

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та
робототехніки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістр

Освітній рівень

Метод автоматизованого керування складними біологічними об'єктами

Назва теми

КвРАКІТР.2023195.02.01 ПЗ

Галузь знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»

Шифр, назва

Спеціальність 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка»

Шифр, назва

Освітня програма «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка»

Назва

Виконав:

студент II курсу, група АКІТРм-23-2

Підпис

Дмитро БОДНАР

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник

Підпис, дата

Юрій ФОРКУН

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер

Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
зав. кафедри АКІТтаР

Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«20» грудня 2024 р.

Хмельницький 2024

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Галузь знань 17 – Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

Спеціальність 174 – Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

Освітня програма Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АКІТтаР

Валерій МАРТИНЮК

01 вересня 2024р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Боднару Дмитру Володимировичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема роботи Метод автоматизованого керування складними біологічними об'єктами

керівник роботи Форкун Юрій Вікторович, к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, учене звання

затверджено наказом ректора університету від 26.08.2024 р. №60

2 Строк подання студентом роботи на кафедру 02.12.2024р.

3 Вихідні дані до роботи Аналіз сучасного стану автоматизованих систем керування біологічними об'єктами. Розробка алгоритмічного та програмного забезпечення автоматизованої системи керування біологічними об'єктами із підвищеною функціональною спроможністю





4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. Огляд існуючих методів АСУ ТП біологічних об'єктів. Методи роботи автоматизованої системи. Алгоритмічне проектування системи автоматизованої керування біологічними об'єктами. Розробка програмного забезпечення автоматизованої системи керування біологічними об'єктами. Висновки.

5 Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

презентаційні матеріали (слайди)

6 Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Федула М.В., доцент кафедри АКІТтаР		
Нормоконтроль	Корецька Л.О., доцент кафедри АКІТтаР		

7 Дата видачі завдання 01 вересня 2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу кваліфікаційної роботи	Строк виконання	Примітка
Огляд літературних джерел та патентних даних	10.09.2024р.	Виконано
Огляд існуючих методів АСУ ТП біологічних об'єктів. Методи роботи автоматизованої системи	25.09.2024р.	Виконано
Алгоритмічне проектування системи автоматизованої керування біологічними об'єктами	15.10.2024р.	Виконано
Розробка програмного забезпечення автоматизованої системи керування біологічними об'єктами	30.10.2024р.	Виконано
Висновки	10.11.2024р.	Виконано
Оформлення пояснювальної записки до ДР	15.11.2024р.	Виконано
Оформлення презентаційних матеріалів	20.11.2024р.	Виконано
Огляд літературних джерел та патентних даних	1.12.2024р.	Виконано

Студент



Підпис

Дмитро БОДНАР

Ім'я, прізвище

Керівник роботи



Підпис

Юрій ФОРКУН

Ім'я, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Метод автоматизованого керування складними біологічними об'єктами».

Автор роботи: Боднар Дмитро Володимирович.

Керівник роботи: Форкун Юрій Вікторович, к.т.н., доцент

Пояснювальна записка: 96 с., 16 рис., 5 табл., 1 дод., 40 джерел.

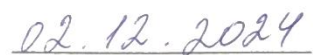
Графічна частина: 11 презентаційних слайдів.

МЕТОД ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ, БІОТЕХНІЧНИЙ ОБ'ЄКТ, АВТОМАТИЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ, МЕТОД АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ.

Мета роботи: проаналізувати математичні моделі, біотехнологічні об'єкти, методи автоматизації та сучасні системи управління технологічними процесами; розробити параметричну математичну модель керування системами автоматизації; розробити методику прийняття рішень щодо поставленої задачі та створено методику автоматизованого керування лініями обладнання складних біотехнологічних об'єктів; для проведення експериментів розробити програмний засіб для реалізації розробленої моделі та методу.



Підпис студента



Дата

ЗМІСТ

ЗМІСТ	2
ВСТУП.....	4
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДХОДІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ СКЛАДНИХ БІОТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ.....	7
1.1 Аналіз біотехнічних об'єктів	12
1.2 Дослідження моделей опису біотехнічних об'єктів	15
1.3 Дослідження методів автоматизації біотехнічних об'єктів	24
1.4 Дослідження сучасних АСУ ТП.....	25
1.5 Висновки до першого розділу	34
2 РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ЛІНІЄЮ ОБЛАДНАННЯ БІОТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ	36
2.1 Структури біотехнічних систем	37
2.2 Параметрична модель характеристик АСУ лінії складних БО.....	39
2.3 Розробка математичної моделі автоматизованого управління лінією обладнання для складних біотехнічних об'єктів.....	44
2.4 Розробка методу прийняття рішень.....	53
2.5 Висновки до другого розділу.....	57
3 РОЗРОБКА МЕТОДУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЛІНІЇ ДЛЯ СКЛАДНИХ БІОТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ	59
3.1 Методика складання записів складових автоматизовані системи лінії складних біотехнічних об'єктів.....	59
3.2 Визначення взаємозв'язків АСУ устаткування складних БО	63
3.3 Висновки до третього розділу	69
4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	70
4.1 Аналіз мов для програмування та середовищ розробки	70
4.1.1 Опис мови програмування Python	70
4.1.2 Опис мови програмування C #.....	71

4.1.3	Опис мови програмування Ruby.....	72
4.1.4	Опис мови програмування Java	72
4.1.5	Обрання середовища та мови програмування	73
4.2	Розробка САУ устаткування складних біотехнічних об'єктів.....	75
4.3	Альтернативне автоматизоване управління устаткуванням складних біотехнічних об'єктів	79
4.4	Порівняльний аналіз запропонованої АСУ устаткування БТС	82
4.5	Висновки до четвертого розділу.....	87
	ВИСНОВКИ	88
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	90

ВСТУП

Актуальність теми. З часом людство стикається з новими проблемами, такими як: як вирішити проблему зростання населення світу, як задовольнити попит на якісну їжу та як підвищити ефективність корпоративних зусиль.

Проблема неякісного харчування багатоаспектна, включає соціальні, економічні, медичні, біотехнічні, наукові, технологічні, ресурсні, організаційний виробничо-контрольний (стандартизація, сертифікація) аспекти. Тому необхідні систематичні дослідження та складні рішення.

Майже всі фактори навколишнього середовища впливають на ріст і розвиток організмів, деякі з них більш значущі, ніж інші, зокрема фізичний і хімічний склад ґрунту, вологість і аерація, швидкість вітру, динаміка температури та ін. У результаті виробники біопрепаратів повинні враховувати стан усіх цих факторів, щоб оптимізувати умови зберігання для конкретних видів і сортів у конкретних умовах середовища. Вплив факторів навколишнього середовища на обсяг і якість урожаю проявляється насамперед у технології його отримання.

Використовувати технологічні методи для забезпечення стандартизованих умов зберігання біологічних зразків. Додатково розглядаються економічні аспекти виробництва - організація, управління, економіка. Як наслідок, щоб зрозуміти науку про ріст і розвиток організму, необхідні обсяг і якість продукції, а також знання, отримані з багатьох фундаментальних та прикладних наук.

Одним з унікальних аспектів розвитку сучасних технологій є дедалі більша поширеність компонентів і пристроїв автоматизації, інформаційних і вимірювальних технологій у будь-якому виробництві чи технологічному починанні з наміром досягти автоматизації. На сьогоднішній день автоматизація є одним із найбільш значущих напрямів науково-технічного розвитку і використовується в різних галузях і сферах людської діяльності.

Для підвищення ефективності та якості роботи створені біотехнологічні об'єкти – деякі будівлі мають технічне обладнання, яке представляє собою створення сприятливого мікроклімату для біологічних об'єктів у будівлі, що підвищує якість продукції та продуктивність.

Складні біотехнологічні об'єкти легко здатні забезпечити суспільство необхідними рівнями виробництва, тому виникають складні науково-технічні проблеми, які мають на меті раціонально планувати, керувати та максимізувати економічний ефект. У зв'язку з цим тема «автоматизоване управління складним біологічним об'єктом» є актуальною.

Мета роботи: розробити метод автоматизованого керування складними біологічними об'єктами.

Для досягнення цієї мети необхідно розв'язати такі завдання:

- дослідити сучасні методи автоматизації управління обладнанням складних біотехнологічних об'єктів;
- створювати моделі та параметри для автоматизації управління виробничим ланцюгом складних біотехнологічних пристроїв;
- розробити процес прийняття стратегічних рішень;
- створити комп'ютеризований метод регулювання складних за своєю біотехнологією механічних пристроїв.
- створити систему автоматизації управління обладнанням складного біотехнологічного об'єкта.

Об'єктом дослідження є процеси керування технологічною лінією устаткування для переробки складних біотехнічних об'єктів.

Предметом дослідження є математична модель та методи автоматизованого керування виробничим обладнанням та устаткуванням складних біотехнічних об'єктів.

