKult.MembershipFunctions.AddTriangle(" помірна", 16, 18, 20);
var visoka = VlagnKult.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" висока", 19.1, 25.1, 25.1, 25.1);
LinguisticVariable SposobUborki = new LinguisticVariable("SposobUborki"); // Спообо Убирания
var pramoj = SposobUborki.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Прямой", 0, 0, 0, 0);
var nepramoj = SposobUborki.MembershipFunctions.AddTrapezoid("Не прямой", 1, 1, 1, 1);
IFuzzyEngine fuzzyEngine = new FuzzyEngineFactory().Default();
var rule1 = FLS.Rules.Rule.If(poleglost.Is(nizkaypol)).Then(SposobUborki.Is(pramoj));
var rule2 = FLS.Rules.Rule.If(poleglost.Is(serednipol)).Then(SposobUborki.Is(nepramoj));
var rule3 = FLS.Rules.Rule.If(poleglost.Is(visokaypol)).Then(SposobUborki.Is(nepramoj));
var rule4 = FLS.Rules.Rule.If(VlagnKult.Is(norm)).Then(SposobUborki.Is(pramoj));
var rule5 = FLS.Rules.Rule.If(VlagnKult.Is(pomirn)).Then(SposobUborki.Is(pramoj));
var rule6 = FLS.Rules.Rule.If(VlagnKult.Is(visoka)).Then(SposobUborki.Is(nepramoj));
fuzzyEngine.Rules.Add(rule1, rule2, rule3, rule4, rule5, rule6);
var SkorostVozvrata = fuzzyEngine.Defuzzify(new { VlagnostKult = VologistKulturi, Poleglost= pleglistnay, SposobUborki
});
return SkorostVozvrata;
}
public static double Urogainost( double pleglistnay)/// Урожайность
{
// Дождь - град - полеглость
LinguisticVariable poleglost = new LinguisticVariable("Poleglost"); // полеглость
poleglost.InputValue = pleglistnay;
var nizkaypol = poleglost.MembershipFunctions.AddTrapezoid("низкая", 0, 0, 5, 10);
var serednipol = poleglost.MembershipFunctions.AddTriangle("средняя", 7.5, 15, 22.5);
var visokaypol = poleglost.MembershipFunctions.AddTrapezoid("высокая", 20, 25, 27, 27);
LinguisticVariable Urogainosta = new LinguisticVariable("Urogainost"); // Урожайность
var nizska = Urogainosta.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Найнижча", 0, 0, 25, 30);
var seredn = Urogainosta.MembershipFunctions.AddTriangle(" Средняя", 25, 37.5, 45);
var naivishcha = Urogainosta.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Найвища", 37, 47, 50, 50);

```

```

IFuzzyEngine fuzzyEngine = new FuzzyEngineFactory().Default();
var rule1 = FLS.Rules.Rule.If(poleglost.Is(nizkaypol)).Then(Urogainosta.Is(naivishcha));
var rule2 = FLS.Rules.Rule.If(poleglost.Is(serednipol)).Then(Urogainosta.Is(seredn));
var rule3 = FLS.Rules.Rule.If(poleglost.Is(visokaypol)).Then(Urogainosta.Is(nizska));
fuzzyEngine.Rules.Add(rule1, rule2, rule3);
var return1 = fuzzyEngine.Defuzzify(new { Poleglost = pleglistnay, Urogainosta });
return return1;
}
public static double ChasObertu(double SkorostVozvrata, double VidPolaLvl, double VantagLvl)/// Время оборота ТЗ
{
// Дождь - град - полеглость
LinguisticVariable Shvidk = new LinguisticVariable("Shvidk"); // Скорость возврата ?????????????