Методи досліджень: методи аналітичної геометрії, теорії графів, теоретичні засади множин, методи ухвалення рішенні за умов часткової невизначеності.

Наукова новизна отриманих результатів.

Розроблено параметрична та математична моделі системи автоматизації керування виробничою лінією устаткування складних біотехнічних об'єктів.

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДХОДІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ КЕРУВАННЯ СКЛАДНИМИ БІОТЕХНІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ

В даний час існує багато сучасних методів автоматизації управління обладнанням складних біотехнологічних об'єктів. Розглянемо деякі з них.

Фрагментована (хаотична) автоматизація є одним із найбільш неефективних видів інвестицій у розвиток бізнесу. Випадковий характер цієї частини процесу призводить до відсутності стратегічного планування. Часто цей підхід супроводжується впровадженням інформаційних технологій, які мають безпосередній характер, а не базуються на потребах реального світу. Критеріями, які використовуються для прийняття рішень у таких ситуаціях, є: ступінь знань та особисті уподобання залученої особи, можливість придбати конкретне обладнання чи програмне забезпечення зараз зі спеціальною знижкою тощо. Часто підприємства отримують у кращому випадку різні прикладні системи з витратами на інтеграцію, які в деяких випадках можна порівняти із загальною вартістю складного рішення. Найгірший сценарій полягає в тому, що інформаційна інфраструктура та прикладні системи залишаються з незавершеними фрагментами, які неможливо використовувати для фактичної діяльності підприємства. У той же час підприємства також несуть додаткові витрати на дублювання функцій, які повинні мати інформаційні системи, і підтримку незавершених прикладних систем, які були створені.

Однією з причин зазначеного підходу є нерозуміння ролі та функцій відділу інформаційних технологій.

Автоматизація сегментації — це процес використання функціональних атрибутів для автоматизації виробничих або управлінських підрозділів підприємства. Наприклад, такі регіони, як пакування та маркування, облік тощо. Подібні підходи автоматизації застосовуються, коли:

- Інвестиційних ресурсів підприємства недостатньо для вирішення всіх завдань автоматизації.

- в деяких регіонах використання автоматизованих систем має значний фінансовий ефект, прикладом цього є скорочення персоналу.
- Технологія або інші умови, необхідні для виробничого процесу, не дозволяють використовувати автоматизовані системи.

Найчастіше цей підхід використовується для автоматизації виробничих ділянок. Основним засобом автоматизації є спеціалізована автоматизована система керування. Застосування принципів автоматизації підприємства на кількох бізнес-підрозділах є єдино можливим способом поліпшення економічних показників при обмежених інвестиційних ресурсах. Стратегічні та оперативні плани автоматизації необхідні для того, щоб автоматизація сайту була ефективною. У той же час, якщо ви обираєте сегментовану стратегію автоматизації, ви повинні регулярно переглядати свій стратегічний план автоматизації, принаймні раз на рік. При перегляді стратегічних планів особливу увагу слід приділяти безперервності набору стандартів інформаційних технологій, які підтримує підприємство.

Доменна автоматизація передбачає автоматизацію певних сфер діяльності компанії, таких як виробництво, продажі та управління фінансами. При використанні систем типу MRP II і ERP, коли кінцевою метою роботи є повна автоматизація підприємства, зазвичай використовуються методи, пов'язані зі спрямованою автоматизацією.

Цим цей метод відрізняється від часткової автоматизації. Процес автоматизації сфери діяльності передбачає участь усіх організаційних підрозділів, які мають роль у сфері автоматизації. Як правило, будь-який напрямок діяльності охоплює практично кожен підрозділ компанії. Наприклад, процес постачання. У цьому процесі бере участь кожен відділ, починаючи з виробничого відділу (який планує придбання сировини, комплектуючих і обладнання) і закінчуючи адміністративним відділом (який постачає канцтовари, меблі), а також відділ безпосереднього постачання і транспортування. У результаті методи, що включають автоматизований контроль, теоретично не можуть вважатися частиною більшого процесу. Його впровадження як мінімум має відношення до

створення телекомунікаційної інфраструктури компанії. Як правило, спрямована автоматизація пов'язана з редизайном бізнес-процесів і зумовлює необхідність створення моделі всього підприємства.

Аудит стратегічного плану автоматизації має відбуватися після завершення всього процесу автоматизації та отримання результатів оцінки.

Повна автоматизація керування як система складається з кількох компонентів, які розташовані на різних рівнях і мають різні цілі. До них відносяться підсистеми, модулі, блоки керування, завдання, гіпервізори, функції та операції. Типова ERP-система — це багаторівнева система, яка включає базові додатки для керування, призначені для того, щоб бути частиною автоматизованої системи керування.

Інтеграція - це координація та агрегація управлінських функцій і процедур з метою максимізації ефективності поведінки в поєднанні з управлінням підприємства. Інтеграція присутня в кожному функціональному і додатковому компоненті системи. Ніяких винятків немає.

Підсистема технічної підтримки має внутрішні комп'ютерні мережі, які сприяють спілкуванню між компанією та зовнішнім світом через глобальну мережу. У компоненті інформаційного забезпечення управління базами даних здійснюється через систему управління базами даних. Інтеграція математичної підтримки в першу чергу очевидна в координації вхідних і вихідних даних математичної моделі, інтеграції різних моделей (таких як прогнозування, планування), а також узгодженості та цілісності системи математичної моделі. Інтеграція програмного забезпечення демонструється складною, але гнучкою природою програмних комплексів, які створюються. Ці комплекси дозволяють виконувати програми в потрібному порядку і з бажаними комбінаціями. Інтегрована автоматизована система управління є похідною від базової системи ERP, ця система дозволяє організаціям досягти нового рівня інтеграції щодо організаційної допомоги завдяки єдиному інтерфейсу користувача. Цей ефект найбільш очевидний у великих автоматизованих системах, які замінюють кілька локальних систем новими.

Практичним результатом переходу на нову систему є єдиний універсальний стандарт взаємодії з системою на підприємстві.

Система управління підприємством (ERP), автоматизація виробництва (CAM), автоматизація проектування продуктів і процесів (CAD) і все вищезазначене об'єднані в комп'ютерно-інтегровану систему виробництва (CIM).

Використовується єдина комп'ютерна система, яка дозволяє кожній системі не знати іншу. Наприклад, на етапі проектування ви можете вивчити потенційний вплив дизайнерських і технічних рішень на виробничий процес.

ERP-системи поєднуються із зовнішніми об'єктами та системами, які знаходяться за межами компанії.

У результаті комплексна автоматизація служб управління долає бар'єри між цими службами. Одним із прикладів цього процесу є використання однієї і тієї ж функціональності в різних службах, яка необхідна для підготовки різних управлінських рішень. Наприклад, перевірки рівня запасів проводяться під час отримання зовнішніх замовлень і під час оформлення виробничих замовлень або замовлень на купівлю.

Інтеграція підсистем є першим кроком до внутрішньої інтеграції ERP. Expressa обмін даними між компонентами ERP. Ця інформація часто викликає події та процеси в інших підсистемах.

Гнучкість реалізації конкретних структур управління створює нові можливості для інтеграції основних функцій системи, оскільки функціональні компоненти в підсистемах конкретної АСУ не є точно еквівалентними функціональному змісту підсистем в система.

Створення автоматизованих систем управління спрямоване насамперед на управління всім виробничим процесом, а не на автоматизацію конкретної діяльності. Крім того, існує потенційна різниця між функціональним змістом підсистеми системи автоматизації управління та функціональними обов'язками кожного підрозділу.

Процес поєднання інформації з кількох різних джерел в одне рішення часто документується в плануванні високого рівня. Крім того, вибір ресурсів як і раніше делегований менеджерам. Інтеграція управління на кожній фазі життєвого циклу продукту передбачає перетворення управління попереднім етапом в управління всім циклом. Інтегроване управління протягом усього виробничого процесу демонструється у підтримці однакового стилю управління на кожному кроці. Функції управління об'єднані в структурну форму планування, нагляду, контролю, аналізу та інших функцій, які забезпечують зв'язок і безперервність прийняття управлінських рішень. Інтеграція управління всіма процесами, які перетворюють ресурси на продукти, досягається шляхом керування всіма процесами та забезпечення того, що ними продовжується керування.

Ці структури поєднуються більш складним чином на вищому кінці ієрархії асоціацій. Переконайтеся, що всі функції, входи, виходи та частота адміністративних питань розглядаються шляхом їх об'єднання. Наприклад, глибоке планування — це передусім завдання контролю на найвищому рівні. Планування циклу та оцінювання на рівні циклу можуть мати однаковий підхід.