Shvidk.InputValue = SkorostVozvrata;
var nizk = Shvidk.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Низька", 0, 0, 12, 19);
var seredn = Shvidk.MembershipFunctions.AddTriangle(" Середня", 17.3, 32.3, 36.3);
var bilshSered = Shvidk.MembershipFunctions.AddTriangle(" Більше_середньої", 34.2, 45.2, 53.2);
var Visoka = Shvidk.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" висока", 50, 51, 60, 60);
LinguisticVariable VidPola = new LinguisticVariable("VidPolaLvl"); //От поля к току
VidPola.InputValue = VidPolaLvl;
var mala = VidPola.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Мала", 0, 0, 2, 9);
var seredna = VidPola.MembershipFunctions.AddTriangle(" Середня", 9, 15, 20);
var bilshseredn = VidPola.MembershipFunctions.AddTriangle(" БільшеСередньої", 19, 29, 36);
var velika = VidPola.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Велика", 34, 40, 40, 40);
LinguisticVariable Vantag = new LinguisticVariable("VantagLvl"); // Грузоподъемность
Vantag.InputValue = VantagLvl;
var mala1 = Vantag.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Мала", 0, 0, 3, 4);
var seredna1 = Vantag.MembershipFunctions.AddTriangle(" Середня", 2, 6, 10);
var bilshseredn1 = Vantag.MembershipFunctions.AddTriangle(" БільшеСередньої", 9, 11, 14);
var velika1 = Vantag.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Велика", 13, 19, 20, 20);
LinguisticVariable ChasOb = new LinguisticVariable("ChasOb"); // Время Оборота
var shvid = ChasOb.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Швидко", 0, 0, 3, 4);
var zadovil = ChasOb.MembershipFunctions.AddTriangle(" Задовільно", 2, 6, 10);
var povilno = ChasOb.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Повільно", 13, 19, 20, 20);
IFuzzyEngine fuzzyEngine = new FuzzyEngineFactory().Default();
var rule1 = FLS.Rules.Rule.If(Shvidk.Is(nizk)).Then(ChasOb.Is(povilno));
var rule2 = FLS.Rules.Rule.If(Shvidk.Is(seredn)).Then(ChasOb.Is(zadovil));
var rule3 = FLS.Rules.Rule.If(Shvidk.Is(bilshSered)).Then(ChasOb.Is(shvid));
var rule4 = FLS.Rules.Rule.If(Shvidk.Is(Visoka)).Then(ChasOb.Is(shvid));
var rule5 = FLS.Rules.Rule.If(VidPola.Is(mala)).Then(ChasOb.Is(shvid));
var rule6 = FLS.Rules.Rule.If(VidPola.Is(seredna)).Then(ChasOb.Is(zadovil));
var rule7 = FLS.Rules.Rule.If(VidPola.Is(bilshseredn)).Then(ChasOb.Is(povilno));
var rule8 = FLS.Rules.Rule.If(VidPola.Is(velika)).Then(ChasOb.Is(povilno));
var rule9 = FLS.Rules.Rule.If(Vantag.Is(mala1)).Then(ChasOb.Is(povilno));
var rule10 = FLS.Rules.Rule.If(Vantag.Is(seredna1)).Then(ChasOb.Is(zadovil));
var rule11 = FLS.Rules.Rule.If(Vantag.Is(bilshseredn1)).Then(ChasOb.Is(shvid));
var rule12 = FLS.Rules.Rule.If(Vantag.Is(velika1)).Then(ChasOb.Is(shvid));
}

```



```

    fuzzyEngine.Rules.Add(rule1, rule2, rule3, rule4, rule5, rule6, rule7, rule8, rule9, rule10, rule11, rule12);
    var ChsOber = fuzzyEngine.Defuzzify(new { Shvidk= SkorostVozvrata , VidPolaLvl = VidPolaLvl , VantagLvl =
VantagLvl, ChasOb });
    return ChsOber;
}
public static double ShvidRuhKomb(double SposobUborki, double StanGruntu)/// Скорость движения комбайна
{
    // Дождь - град - полеглость
    LinguisticVariable SposobUborki1 = new LinguisticVariable("SposobUborki"); // Спообо Убирания
    SposobUborki1.InputValue = SposobUborki;
    var pramoj = SposobUborki1.MembershipFunctions.AddTrapezoid("Прямой", 0, 0, 0, 0);
    var nepramoj = SposobUborki1.MembershipFunctions.AddTrapezoid("Не прямой", 1, 1, 1, 1);
    LinguisticVariable stanGr = new LinguisticVariable("StanGruntu"); // Состояние Грунта
    stanGr.InputValue = StanGruntu;
    var zadovolno = stanGr.MembershipFunctions.AddTrapezoid("Задовильно", 0, 0, 0.4, 0.6);
    var nezadovolno = stanGr.MembershipFunctions.AddTrapezoid("Незадовильно", 0.4, 0.6, 1, 1);
    LinguisticVariable ShvidkRuhKomb = new LinguisticVariable("ShvidkRuhKomb"); // Скорость Движения комбайна
    var nizska = ShvidkRuhKomb.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Низкая", 0, 0, 2, 4);
    var norma = ShvidkRuhKomb.MembershipFunctions.AddTriangle(" Нормальная", 3, 6, 9);
    var visok = ShvidkRuhKomb.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Высокая", 8, 9, 10, 10);
    IFuzzyEngine fuzzyEngine = new FuzzyEngineFactory().Default();
    var rule1 = FLS.Rules.Rule.If(SposobUborki1.Is(pramoj)).Then(ShvidkRuhKomb.Is(norma));
    var rule2 = FLS.Rules.Rule.If(SposobUborki1.Is(nepramoj)).Then(ShvidkRuhKomb.Is(visok));
    var rule3 = FLS.Rules.Rule.If(stanGr.Is(zadovolno)).Then(ShvidkRuhKomb.Is(norma));
    var rule4 = FLS.Rules.Rule.If(stanGr.Is(zadovolno)).Then(ShvidkRuhKomb.Is(visok));
    var rule5 = FLS.Rules.Rule.If(stanGr.Is(nezadovolno)).Then(ShvidkRuhKomb.Is(nizska));

    fuzzyEngine.Rules.Add(rule1, rule2, rule3,rule4,rule5);
    var return21 = fuzzyEngine.Defuzzify(new { StanGruntu = StanGruntu, ShvidkRuhKomb , SposobUborki = SposobUborki});
    return return21;
}
public static double ProduktKomb(double ShvidRuhKomb, double VologistKulturi, double ShrinaJatki)/// Скорость движения
комбайна
{
    // Дождь - град - полеглость
    LinguisticVariable ShvidkRuhKomb1 = new LinguisticVariable("ShvidkRuhKomb"); // Скорость Движения комбайна
    ShvidkRuhKomb1.InputValue = ShvidRuhKomb;
    var nizska = ShvidkRuhKomb1.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Низкая", 0, 0, 2, 4);
    var norma = ShvidkRuhKomb1.MembershipFunctions.AddTriangle(" Нормальная", 3, 6, 9);
    var visok = ShvidkRuhKomb1.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Высокая", 8, 9, 10, 10);
    LinguisticVariable VlagnKult = new LinguisticVariable("VlagnostKult"); // Влажность культуры
    VlagnKult.InputValue = VologistKulturi;
    var norm1 = VlagnKult.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Нормальна", 0, 0, 16, 18);
    var pomirn1 = VlagnKult.MembershipFunctions.AddTriangle(" помірна", 16, 18, 20);
    var visoka1 = VlagnKult.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" висока", 19.1, 25.1, 25.1, 25.1);
    LinguisticVariable ShrinaJatki1 = new LinguisticVariable("ShirinaGatki"); // Ширина жатки

```

```

ShrinaJatki1.InputValue = ShrinaJatki;
var mala = ShrinaJatki1.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Мала", 0, 0, 3, 6);
var shehdna = ShrinaJatki1.MembershipFunctions.AddTriangle(" Средняя", 5, 8.5, 11);
var velika = ShrinaJatki1.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Велика", 9, 10, 11, 11);
LinguisticVariable ProduktivnostKomb = new LinguisticVariable("ShvidkRuhKomb"); // Продуктивность комбайна
var nizska1 = ProduktivnostKomb.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Низька", 0, 0, 2, 4);
var seredna = ProduktivnostKomb.MembershipFunctions.AddTriangle(" Средняя", 3, 6, 9);
var vis = ProduktivnostKomb.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Высокая", 8, 9, 10, 10);
IFuzzyEngine fuzzyEngine = new FuzzyEngineFactory().Default();
var rule1 = FLS.Rules.Rule.If(ShvidkRuhKomb1.Is(nizska)).Then(ProduktivnostKomb.Is(nizska1));
var rule2 = FLS.Rules.Rule.If(ShvidkRuhKomb1.Is(norma)).Then(ProduktivnostKomb.Is(seredna));
var rule3 = FLS.Rules.Rule.If(ShvidkRuhKomb1.Is(visok)).Then(ProduktivnostKomb.Is(vis));
var rule4 = FLS.Rules.Rule.If(VlagnKult.Is(norm1)).Then(ProduktivnostKomb.Is(vis));
var rule5 = FLS.Rules.Rule.If(VlagnKult.Is(pomirn1)).Then(ProduktivnostKomb.Is(seredna));
var rule6 = FLS.Rules.Rule.If(VlagnKult.Is(visoka1)).Then(ProduktivnostKomb.Is(nizska1));
var rule7 = FLS.Rules.Rule.If(ShrinaJatki1.Is(mala)).Then(ProduktivnostKomb.Is(nizska1));
var rule8 = FLS.Rules.Rule.If(ShrinaJatki1.Is(shehdna)).Then(ProduktivnostKomb.Is(seredna));
var rule9 = FLS.Rules.Rule.If(ShrinaJatki1.Is(velika)).Then(ProduktivnostKomb.Is(vis));
fuzzyEngine.Rules.Add(rule1, rule2, rule3, rule4, rule5, rule6, rule7, rule8, rule9);
var return221 = fuzzyEngine.Defuzzify(new { ShvidkRuhKomb = ShvidkRuhKomb , VlagnostKult= VologistKulturi ,
ShirinaGatki = ShrinaJatki, ProduktivnostKomb });
return return221;
}
public static double KilKombainiv(double ProduktKomb, double ChasObertu, double Urogainost)// Скорость движения
комбайна
{
// Дождь - град - полеглость
LinguisticVariable Urogainosta = new LinguisticVariable("Urogainost"); // Урожайность
Urogainosta.InputValue = Urogainost;
var nizska = Urogainosta.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Найнижча", 0, 0, 25, 30);
var seredn = Urogainosta.MembershipFunctions.AddTriangle(" Средняя", 25, 37.5, 45);
var naivishcha = Urogainosta.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Найвища", 37, 47, 50, 50);
LinguisticVariable ChasOb = new LinguisticVariable("ChasOb"); // Время Оборота
ChasOb.InputValue = ChasObertu;