Перерахований інтеграційний підхід є базовою платформою для складної функціональної структури, яка містить численні пов'язані функції управління. Розриви інтеграції та функціональності, втрата основної функціональності або низька продуктивність, усе це знижує ефективність управління, призводить до проблем, тупиків і проблем із проектуванням і роботою системи, і їх слід вирішити в першу чергу.

В результаті комплексний спосіб управління автоматикою має такі властивості:

- Цей підхід більш ефективний, ніж інші методи, у підвищенні ефективності (у відсотках і напрямках), коли йдеться про спільне використання ресурсів.
- Надзвичайно жорсткі вимоги до якості процесу впровадження системи.
- Надані оперативні дані повинні містити інформацію про проблемні моменти, які виникли під час реалізації плану.

1.1 Огляд характеристик біотехнічних об'єктів

У найзагальнішому контексті біотехнологічна система вважається поєднанням біологічних і технологічних компонентів, результатом яких є функціональна система із запланованою поведінкою. Однією з головних переваг цих систем є те, що вони поєднують інтелект людського мозку з безліччю переваг, пов'язаних із технічними системами (такими як потужність механізму, легкість доступу та той факт, що інформація є фактично помилковою). - безкоштовно).).

У будь-якій технологічній системі, яка вирішує завдання управління, можна виділити її складові частини: об'єкт управління (ОМ) і людину-оператора (ЛО).

Взаємодіючі ОМ та ЛО піддаються постійному впливу середовища, яке може бути дуже дружнім, агресивним або навіть ворожим. Навколишнє середовище, як фон для функціонування біотехнологічних систем, саме зазнає впливу ОМ та ЛО, що, у свою чергу, впливає на його стан.

Визначимо більш детально роль біологічних об'єктів у біотехнологічних системах (БТС):

- джерелами вимірювальної інформації для оцінки характеристик та окремих параметрів життєдіяльності БО є біологічні об'єкти (БО);
- На організм впливають, щоб він змінив свій стан у бажаному напрямку;
- Біологічний об'єкт, який є частиною системи, що вивчає стан об'єкта, про який йде мова (наприклад, ОУ). Ця підсистема призначена для аналізу інформації про стан об'єкта, щоб визначити його стан і оцінити поведінку об'єкта;
- Біологічні об'єкти як підсистема, що відповідає за прийняття рішень щодо методів управління статусом об'єкта дослідження.

Перші дві функції відносяться до БТС, в якому біологічні об'єкти є об'єктами управління, а людина-оператор може використовувати технічні

засоби для вирішення завдання оцінки та управління людьми, тваринами, рослинами, екологічними умовами тощо. Тобто біологічними об'єктами.

Третя і четверта функції є характеристиками людей-операторів, які керують складними технічними системами, можливо взаємодіючи з іншими біологічними об'єктами (особливо тими, які обслуговують технічну систему). При цьому вважається, що поведінка операторів багато в чому визначає надійність роботи БТС в цілому.

Сучасним варіантом організації управління складними виробничими комплексами є виконання функцій ЛО автоматизованим комплексом прийняття рішень, який, так би мовити, не передбачає безпосередньої участі людей. Однак у пакетах додатків, у яких працює комплекс, формалізований людський досвід і знання вбудовані в інші його компоненти на основі даних, які використовує комплекс для формування рішень. У результаті ЛО тепер є неявним, і це впливає на якість системи в цілому. Крім того, оперативне управління всією системою автоматизації здійснюється спеціально навченими особами (наприклад, ЛО), які фактично відповідають за автоматизацію типового комплексу біотехнологічної системи.

В даний час працює і проектується велика кількість базових станцій різного типу і призначення на рисунку 1.1 наведено узагальнений структурний варіант БТС, на якому показано різні види технічних засобів підтримки функціонування біотехнологічних систем та забезпечення оптимізації режимів їх роботи [8]. Якщо оператор не тільки за допомогою органів чуття оцінює стан об'єкта управління, а й отримує додаткову повну і достатню інформацію за допомогою сучасної технології оцінки стану, ефективність роботи БТС може бути значно підвищена (ТЗОС).

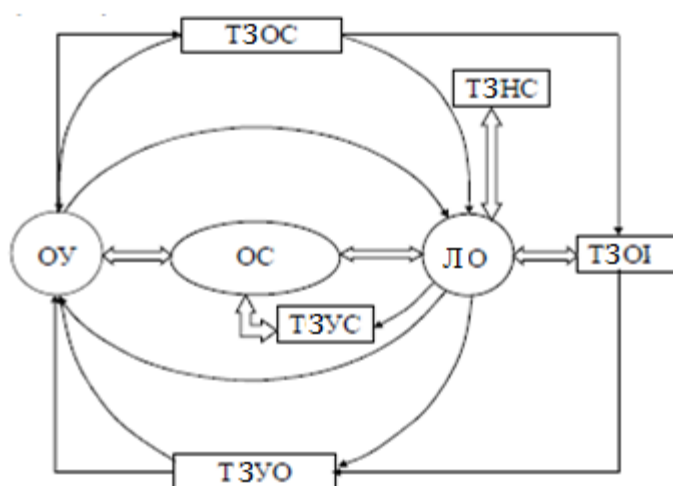


Рисунок 1.1 – Структурний варіант БТС

Одним із найважливіших компонентів ОУ є набір датчиків, які вимірюють його характеристики без негативного впливу на його функціонування. Після отримання максимально можливої (через економічні, часові та інші обмеження) інформації про стан ОУ технічні засоби оцінки стану перетворюють цю інформацію у форму, яка найбільш безпосередньо пов'язана з потенціалом і можливостями ОУ. Здатність оператора розпізнавати інформацію про стан організації та працювати з нею. Коли один оператор вирішує, що він бажає брати участь в управлінні технічними засобами, він може використовувати FMS. Такі технологічні системи максимально адаптують фізіологічні характеристики людини з точки зору входу та виходу для управління тілом, наприклад, що може вимагати величезних зусиль, різні типи енергетичних впливів, які не можуть бути контрольовані людиною, можуть бути фізично відтворені без спеціальних засобів і т.д. Це сприяє оптимальному зв'язку через канал LO→OM.

Як зазначалося раніше, біологічні об'єкти та технологічні методи завжди перебувають у зв'язку з навколишнім середовищем, що може чи не мати позитивного впливу на компоненти БТС. Щоб максимізувати взаємодію між компонентами БТС і навколишнім середовищем, використовується технологія екологічного менеджменту (ЕМС).

Насправді самі об'єкти управління можуть мати складні і навіть надскладні структури. Як наслідок, технології обробки інформації ТЗОІ використовують передові технології в області обчислювальної техніки та інформаційних технологій, що дозволяє зрозуміти «основоположні принципи» об'єктів управління. мати роль

У складних системах, багатих енергією та інформацією, інколи зв'язок із навколишнім середовищем не є оптимальним, і людині-оператору (контролеру) потрібно вирішити свою ситуацію. Ця проблема вирішується за допомогою технології державної стандартизації (ДСНС).

Для того, щоб процес нормалізації відповідав поточному стану системи управління, TNS має бути в курсі поточного стану. На основі інформації, перерахованої вище, метод системного аналізу використовується, щоб рекомендувати дії, які можуть бути вжиті менеджерами щодо системи на основі змінених структурних властивостей.

1.2 Дослідження моделей опису біотехнічних об'єктів

З точки зору системи, BTS є складною сутністю. Складність процесу моделювання пояснюється тим фактом, що більшість компонентів моделі недостатньо вивчені та мають здебільшого випадкову поведінку. Якщо розглядати процедуру виробництва біологічних препаратів із загальносистемної точки зору, то можна зробити висновок, що це процедура взаємодії біологічних, соціальних, технічних та інформаційних компонентів з метою отримання бажаного результату, тому ця біотехнологічна система є складною. .

Ступінь формалізації визначає тип застосовуваних методів управління. Експертний підхід використовується, коли аналізований об'єкт занадто складний для розуміння та врахування впливу багатьох факторів. формальні методи використовуються, коли об'єкт управління може бути адекватно описаний формальною моделлю.

Часто буває вигідно розділити процес на два етапи, якщо формальні методи недоступні безпосередньо. Спочатку створіть витриманий прогноз. Після спостереження за об'єктом і вивчення відповідності прогнозованих результатів фактичному стану об'єкта дослідження може виявитися додаткова інформація, яка допускає формальний підхід.

формальні методи мають різні підходи та рівні деталізації у своїх моделях. Багато авторів сходяться на думці, що найважливішою метою передбачень є створення наукової основи для прийняття рішень щодо управління. Для цього вони спочатку намагаються використовувати абстрактні математичні моделі.

Базовий набір методів математичного моделювання можна представити такими класами:

- методи екстраполяції;
- ймовірнісне моделювання;
- кореляційний і регресійний аналіз;
- методи розпізнавання образів;
- стохастичні моделі часових рядів;
- спектральний аналіз;
- детерміновані математичні моделі.

Метод екстраполяції полягає у встановленні динамічної послідовності розвитку показників процесу протягом минулих базових ліній і майбутніх періодів попередження. Найпростішою процедурою екстраполяції є лінійний фільтр, як показано нижче:

$$z_t = \sum_{i=1}^m \alpha_i y_{t-1}, \sum_{i=1}^m \alpha_i = 1, \alpha_i = 1, \alpha_i > 0, t = m + 1, m + 2, \dots, \quad (1.1)$$

де z_t – значення показника в момент t , яке моделюється;

α_i – i -й ваговий коефіцієнт;

$L = 2m + 1$ – апертура змінного фільтра.

Якщо досліджувана процедура має значний вплив на форму викидів, можна здійснити перехід до нелінійності (як правило, медіани розподілу), що виражається наступним чином:

$$z_k^{LD} = \text{med}\{y_{k-m}, \dots, y_{k-1}\}. \quad (1.2)$$

Основним недоліком таких процедур є те, що вони не враховують пришвидшені зміни у динаміці. Проте, якщо не зважати на це, ковзні середні можуть бути корисними для досить стаціонарних процесів і для попереднього аналізу процесу.

Є способи врахувати цей недолік усереднення змінних. Тут можна розрізнити адаптивне згладжування та екстраполяційне моделювання.

Адаптивне згладжування дозволяє побудувати самокоригувальну модель, яка враховує результати розрахунків на попередньому кроці. Адаптивні методи є ефективними для роботи з BTS, які мають значний період.

Елементарним прикладом методу адаптивного є експоненційне згладжування, представлене наступним чином:

$$z_t = \alpha y_t + (1 - \alpha) z_{t-1}, \quad 0 < \alpha < 1, \quad (1.3)$$

де α – параметр згладжування, що контролює реакцію моделі на динамічні зміни, одночасно відфільтровуючи випадкові відхилення.

В даний час пропонуються більш складні адаптивні процедури - Holt, Brown et al. Вони працюють за тим же принципом, що й експоненціальне згладжування.

Основною проблемою застосування згладжування із адаптацією є неможливість однозначного вибору типу та параметрів моделі та неможливість формалізації. Здебільшого ця проблема вирішується емпірично.

Моделі структурних детермінованих рядів (екстраполяційні моделі) мають вигляд описових виразів:

$$y_t = z_t + \varepsilon_t, \quad (1.4)$$

де $z_t = f(t)$ – не випадкова складова, яка називається закономірністю часового ряду;

ε_t – випадкова величина.

Характеристики детермінованої складової в (1.4) можуть оцінюватись за методом найменших квадратів (LS). За умови що щільність ймовірності випадкових складових має довгі викиди (коли правило «трьох сигм» не доречне), для розрахунків можна використовувати найменш модульний метод (LMM).

Переваги екстраполяційних моделей:

- - добре описувати тенденції процесу;
- - аналітичні уявлення та моделі мають змістовні пояснення;
- - розробити налаштування аналізу за регресією для побудови моделей.

Недоліки:

- процедуру вибору найкращої моделі або набору неможливо врегулювати на основі ознайомлення із загальними принципами процедури, щоб не вдаватися до різних методів розпізнавання залежностей;
- випадкові елементи не мають суттєвого значення;
- нестабільність оцінки параметрів при нестационарності випадкових складових;
- не враховуються можливі кореляції між досліджуваним показником та іншими показниками.

Слід розглянути імовірнісне моделювання, найпоширенішими з яких є ланцюги Маркова та системи масового обслуговування.

Таким чином, якщо система має фіксоване число станів і в деякі фіксовані моменти може переходити з одного стану в інший, то систему можна представити у вигляді ланцюга Маркова; має бути задана або оцінена ймовірність таких переходів з одного стану в інший.

Ланцюги Маркова в основному використовуються для використання можливих описів поведінки досить добре структурованих процесів, які мають лише кілька станів, і за умови, що відома ймовірність переходу з одного стану в інший. Наприклад, такими статусами можуть бути якісні оцінки результату — високий, середній, задовільний, поганий тощо. Вирішальне значення для ланцюгів Маркова — це призначення або оцінка матриці ймовірності переходу.

У багатьох регіонах значний вплив мають спеціальні типи систем, які неодноразово виконують те саме завдання. Такий тип системи називають системою масового обслуговування.

Кореляційно-регресійний аналіз має теорії, які пояснюють залежність умовного середнього від багатьох факторів, одним із найпоширеніших факторів є. Кореляційно-регресійний аналіз використовується для створення та аналізу моделей цього типу. Міцність зв'язку оцінюється за допомогою коефіцієнта кореляції, а опис зв'язку базується на рівнянні регресії. Незалежні змінні поділяються на три класи:

- метеорологічні та агрометеорологічні показники, що характеризують погодні умови вирощування сільськогосподарських рослин;
- показники рослинництва, що відображають стан землеробства;
- агротехнічні показники, що характеризують ступінь культури землеробства.

У деяких випадках змінні з відставанням вводяться в моделі регресії. Наприклад, інвестиції дають результат лише через деякий час, тому їх введення в модель рекомендується відкласти на кілька років. Іноді це трапляється, коли існує багато факторів, але деякі з них мають різні кореляції із залежною змінною. Тому ці фактори є статистично значущими. Цю

ситуацію можна виправити шляхом введення в модель значень залежної змінної з попередніх періодів часу як факторів.

Оцінки параметрів регресійної залежності зазвичай знаходять за допомогою MNC або MNM.

Труднощі використання регресійного аналізу:

- проблема вибору елементів загострюється тим фактом, що регресійні моделі не мають фізичних основ і є законними лише в обмеженому діапазоні умов.

- вихідний обсяг даних невеликий; при регресійному аналізі для отримання статистично значущої оцінки параметрів моделі кількість змінних необхідно зменшити в 3-7 разів для різних джерел (на практиці ця умова часто не виконується).

- мультиколінеарність у вхідних змінних спричиняє зміну оцінених значень асоційованих змінних, для її усунення використовуються різні методи, включаючи використання хребтової регресії, факторного аналізу або методу головних компонент, але не всі вони гарантують правильний результат.

Як правило, вихідні дані не розподіляються випадковим чином і можуть містити аномальні спостереження, викиди тощо, що вимагає використання надійних методів регресії.

Переваги моделі лінійної регресії очевидні: її параметри легко визначити, і її можна використовувати для оцінки точності прогнозів шляхом створення довірчих інтервалів.

Якщо зв'язок між вхідною змінною та залежною змінною не є лінійним, використовується модель нелінійної регресії. Зазвичай їх вибирають із категорії «Лінеаризовані», яка дає змогу переходити до лінійних моделей шляхом зміни змінних. Однак це не є суттєвою проблемою, оскільки були розроблені чисельні методи створення нелінійних регресійних залежностей. Крім того, важливо враховувати складність вибору правильної форми для нелінійної моделі. Як правило, вибір складається з кількох поширених нелінійних варіантів.

Якщо форма залежності невідома і не може бути точно знайдена з експериментальних даних, непараметричний регресійний аналіз є життєздатною альтернативою. Справа в тому, що замість моделі регресії кожне значення залежної змінної згладжується вхідною змінною навколо відповідної точки.

Статистичні методи розпізнавання образів можна використовувати як методи розпізнавання образів у багатьох задачах. Існує різниця між ненавченим розпізнаванням (кластерний аналіз) і навченим розпізнаванням (дискримінантний аналіз). Зауважимо, що дискримінантний аналіз може розрізняти кластери (стани) не лише за лінійно роздільними гіперплощинами, але й за нелінійними гіперплощинами.

Іншим підходом до розпізнавання навчання є логістична регресія, де розділювальна гіперплощина будується як двійкова модель або, загалом, як модель множинного вибору.

За допомогою методів статистичної ідентифікації можна оцінити стан досліджуваного об'єкта, представленого у вигляді складових векторів. Результатом є не конкретне значення того чи іншого показника чи довірчий інтервал його значення, а віднесення об'єкта до того чи іншого кластера та оцінка ймовірності цього результату.

Прийнятний рівень надійності вимагає досить великого обсягу даних, що є головним недоліком.

Стохастичні моделі часових рядів. Усі стохастичні моделі часових рядів базуються в основному на припущенні, що поточна вартість процесу y_t значною мірою визначається врахуванням його історії; що значення y_t породжується значеннями y_{t-1} , y_{t-2} , За характерними ознаками динамічного ряду. Це припущення математично визначено у формі рівняння 1.5 наступним чином:

$$y_t = f(y_{t-1}, y_{t-2}, \dots) + \varepsilon_t, \quad (1.5)$$

де, як і в (1.4), ε_t представляє собою похибку моделі у момент t .

Ці моделі є заміною регресійного аналізу, коли групу значущих ознак важко створити через наявність занадто великої кількості або неможливість виміряти деякі з них.