var shvid = ChasOb.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Швидко", 0, 0, 3, 4);
var zadovil = ChasOb.MembershipFunctions.AddTriangle(" Задовільно", 2, 6, 10);
var povilno = ChasOb.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Повільно", 13, 19, 20, 20);
LinguisticVariable ProduktivnostKomb = new LinguisticVariable("ShvidkRuhKomb"); // Продуктивность комбайна
ProduktivnostKomb.InputValue = ProduktKomb;
var nizska1 = ProduktivnostKomb.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Низька", 0, 0, 2, 4);
var seredna = ProduktivnostKomb.MembershipFunctions.AddTriangle(" Средняя", 3, 6, 9);
var vis = ProduktivnostKomb.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Высокая", 8, 9, 10, 10);
LinguisticVariable KilKomb = new LinguisticVariable("ShvidkRuhKomb"); // Кол-во комбайнов
var mala = KilKomb.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Низька", 0, 0, 1, 2);//
var seredna1 = KilKomb.MembershipFunctions.AddTriangle(" Средняя", 1, 3, 5);
var velika = KilKomb.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Высокая", 3, 4, 5, 5);//

```

```

IFuzzyEngine fuzzyEngine = new FuzzyEngineFactory().Default();
var rule1 = FLS.Rules.Rule.If(Urogainosta.Is(nizska)).Then(KilKomb.Is(mala));
var rule2 = FLS.Rules.Rule.If(Urogainosta.Is(seredn)).Then(KilKomb.Is(seredna1));
var rule3 = FLS.Rules.Rule.If(Urogainosta.Is(naivishcha)).Then(KilKomb.Is(velika));
var rule4 = FLS.Rules.Rule.If(ChasOb.Is(shvid)).Then(KilKomb.Is(velika));
var rule5 = FLS.Rules.Rule.If(ChasOb.Is(zadovil)).Then(KilKomb.Is(seredna1));
var rule6 = FLS.Rules.Rule.If(ChasOb.Is(povilno)).Then(KilKomb.Is(mala));
var rule7 = FLS.Rules.Rule.If(ProduktivnostKomb.Is(nizska1)).Then(KilKomb.Is(velika));
var rule8 = FLS.Rules.Rule.If(ProduktivnostKomb.Is(seredna)).Then(KilKomb.Is(seredna1));
var rule9 = FLS.Rules.Rule.If(ProduktivnostKomb.Is(vis)).Then(KilKomb.Is(mala));
fuzzyEngine.Rules.Add(rule1, rule2, rule3, rule4, rule5, rule6, rule7, rule8, rule9);
var return28 = fuzzyEngine.Defuzzify(new { Urogainost, ChasOb = ChasObertu, ShvidkRuhKomb = ProduktKomb,
KilKomb });
return return28;
}
public static double TZ(double KilKombainiv)// Колли. трансп
{
LinguisticVariable KilKomb = new LinguisticVariable("ShvidkRuhKomb");// Кол-во комбайнов
KilKomb.InputValue = KilKombainiv;
var mala = KilKomb.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Низька", 0, 0, 1, 2);//
var seredna1 = KilKomb.MembershipFunctions.AddTriangle(" Середня", 1, 3, 5);
var velika = KilKomb.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Высокая", 3, 4, 5, 5);
LinguisticVariable TrensZas = new LinguisticVariable("TZ");// Кол-во ТЗ
var nizska = TrensZas.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Найнижча", 0, 0, 3, 5);
var seredn = TrensZas.MembershipFunctions.AddTriangle(" Середня", 4, 7, 8);
var naivishcha = TrensZas.MembershipFunctions.AddTrapezoid(" Найвища", 7, 9, 10, 10);
IFuzzyEngine fuzzyEngine = new FuzzyEngineFactory().Default();
var rule1 = FLS.Rules.Rule.If(KilKomb.Is(mala)).Then(TrensZas.Is(nizska));
var rule2 = FLS.Rules.Rule.If(KilKomb.Is(seredna1)).Then(TrensZas.Is(seredn));
var rule3 = FLS.Rules.Rule.If(KilKomb.Is(velika)).Then(TrensZas.Is(naivishcha));
fuzzyEngine.Rules.Add(rule1, rule2, rule3);
var TZz = fuzzyEngine.Defuzzify(new { ShvidkRuhKomb = KilKombainiv, TrensZas });
return TZz;
}
}
}

```

Додаток В. Презентація

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТА РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ



БАРБАРУК ВІКТОР МИКОЛАЙОВИЧ, К.Т.Н.,
ДОЦЕНТ

ЗУБАРЕВ ДМИТРО ВАЛЕРІЙОВИЧ, СТУДЕНТ
МАГІСТРАТУРИ КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНИХ
НАУК ТА ІНЖЕНЕРІЇ

Рисунок В. 1 – Слайд 1

У сільському господарстві складові виробничих циклів мають імовірнісний (стохастичний) характер. Це особливо стосується процесу збирання врожаю. Збиральна кампанія є найдорожчим періодом виробництва сільськогосподарської продукції, якому притаманна складність в управлінні та залежність від великої кількості керованих та некерованих факторів. Тривалість цього періоду залежить від погодних умов, біології розвитку рослин, сорту культури, складу ґрунту, агротехнічних прийомів тощо. У зв'язку з цим є потреба в науково-виробничих пошуках таких форм організації збирального процесу, які дали б змогу зібрати врожай у стислі агротехнічні строки та істотно зменшити за рахунок цього втрати.