Усі стохастичні моделі часових рядів мають функцію, пов'язану з (1.5). Передбачається, що ця функція описує характер зв'язків у серії. При вдалому виборі цієї функції «детермінована» частина виразу (1.5) буде в певному сенсі подібна до дійсних значень цього ряду. Як і раніше, ступінь близькості зазвичай визначається властивостями помилки, включаючи дисперсію білого шуму та нормальність розподілу.

В цей час стали поширеними лінійні стохастичні моделі часових рядів (вирази 1.6-1.8):

– авторегресія p (АР (p)) – модель):

$$y_t = \sum_{i=1}^p a_i y_{t-1} + \varepsilon_t; \quad (1.6)$$

– змінна середнього порядку q (СС (q)) - модель):

$$y_t = \varepsilon_t + \sum_{j=1}^q b_j \varepsilon_{t-j}; \quad (1.7)$$

– авторегресії ковзання середнього порядку p, q (АРСС (p, q)) - модель):

$$y_t = \sum_{i=1}^p \alpha_i y_{t-1} + \varepsilon_t + \sum_{j=1}^q b_j \varepsilon_{t-j}. \quad (1.8)$$

Моделі (1.6)-(1.8) застосовують для опису як стаціонарних, так і нестаціонарних процесів, а коефіцієнти a_i , b_j можна вважати постійними для

довільних знаків і ε_t вони є відносно обмеженим як стаціонарні у широкому сенсі. Поки що аналізування стаціонарних процесів було досить формалізованим. За умови нестаціонарних процесів часовий ряд як правило записують у вигляді виразу:

$$y_t = x_t + g(t), \quad (1.9)$$

де x_t - стаціонарний часовий ряд виду (1.6) - (1.8);

$g(t)$ – деяка нестаціонарна складова трендового вигляду.

Для процесу (1.9) компонент тренду спочатку виділяється. Слід зазначити, що ця теорія ще не була сформульована для випадку довільних трендів. Наразі запропонований метод придатний лише для окремого випадку поліномів порядку d . Ця модель називається інтегральною авторегресійною моделлю ковзних середніх порядків p, d, q і позначається ARIX (p, d, q), де d — диференціальний (інтегральний) порядок для досягнення стаціонарності процесу $\Delta^d y_t = \Delta^{d-1} y_t - \Delta^{d-1} y_{t-1}, (\Delta^0 y_t = y_t)$.

До переваг стохастичних моделей для часових рядів відносять:

- моделювання випадкових процесів є можливим;
- розвиток теорії матмоделювання стаціонарних ймовірних процесів;
- формалізовані процедури для ідентифікації моделі.

недоліки:

Описує скінченний клас для нестаціонарних процесів для відносно середніх;

- як правило, немає інтерпретації параметрів моделі;
- нестабільність оцінювання параметрів за нестаціонарних умов випадкових складових.

Іншим багатообіцяючим підходом, заснованим на стохастичних часових рядах, є інтеграція та коінтеграція змінних. Цей метод дозволяє дослідити, чи існує лінійна кореляція між різними показниками в динаміці.

Детерміновані математичні моделі мають чітку інтерпретацію, але через стохастичний характер факторів їх можна успішно використовувати лише в першому наближенні. Основними їх недоліками є обмежений час і низька надійність (оскільки не враховуються випадкові фактори).

Слід зазначити, що ці методи можуть бути використані для вирішення різноманітних задач оптимізації та мутації для підвищення ефективності управлінських рішень [10].

1.3 Дослідження методів автоматизації біотехнічних об'єктів

Під повною автоматизацією мається на увазі впровадження АСУ технічного обладнання та технічних засобів, які можуть повністю здійснювати та контролювати всі виробничі процеси підприємства без участі людини. Цей метод підходить для стабільних великих заводів з повними і незмінними механізмами для виконання безперервних операцій або для роботи в умовах, шкідливих для організму людини.

Комплексна автоматизація відбувається в межах фабрики, цеху чи іншого структурного підрозділу, охоплює всі етапи виробництва і вимагає від однієї людини для організації роботи та керування обладнанням.

Часткова автоматизація зазвичай означає заміну невеликих технічних вузлів, які виконують однотипні прості операції, а тому здійснюється без зупинки основного виробництва [11].

Впровадження процесів автоматизації є дуже складним і трудомістким, тому виділяють такі методи автоматизації виробництва:

- виробничий рівень, автоматизовані прості щоденні виробничі процеси: підтримка встановлених параметрів, збереження заданих режимів роботи та ін.;
- тактичні підходи передбачають автоматизацію розподілу завдань між виробничими процесами;

– стратегічний підхід, при якому процеси, необхідні для управління бізнесом, автоматизовані. Це може бути аналіз збору та розв’язання задач, прогнозування тощо.

Залежно від фінансової ситуації та потреб компанії вирішіть, як компанія буде впроваджувати автоматизацію.

Оскільки реалізація цього заходу є складною процедурою, обговоримо цілі автоматизації виробництва. Вона передбачає підвищення якості виробничого процесу, зниження собівартості продукції, зниження собівартості виготовлення продукції, підвищення точності виконуваних операцій.

1.4 Дослідження теперішніх АСУ ТП

Автоматизована система управління технологічним процесом (АСУТП) — комплексна система технологій і програмного забезпечення, яка призначена для автоматизації управління технологічними пристроями. АСУ сприяє автоматизації основних операцій технічних процесів у всьому об’єкті або його частинах. ACS була розроблена як розподілена система, яка інтегрувала структурну, функціональну та інтерфейсну інформацію про свої підсистеми. Ця інформація була призначена для збереження функціональності кожної підсистеми та їх відповідних компонентів у разі збою в ACS, включаючи всі рівні його структури. Системи автоматичного керування поширені в різних сферах людської діяльності.

Представимо огляд відомих АСУ.

CitectSCADA [13] (SCADA, Supervisory Control and Data Acquisition) — це програмний продукт, який призначений для функціонування як повна система моніторингу, контролю та збору даних, що дозволяє візуалізувати процеси в графічному вигляді, «розширене» керування тривогами та тенденції в реальному часі. відстеження та доступ до історичних тенденцій, підготовка

детальних звітів, статичний нагляд за процедурами та виконання програм у кількох потоках. Ці програми були розроблені на CitectVBA-14 і CiCode-15.

CitectSCADA базується на багатозадачному ядрі в режимі реального часу, що має максимальну пропускну здатність 5000 значень на секунду в контексті мережі, яка має кілька станцій. Модульна конструкція клієнт-сервер дозволяє однаково добре використовувати Vijeo Citect як у невеликих проектах, які використовують лише одну автоматизовану робочу станцію (AMP), так і у великих проектах, у яких завдання розподіляються між кількома комп'ютерами.

Резервування вбудовано та легко налаштовується у Vijeo Citect. Резервування дозволяє захистити всі потенційні зони збою функціональних модулів (серверів і клієнтів), а також мережеві з'єднання між вузлами та пристроями введення/виведення.

CitectSCADA має превентивну багатозадачну операційну систему під назвою CiCode, яка підтримує VBA (Visual Basic for Applications — спрощена версія мови Visual Basic). Vijeo Citect функціонує як 32-бітна програма, яка збирає дані, генерує сповіщення та аналізує тенденції одночасно з редагуванням і компіляцією.

Ciplicity HMI — це візуалізатор і контролер, який покладається на клієнт-серверну модель для надання оперативних вказівок, автоматизованого контролю та надійної інформації для аналітики вищого рівня.

Основна особливість SIMPLICITY полягає в тому, що його конструкція дозволяє розмістити до 100 серверів і архівне сховище. Прозорість архітектури дозволяє SIMPLICITY легко взаємодіяти з іншими адміністрованими системами, програмне забезпечення розділяє завдання на ті, що мають високий пріоритет, і ті, які є просто фоновими, а також різноманітні драйвери та зв'язок з пристроями OPC (Object Linking and Embedding for Process Control - набір програмних технологій, які забезпечують єдиний інтерфейс для управління об'єктами автоматизації та технічними процесами), потенціал для легкого розширення системи, інтеграція з ERP (Enterprise Resource Planning)

та іншими зовнішніми системи, здатність диференціювати користувачів за їхніми ролями та доступними ресурсами, здатність відтворювати раніше записані події за допомогою цифрової графіки, здатність жити та записувати сигнали.

MasterSCADA [17] — це програмний пакет, який полегшує планування проектування систем керування та збір даних. Основними атрибутами є модульність, розширюваність і об'єктно-орієнтований підхід до створення. Система призначена для збору, збереження, показу даних і керування різними технічними процедурами. Окрім створення так званого верхнього рівня, система також полегшує програмування контролерів із відкритим дизайном. В результаті MasterSCADA дозволяє створити єдиний комплексний проект автоматизації (система SCADA та ПЛК (програмований логічний контролер)). Вся система, включаючи всі комп'ютери та контролери, розроблена як єдиний проект, що означає, що внутрішні з'єднання в системі не потрібні.

Основними атрибутами MasterSCADA є єдине джерело розробки для всього проекту, індивідуальний склад системи та логіка об'єкта, відкритість та відповідність стандартам, усі з яких описуються як такі, що мають нескінченний ступінь потужності, об'єктний підхід .

TRACE MODE [18] — це система інформації, яка об'єднує функціональність продуктів SOFTLOGIC-SCADA/HMI-MES-EAM-HRM для створення єдиної сутності. TRACE MODE — це рішення в режимі реального часу для керування процесом, яке тісно пов'язане з керуванням виробничими операціями. Продукти, призначені для автоматизації технічних і бізнес-процесів (АСУТП), всі вони пов'язані з однією платформою.

Середовище розробки TRACE MODEd – це єдина програмна оболонка, яка об'єднує всі основні компоненти інструментальної системи: SOFTLOGIC-SCADA/HMI система програмування контролера – система розробки розподіленої системи управління MES-EAM-HRM – економічний модуль, який є частиною АСУ ТП, повністю інтегрована з нею.

Основними особливостями TRACE MODE є його проста інтеграція з програмним або апаратним забезпеченням сторонніх виробників, його зв'язок із системою SCADA та Softlogic, його внутрішня комбінація понад 10 різних ACS та їхніх відповідних браузерів, його здатність створювати функціональні HTML-звіти в реальному часі, його технологія гарячого резервного копіювання, яка базується на стандарті IEC 61131-3, його зв'язок із базою даних та іншими програмами, а також його мова програмування, яка підтримує міжнародний стандарт IEC 61131-3.

Wonderware InTOMch [20] — програма, яка створює графічний інтерфейс користувача для систем SCADA та інших систем автоматизації, які призначені для виробництва. InTOMch полегшує створення операторських інтерфейсів, які в основному базуються на Windows, ці інтерфейси тісно взаємодіють з іншими компонентами Factory Suite. Wonderware InTOMch надає велику різноманітність готових головних об'єктів із промисловою графікою, ці об'єкти можна використовувати для створення складних і потужних інтерфейсів оператора. Крім того, INTOPCH має багату мову для сценаріїв. Програмний комплекс InTOMch складається з двох основних компонентів: середовища розробки та середовища виконання. У середовищі розробки створюйте скорочені слова, визначайте та відображайте вхідні та вихідні сигнали та параметри обладнання, проектуйте алгоритми керування та призначайте привілеї оператора. Ці програми запускаються середовищем виконання. Ця відмінність запобігає випадковим змінам програми, які не ґрунтуються на її принципах роботи.

Для обміну даними з апаратним забезпеченням необхідно використовувати сторонню програму, відокремлену від основної програми. Ця програма називається сервером введення-виведення. Як правило, сервери вводу/виводу створюються для певного типу апаратного забезпечення, такого як контролер, розроблений для промислового використання. Крім того, використовуються сервери вводу/виводу, ці сервери призначені для обміну даними відповідно до визначених галузевих стандартів і можуть

використовуватися з усіма контролерами, які підтримують цей протокол (такими як Modbus, ProfiBus, DeviceNet тощо).

Основні завдання, які розв'язано системою InTOMch:

- збирати сигнали від промислового обладнання (контролерів, датчиків і т.д.) (визначати стан виробничого процесу в поточний момент - температура, тиск, умови і т.д.) і відображати їх у зручному графічному вигляді на екрані комп'ютера в форма оператора (мнемосхема, індикатори, сигнальні елементи, форми текстових повідомлень тощо);

- автоматично контролювати стан контрольованих параметрів, формувати сигнали тривоги та надсилати повідомлення оператору у графічному та текстовому вигляді при перевищенні заданого діапазону;

- більш складною є розробка та реалізація алгоритмів управління виробничим процесом, які автоматично виконуються (або активуються користувачем), складність яких не обмежена користувачем і може включати комбінації математичних, логічних та інших операцій;

- регулювати поведінку операторів, створюючи ім'я та пароль, які асоціюються з ними, і надаючи їм певні права, які обмежуються, якщо необхідно, процесом управління виробництвом;

- витяг (автоматичний або ручний) керуючого впливу від промислових контролерів і виконавчих механізмів для регулювання безперервних або дискретних процесів, а також передача людських знань на інформаційні табло;

- автоматичний запис подій, де документуються зміни виробничих параметрів, задокументовані дані можуть бути візуалізовані в графічному форматі, а аварійні повідомлення також можуть бути записані автоматично або оператором за рецептами (шаблонами), створеними в технічній сфері параметрів обладнання.

- створення звітів і оперативних зведень.

Основні атрибути програмного комплексу InTOMch: простота використання та необмежений потенціал розробників (будь-яка кількість складних метафор, будь-яка кількість можливих сценаріїв тощо),

використання загальних протоколів передачі даних (DDE, OPC, TCP/ IP тощо).), архітектура «клієнт-сервер» характеризується ефективною роботою мережі завдяки високій швидкості механізму, механізм активує процес опитування лише тоді, коли значення параметра, що контролюється, змінилося. База даних зберігається виключно на сервері, немає необхідності копіювати її на клієнта. Відкритість - з підтримкою технологій ActiveX і OPC і інтерфейсом, пов'язаним з іншими програмними пакетами Wonderware. Компанії можуть надати готові компоненти для своїх програм, які використовують популярне програмне забезпечення Microsoft (Microsoft Excel, Microsoft Access, Microsoft Visual Basic тощо). За допомогою цього легкого створення алгоритму бібліотеки обміну даними та обробки понад 120 000 сигналів і параметрів від датчиків і контролерів, автоматичного контролю якості інформації від датчиків і контролерів, а також системи розподіленого аварійного запису. Це дозволяє одночасно працювати декільком серверам (провайдерам). Таким чином, оператори, розташовані в різних місцях, можуть отримувати інформацію одночасно з кількох різних сайтів.

Системи моніторингу, контролю та збору даних, які підтримують сімейство операційних систем Windows. WinCC пропонує повну функціональність для керування процесами та моніторингу для всіх галузей промисловості — від простих однокористувацьких систем до розподілених багатокористувальницьких систем із резервними серверами та рішень для міжзонального збору даних і функцій керування на основі веб-технологій.

Основними функціями Simatic WinCC є процес візуалізації процесів, налаштування зв'язку з контролерами різних виробників, відображення повідомлень про процес архівування запису, відображення змінних запису архівування, створених за допомогою сценаріїв ANSI C VBS і VBA, створення систем звітності та взаємодія з іншими програмами, в тому числі через мережу, для полегшення легка інтеграція WinCC у корпоративну інформацію використовує стандартне зв'язування та вбудовування об'єктів OLE та інтерфейси підключення відкритої бази даних ODBC для створення

резервованих систем використовуйте елементи ActiveX для подальшого розширення функціональності та відкриті інтерфейси OPC.

IGSS [22] — це система диспетчерського контролю та збору даних, яка використовується в багатьох галузях промисловості, включаючи системи управління транспортом, суднобудування та системи управління будівлями. Система IGSS SCADA базується на архітектурі «клієнт-сервер» і може бути розширена з однієї програми, що охоплює одну операторську станцію, до 50 об'єктів (до 150 тегів), щоб включати 50 операторських станцій і 400 000 об'єктів (з сервером) складну систему.

Основними функціями системи є підтримка різноманітних стандартів та інтерфейсів, включаючи DDE, ODBC, OPC, SQL, VBA/Automation, OLE та Active X, що дозволяє обмінюватися даними з програмами інших розробників; надавати різноманітні драйвери для забезпечення обміну даними інтеграції з усіма провідними виробниками програмованих логічних контролерів, включаючи найпопулярніші: ABB, Allen-Bradley, GE Fanuc, Koyo, Mitsubishi, Omron, Saia, Schneider Electric, Modbus RTU, Modbus/TCP, Modbus / GPRS, Siemens, VIPA; Інтернет-портал IGSS дозволяє дистанційно контролювати та керувати виробничим процесом за допомогою КПК, комунікатора або мобільного телефону. Він може надсилати критичні сповіщення на мобільні телефони. Працює з модулем превентивного технічного обслуговування для планування та моніторингу виконання робіт з ремонту та технічного обслуговування. Візуалізація, реєстрація та обробка сигналів. Аналіз. Управління: програми, які забезпечують обмін даними з базами даних для реєстрації та аналізу даних і історії в реальному часі, звітування та обслуговування. Багатокористувацький доступ. Портал. Мнемонічний екран. Резервне копіювання сервера. Час оновлення в реальному часі.