Ефективність функціонування у сільському господарстві багато в чому залежить від уміння керівників різного рівня ретельно готувати й обґрунтовувати прийняті рішення. Умови ринкової економіки висувають серйозні вимоги до якості, своєчасності, повноти, вірогідності економічної інформації та глибини аналізу економічних показників. В сільському господарстві, як і в економіці, дуже часто зустрічаються моделі, які ґрунтуються на неточній вхідній інформації, тому виникають задачі, розв'язки яких нестійкі щодо малих змін вхідних даних.

Період збору врожаю зернових культур виникає суттєва потреба в залученні великої кількості транспортних засобів для забезпечення своєчасного вивозу зазначеної групи сільськогосподарських вантажів з полів до тимчасових місць зберігання. Окрім цього, сам процес збору врожаю характеризується наявністю деяких труднощів, що постають перед аграріями та безпосередньо впливають на технологію перевезення: відсутність необхідної кількості сільськогосподарської техніки, не завжди сприятливі погодні умови, недостатні провізні можливості власного парку транспортних засобів, суттєве обмеження в часі при зборі врожаю та інше.

Рисунок В. 2 – Слайд 2

МЕТОД АНАЛІЗУ ІЕРАРХІЙ СААТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Метод аналізу ієрархій Сааті застосовується для визначення сили впливу висхідних незалежних параметрів. Відносно нашої задачі його можна інтерпретувати наступним чином. Задано параметри системи збиральної компанії. Необхідно порівняти параметри попарно за силою їх впливу на хід збиральної компанії, розмістити в матриці числа, що відображають результат порівняння, та знайти власний вектор з найбільшим власним значенням. Власний вектор забезпечує упорядкування пріоритетів, а власне значення є мірою узгодженості суджень.

Перевірити адекватність зроблених розрахунків можна за допомогою такої величини, як відношення погодженості (ВП), яку знаходимо за формулою:

$$ВП = \frac{ІП}{ВІ}$$

де ВІ – випадковий індекс;
ІП – індекс погодженості (ІП).

У випадку, якщо значення відношення погодженості $ВП > 0,10$ будемо вважати прийнятним і таким який підтверджує адекватність розрахунків.

Розрахуємо відношення погодженості (ВП) для нашої задачі.

$$ВП = \frac{0,058}{1,45} = 0,040$$

Отримане відношення погодженості (ВП) дорівнює 0,040, що є близьким до індексу погодженості (ІП), який дорівнює 0,058. Таким чином, можна зробити висновок, що зроблені розрахунки є прийнятними і такими, що підтверджують їх адекватність.

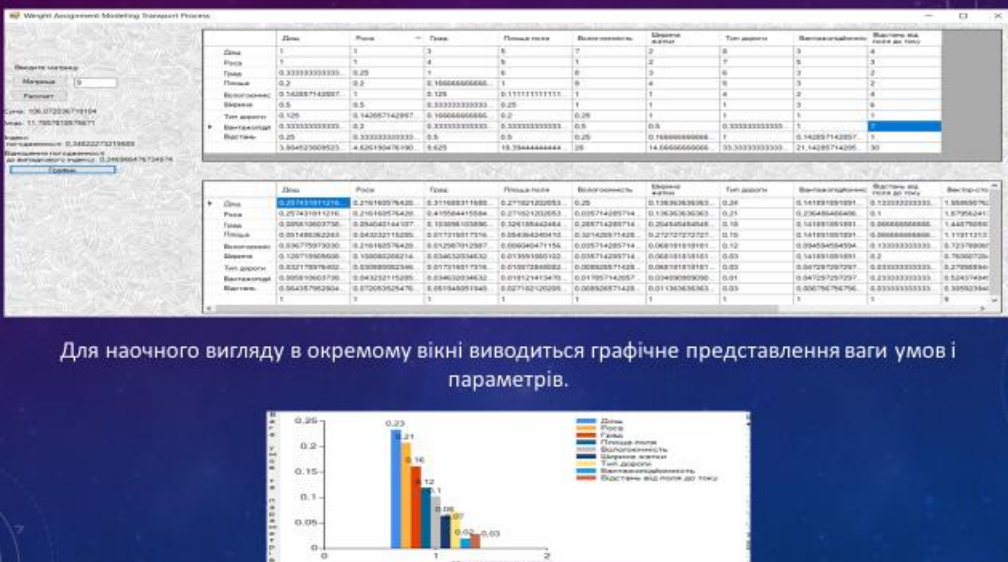
№ з/п	Параметр	Пріоритет за Сааті	Пріоритет після процесу нормалізації
1	Дош	0,31	1
2	Роса	0,22	0,71
3	Град	0,15	0,48
4	Площа поля	0,11	0,36
5	Вологосмість	0,08	0,26
6	Ширина жатки	0,05	0,16
7	Тип дороги	0,04	0,13
8	Вантажоніємність	0,03	0,09
9	Відстань від поля до току	0,02	0,06

Розмір матриці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПСС	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Рисунок В. 3 – Слайд 3

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТА РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Програмна реалізація аналізу ієрархій Сааті:



Для наочного вигляду в окремому вікні виводиться графічне представлення ваги умов і параметрів.