SCADA КРУГ-2000 [23] – це сучасний, високонадійний підхід до побудови систем автоматичного керування у відповідальних сферах застосування. АСУТП розроблена на базі SCADA КРУГ-2000 і успішно експлуатується на багатьох нафто- і газопереробних підприємствах

енергетичної, хімічної та інших галузей промисловості. Модульний підхід до побудови систем автоматизації дозволяє використовувати лише необхідні для вирішення поставленого завдання компоненти програмного забезпечення SCADA KRUG2000. Таким чином, користувач платить лише за ту функціональність, яка йому потрібна зараз, і «створює» додаткову функціональність по ходу роботи.

SCADA КРУГ-2000 швидка і надійна; виконає роботи над проектами практично будь-якої складності. Глибина архівів обмежена лише фізичним розміром жорсткого диска (або іншого носія інформації). Тобто, високопродуктивна система баз даних реального часу KRUG2000 відокремлена від бази даних, що зберігає архівну інформацію, що дозволяє гарантувати необхідну швидкість роботи бази даних реального часу. Також це дозволяє при необхідності відокремити місце зберігання інформації. Наприклад, база даних у реальному часі може мати швидку продуктивність RAID п'ятого рівня, база даних трендів, журнал подій і архів для друку – на томі RAID п'ятого рівня.

Основними функціями системи є автоматичний перезапуск програмно-технічного забезпечення (для станцій і контролерів); «гаряче» резервування мережі, сервер баз даних (сервер БД), модулі введення/виведення, контролери і процесори на першому контролері; підтримка кластерної архітектури з дублюючими контролерами під час перемикання з основного контролера на резервний, підтримує стандарти верхнього та нижнього рівня: Modbus, DeviceNet, CanOpen і т.д.; використання високонадійних високошвидкісних протоколів для роботи з контролером у реальному часі та контролером на основі архітектури Intel Xscale; мережеве завантаження програмного забезпечення контролера, онлайн-діагностика контролер і його модулі.

SCADA S3[24] представляє систему моніторингу, контролю та збору даних як високопродуктивну, але легку та надійну систему, доступну на Windows, Linux та Solaris із повноцінним інтегрованим середовищем розробки, підтримкою пакетних операцій та автоматичної конфігурації. Він

містить вбудовану мову IEC 61131, Web HMI, OPC-сервер і СУБД для легкої інтеграції в інші системи рівня SCADA і MES/ERP. SCADA S3 може керувати та генерувати код для кластера контролерів QNX. Він підтримує самовідтворюване єдине поле змінних, розподілених по мережі, забезпечуючи канали зв'язку з дуже низьким навантаженням. Середовище виконання SCADA S3 постачається з десятками драйверів, DDK і ліцензією на виконання QNX.

Ключовими особливостями SCADA S3 стане виконання наднадійної операційної системи RV QNX як цільової платформи для завдань управління, яка забезпечує апаратний захист коду та даних окремих процесів; реалізація програмного сторожового таймера, який би спостерігав за окремими процесами комплексу та при необхідності автоматично їх перезапускав; з автоматичним записом всіх дій оператора, а також всіх вбудованих в систему ефектів самовідтворення (тегів) для гетерогенних мереж робочих станцій і контролерів, що мінімізує навантаження на канали зв'язку—гнучкість і масштабованість S3 підходить як для невеликих одновузлових проектів з десятками входів/виходів і для великих розподілених систем з тисячами параметрів. S3 дозволяє збільшувати кількість змінних і вузлів мережі поступово, без переписування коду. Гнучкий горизонтальний і вертикальний перерозподіл навантажень і функцій між вузлами в неоднорідних мережах; Групування операцій над змінними, які дозволяють автоматично створювати та редагувати набір змінних за шаблоном; Сервер OPC, який автоматично налаштовується, за одну операцію знаходить контролери та витягує дані з кожного. Контролер завантажує список тегів.

iFIX [25] Інтегроване рішення для HMI/SCADA у стандарті операційних систем сімейства Windows на OPC і COM/DCOM технології, що є частиною сімейства Intellution Dynamics. iFIX пропонує надійний механізм SCADA з широкою можливістю підключення, відкритою архітектурою та високомасштабованою розподіленою мережевою моделлю, яка ідеально підходить для різноманітних додатків у широкому діапазоні галузей: від простих додатків — стандартних додатків HMI, які вимагають ручного

введення та перевірки даних, до дуже великих додатків SCADA, які забезпечують групування, фільтрація та розподілене керування тривогами.

Основними особливостями системи є розподілена архітектура «клієнт-сервер», широкі можливості зберігання та передачі даних; система управління VisiconX; на основі надійного контейнера ActiveX із технологією безпечного зберігання; поділ журналу подій на Proficy Historian для найважливіших даних (до 100 тегів) і на Classic Historian без обмежень щодо менш важливих даних. Розробка доступу до даних і синхронізації даних. Комплексне управління змінами. Розширене керування сповіщеннями та повідомленнями про події.

1.5 Висновки до першого розділу

У розділі розглядаються математичні моделі, біотехнологічні об'єкти, автоматизовані методи та сучасні системи управління. Аналіз біотехнологічних об'єктів доводить, що біотехнологічні об'єкти складаються з технічного обладнання, біологічних об'єктів, навколишнього середовища та систем управління, оскільки вони взаємопов'язані та взаємозалежні і один без іншого не може ефективно працювати; їх зазвичай називають біотехнологічними системами (BTS).

На даний момент розроблено широкий спектр математичних підходів, які легко охоплюють як кількісні, так і якісні характеристики. У першу чергу такі методи включатимуть екстраполяцію, імовірнісне моделювання, кореляційно-регресійний аналіз і моделі стохастичних часових рядів. По-друге, методи розпізнавання образів, спектральний аналіз і детерміновані математичні моделі. Вибір того чи іншого математичного прийому має ґрунтуватися на вивченні конкретних особливостей даної задачі, формуванні попередньої моделі досліджуваного явища в межах предметної області, а не інакше. Це дозволить вибрати більш адекватний математичний підхід, заснований на належних математичних моделях, і гарантуватиме максимально можливу адекватність.

Проаналізовано технологічні прийоми, показано доцільність використання складних прийомів. Також були проаналізовані переваги та характеристики існуючих сучасних автоматизованих систем управління.

У результаті вищевикладеного сформульовано проблему відсутності аналізу засобів автоматичного керування лініями обладнання, що виробляють складні біотехнологічні установки; тому тема випускної магістерської роботи була визнана актуальною.

Результатом цього стала постановка наукової проблеми, що охоплює розробку математичних моделей і методів автоматизованого керування лініями обладнання складних біотехнологічних об'єктів.

2 РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ЛІНІЄЮ ОБЛАДНАННЯ БІОТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

У сучасному світі для підвищення продуктивності створюються оптимальні умови для складних біотехнологічних об'єктів. Для виконання цього завдання потрібне спеціальне обладнання, яке також повинно управлятися автоматично.

Для реалізації завдань автоматизованого управління лініями виробництва комплексного біотехнологічного обладнання необхідно визначити всі параметри, що впливають на ріст і продуктивність, і відповідно прийняти рішення для планування управління автоматизованою виробничою лінією комплексного біотехнологічного обладнання. об'єкт.

Наступні можуть бути визначені як групи факторів: рисунок (територія, де в світі, скільки людей, що там, наскільки темно); праця чи капітал (скільки людей, як швидко кожна робота, наскільки великий, скільки років); процес, температура, вологість, подібність); вид (отримання або встановлення, зрізання, подача води, посадка, прополка, удобрення, підготовка, яка робота, коли завдання буде виконано, яка кількість у час виконання завдання (загальна кількість людей/обладнання, тип роботи, культура, якщо вона буде виконуватися) до бурі, якщо в календарі, якщо є сонце).

З аналізу параметрів очевидно, що дані в реальному часі для поточної температури та решти рівнів вологості чітко зчитуються з датчиків, а також інші відносно постійні параметри, отримані з внутрішньої бази даних інформації, яка була створена в заздалегідь експертами.

Отже, постала задача налагодити розробку математичних моделей і шляхів автоматизації лінійного керування обладнанням на складних біотехнологічних підприємствах, які б все ж являли собою систему управлінських рішень з урахуванням усіх можливих факторів.

2.1 Структури біотехнічних систем

Це складний комплекс біотехнологічних об'єктів – виробничий корпус, який призначений для розміщення знарядь виробництва та здійснення трудових процесів з виробництва промислової продукції культурного походження, у тому числі біологічних і технологічних об'єктів.

Організми - це ті форми життя, які вдихають неорганічні компоненти з атмосфери та землі та отримують енергію від сонячного світла. Вони можуть синтезувати з них органічні речовини, ростуть переважно осідливо на місці проживання, потребують специфічного догляду залежно від сорту та виду.