Рисунок В. 4 – Слайд 4

Процедура нечіткого логічного висновку в моделі типу

Мамдані інтуїтивно зрозуміла і замовникам нечітких моделей. Тому для завдань, де більш важлива точність ідентифікації, доцільним буде використання нечітких моделей типу Сугено, а для задач, де більш важливим є пояснення, обґрунтування прийнятого рішення, будуть мати переваги нечіткі моделі типу Мамдані.

Тип моделі	Мамдані	Сугено
Прозорість моделі	+	-
Зрозумілість замовникам	+	-
Точність ідентифікації	Вища точність при малих навчальних вибірках	Вища точність при великих вибірках
Пояснення, обґрунтування прийнятого рішення	+	-

Тому для процесів моделювання збирально-транспортних процесів врожаю пшениці з врахуванням погодно-кліматичних умов доречно використовувати апарат нечіткої логіки.

Риси, які характерні збирально-транспортним процесам під час збирання врожаю пшениці	Переваги
Висока динаміка та мінливість зовнішніх умов та стану збирально-транспортного процесу	Можливість адаптації до умов, що змінюються
Неповнота та нечіткість даних через їх велику кількість та погану визначеність параметрів збирально-транспортного процесу	Можливість роботи в умовах неповноти інформації та невизначеності
Процес збирання врожаю пшениці суттєво залежить від погодно-кліматичних умов, які є неперед бачуваними та можуть змінювати його перебіг	Прийняття до уваги рішень експертів (експертних оцінок)






Рисунок В. 5 – Слайд 5

ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ТИПУ МАМДАНІ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ, ОРГАНІЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Нечітка база знань моделі типу Мамдані представлено у наступному вигляді:

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} \bigcap_{i=1}^n (x_i = a_{i,jp}) \rightarrow y = d_j, j = \overline{1, m}$$

$a_{i,jp}$ – лінгвістичний терм, яким оцінюється змінна x_i у рядку з номером j/p , $p = \overline{1, k_j}$;
 k_j – кількість рядків-кон'юнкцій, у яких вихід y оцінюється лінгвістичним термом d_j ;
 m – кількість термів, які використовуються для лінгвістичної оцінки вихідної змінної y .

В моделі типу Мамдані взаємозв'язок між входами $X = x_1, x_2, \dots, x_n$ та виходом y визначається нечіткою базою знань наступного формату:

ЯКЩО $(x_1 = a_{1,j1})$ ТА $(x_2 = a_{2,j1})$ ТА ... $(x_n = a_{n,j1})$
 АБО $(x_1 = a_{1,j2})$ ТА $(x_2 = a_{2,j2})$ ТА ... $(x_n = a_{n,j2})$
 ...
 АБО $(x_1 = a_{1,jk_j})$ ТА $(x_2 = a_{2,jk_j})$ ТА ... $(x_n = a_{n,jk_j})$
 ТОДІ $y = d_j, t = \overline{1, m}$.





Рисунок В. 6 – Слайд 6

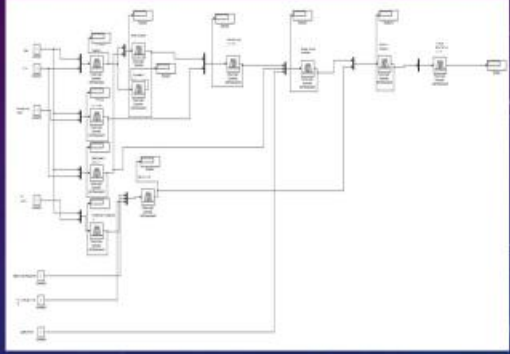
Simulink

Програма Simulink є додатком до пакету MATLAB. При моделюванні з використанням Simulink реалізується принцип візуального програмування, відповідно до якого, користувач на екрані з бібліотеки стандартних блоків створює модель пристрою і здійснює розрахунки.

Перевага Simulink полягає також в тому, що він дозволяє поповнювати бібліотеки блоків за допомогою підпрограм написаних як на мові MATLAB, так і на мовах C ++, Fortran і Ada.



Фазифікація параметру «Дощ»



Загальна модель даних системи


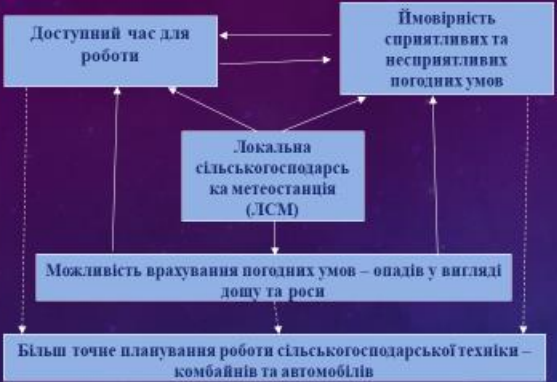


Рисунок В. 7 – Слайд 7

ЗБІР ТА ЗАСТОСУВАННЯ ПОГОДНО-КЛІМАТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ, ОРГАНІЗАЦІЇ, ТА УПРАВЛІННЯ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНИМИ ПРОЦЕСАМИ



Для інформаційного наповнення системи збирання врожаю, зокрема для управління збирально-транспортними процесами передбачається використовувати локальні сільськогосподарські метеостанції.

Локальна сільськогосподарська метеостанція – пристрій для моніторингу погоди, відстеження метеорологічних та кліматичних умов навколишнього середовища, їх зміни, що має широкий діапазон опцій та складається із датчиків для їх вимірювання.

За статистикою, інформація про погоду, отримана з інтернет-джерел, відповідає дійсності лише на 30%.

Локальний агрономічний прогноз погоди, побудований на основі показників метеостанцій, має більш складний і точний механізм збору та аналізу даних, а значить, і підвищує ймовірність прогнозування погоди до 85%.

Експерт аграрного ринку, керуючий партнер страхового брокера EUROP Insurance Brokers Седрик Германн зазначає, що на всій території України є лише 164 офіційних метеорологічних станцій, з яких 140 знаходяться в місцях, придатних для моніторингу сільськогосподарських угідь. У деяких випадках відстань від поля до найближчої метеостанції становить 50-100 км. Для отримання точних результатів необхідно встановити, як мінімум, одну таку станцію на 1 тис. га.




Рисунок В. 8 – Слайд 8

Отже, наша метеостанція повинна:

- ✓ вимірювати температуру і вологість на вулиці;
- ✓ вимірювати рівень опадів;
- ✓ вимірювати рівень полеглисти;
- ✓ відображати зазначені значення на дисплеї;
- ✓ передавати дані на сервер в інтернет, де дані будуть зберігатися в базі даних і відображатися на веб-сторінці, або використовуватися в додатку.



Схема локальної сільськогосподарської метеостанції.

Набір датчиків

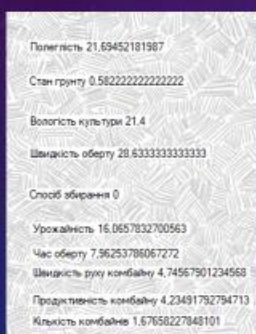
- ✓ датчиками температури і вологості типу DHT22;
- ✓ датчиком барометричного тиску типу BMP180;
- ✓ WiFi модулем ESP8266;
- ✓ радіомодулем типу nRF24 2,4 Гц;
- ✓ сімейством Arduino Pro Mini, Arduino Mega;
- ✓ сонячною батареєю і акумуляторами;
- ✓ мовою програмування C / C ++;
- ✓ дощомір;
- ✓ датчик вітру;
- ✓ камера;
- ✓ системою управління базами даних MySQL.

Рисунок В. 9 – Слайд 9

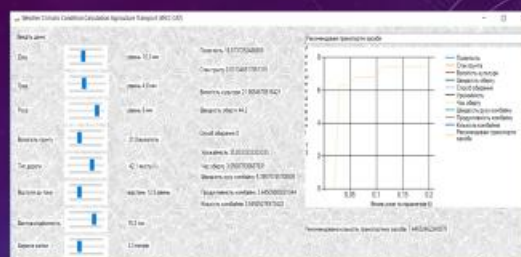
Система автоматизованої обробки експериментальної інформації – комп'ютерна програма «Weather Climatic Condition Calculation Agriculture Transport», отриманої на основі вихідних даних користувача (умов та параметрів) за допомогою спеціальних компонентів, які базуються на основі теорії нечітких множин (Fuzzy Logic).



Вікно введення вихідних умов та параметрів



Вікно отримання даних по параметрах, які впливають на кінцевий результат



Основне вікно програми «Weather Climatic Condition Calculation Agriculture Transport»

Програма виводить на екран кінцевий результат – залежність кількості транспортних засобів (автомобілів) від погодно-кліматичних умов, технічних та технологічних параметрів системи, які допоможуть вдосконалити організацію транспортного процесу при збиранні врожаю ранньої пшениці з метою підвищення ефективності.

Рисунок В.10– Слайд 10

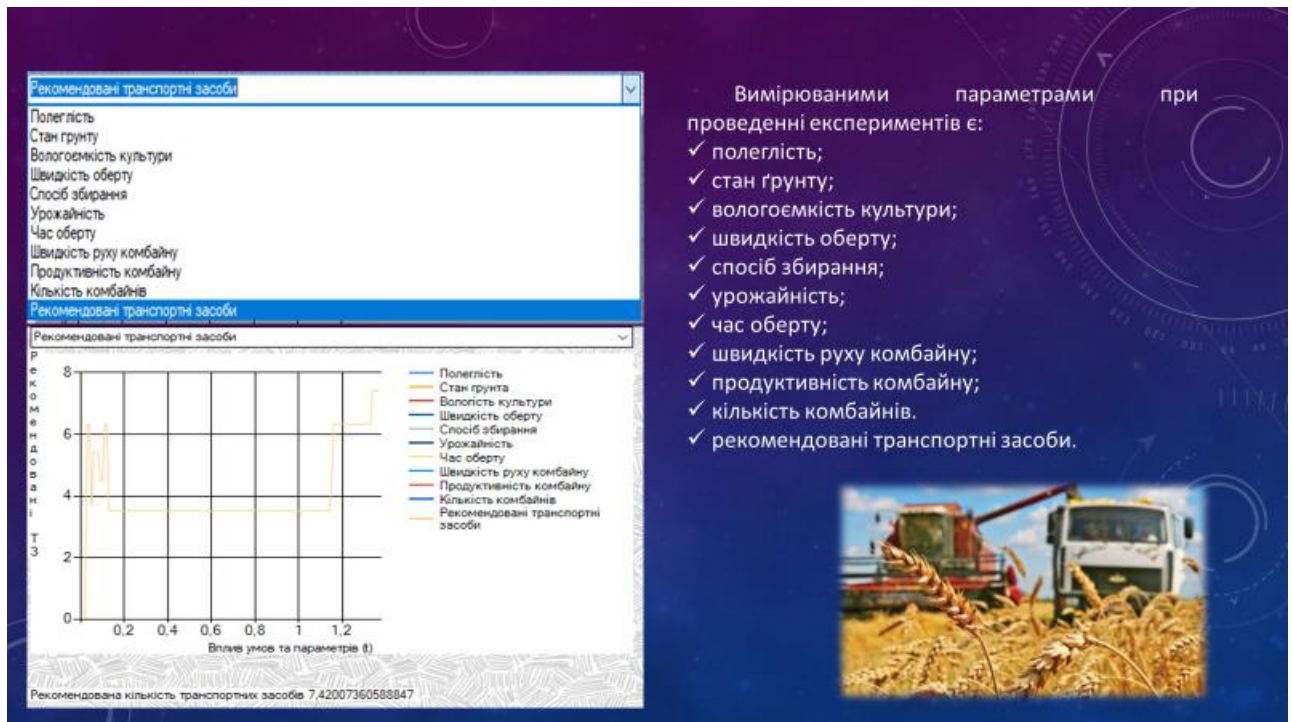


Рисунок В.11 – Слайд 11

Висновки:

Перша частина включає в себе дослідження і розрахунок за методом ієрархій Сааті. Даний підхід дозволяє визначити силу впливу незалежних параметрів. У процесі вивчення моделі була розроблена таблиця з максимальними наборами даних. Для додатка який буде розраховувати кількість транспортних засобів, був написаний алгоритм, на базі методу ієрархій Сааті, який передає вектор впливу в основний метод розрахунку транспортних засобів.

Другою частиною розроблюваного методу було створення його моделі в пакеті прикладних програм для вирішення задач технічних обчислень MatLab. Для моделювання процесу в системі були створені зв'язки і введений повний набір даних в апарат нечіткої логіки. У додатку MatLab є вбудована бібліотека Fuzzy Logic в яку були внесені дані фазифікації і створена система проходила тестування на наявність помилок в розрахунках і невірну фазифікацію. Розроблена модель взята за основу в розробці програми.

В основу третьої частини була взята розробка метеостанції на базі Arduino Mini. Розробка даної метеостанції обумовлена тим, що програмний продукт зможе брати данні по ряду параметрів необхідних для системи в автоматичному режимі і на основі цих даних буде збільшуватися точність розрахунків по виділенню транспортних засобів. Встановлювати такі метеостанції рекомендується в поле за кілька днів до початку збиральної компанії.

Четверта частина бере за основу розрахунок нечітких величин для мови програмування C#. Для того щоб ввести в систему дані були прораховані і внесені в таблицю повні набори термів і параметрів. Для реалізації комп'ютерної системи прогнозування кількості транспортних засобів, написаний алгоритм який виконує фазифікацію і дефазифікацію значень і коригування сили впливу незалежних параметрів на основі методу ієрархій Сааті. На базі алгоритму комп'ютерна система рекомендує користувачу виводить на екран дані і рекомендує виділити певну кількість ресурсів для збирання врожаю. Для визначення змін у параметрах малюється графік, який візуально демонструє збільшення або зменшення різних параметрів, які впливають на систему.

Рисунок В.12 – Слайд 12