Технічні об'єкти являють собою сукупність приладів для спостереження, вимірювання і контролю за станом навколишнього середовища, а також процесів, що забезпечують ефективність виробництва.

Таким чином, будь-який звичайний біотехнологічний об'єкт може з часом перетворитися на розумну дієздатну біологічну сутність, що працює як спеціаліст; Основною перевагою цього комплексу внутрішньої автоматизації буде організація на чіткій і надійній основі всього виробничого процесу. Останні дані. Основним завданням таких рішень є безперервний моніторинг важливих для біологічних об'єктів параметрів освітленості, режиму прогріву повітря та ґрунту;

Управління реалізовано на основі управління послідовністю дій, яка є гнучкою і може бути змінена відповідно до потреб користувача. Загалом, поточна ситуація, управління виконується послідовно через дії систем користувача. Системи відеоспостереження дають широку та найбільш оптимальну картину контролю, забезпечуючи необхідні операції для досягнення бажаних результатів.

Для впровадження правильного рішення та отримання бажаних результатів ключовими є три компоненти, як показано на рис. 2.1 нижче: набір датчиків для зчитування певних параметрів; програмно-апаратний комплекс (ПАК) для збору та обробки цієї інформації та технологія передачі даних,

призначена для підключення двох інших компонентів. Цього буде достатньо для якісного моніторингу стану повітря та ґрунту, автоматизованого регулювання та всіх етапів землеробства.

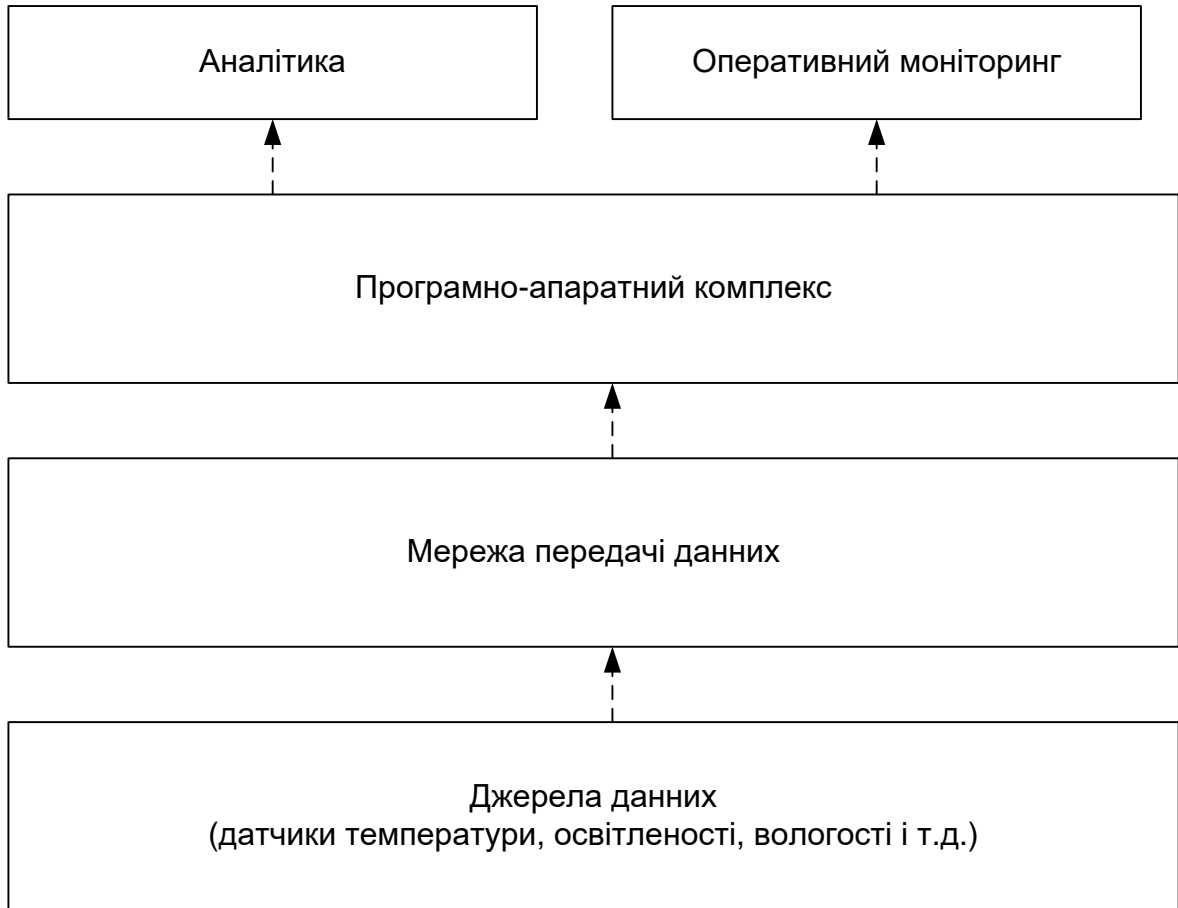


Рисунок 2.1 – Складові елементи системи БТС

Автоматичне управління здійснюється таким чином: у ЛО є пристрій - комп'ютер, ноутбук, планшет або смартфон, за допомогою якого він може отримати доступ до заданих параметрів. Наприклад, система сигналізує про те, що вмістологи ґрунту в парнику опустилося нижче порогового значення, значить, його необхідно полити. В цьому випадку ЛО зможе дати відповідні розподіли обслуговуючого персоналу і контролювати зміни параметрів температури з часом. Це найбільш простий приклад реактивного управління, що приймається волеве рішення з приводу конкретної ситуації. Такі процеси можна автоматизувати без участі ЛО.

Основними перевагами даних, отриманих за допомогою моніторингу, є точність і достовірність. Так, наприклад, прогноз погоди може бути кардинально помилковим і не відображати ситуацію на місці. Оцінка проводиться для поселення в цілому, і умови в будь-якій його частині можуть значно відрізнятися від умов в будь-якій іншій частині. Зі списку системи моніторингу статистичні дані накопичуватимуться незалежно, а прогнози – включно з конкретними датами. Вони дозволяють почати культивування біологічних об'єктів до або після встановленого терміну; тобто в найбільш ефективний момент [26].

Мінімально необхідний набір технічних засобів включає:

- датчики температури;
- датчики вологості;
- датчики світла;
- освітлювальні прилади;
- нагрівальні прилади;
- виконавчі пристрої спеціального призначення для виконання окремих специфічних операцій;
- системи затінення та вентиляції.

2.2 Параметрична модель характеристик АСУ лінії складних БО

Аналізуючи попередні частини, ми приходимо до висновку про необхідність розробки параметричних моделей у вигляді наборів параметрів, які можуть адекватно описувати взаємодії всередині модельованого об'єкта, щоб можна було розробити методи керування та, частково, рішення. не є питанням певності.

Для подальшого розвитку постійні параметри системи, такі як ідентифікація та попереднє кількісне визначення експертами типу досліджуваних об'єктів та їхніх характеристик, повинні визначатися з наступного набору об'єктів та спостережуваних характеристик:

Таким чином, тип досліджуваного біологічного об'єкта в цій роботі буде представлений набором параметрів, які далі виражаються як:

$$A = \{A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_n, A_{n+1}, \dots\}. \quad (2.1)$$

Колекція має кінцевий набір компонентів, кожен з яких представляє узагальнене представлення біологічного об'єкта і може бути розділений на менші компоненти.

Кожен тип об'єкта дослідження складається зі своїх складових частин – різновидів і може бути представлений у вигляді окремої множини, яка є підмножиною множини A , як показано у виразі

$$A_n = \{a_1, a_2, a_3, a_4, \dots, a_k, a_{k+1}, \dots\}. \quad (2.2)$$

Набір компонентів обмежений, і кожен такий компонент є індивідуальним біологічним об'єктом із властивими йому властивостями та умовами утримання.

Параметри, властиві кожній породі – характеристики або умови, які необхідно встановити та підтримувати для досягнення продуктивності, зазначені у виразі:

$$a_k = \{t_{\min}, t_{\max}, \varphi, d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, E_v, \text{type}, \text{pr1}\}, \quad (2.3)$$

де t_{\min} , t_{\max} – максимальна і мінімальна температури навколишнього середовища об'єкта;

φ – вологість повітря;

d_1 – терміни посіву та сходження;

- d_2 – термін пікірування;
 d_3 – термін посадки (висаджування);
 d_4 – термін збору врожаю;
 d_5 – термін вбирання;
 E_v – освітленість;
type – тип вирощування;
pr1 – набір потрібних процедур.

Кожен елемент визначає необхідні мікрокліматичні умови у вигляді відносної вологості, освітленості та найбільш сприятливої температури разом із встановленими мінімальними та максимально допустимими межами і стадією росту або невимоги до умов, тобто вони важливі для даної біологічної об'єктів.

Розглянемо спосіб вирощування та посіву. Усі необхідні вирази є заданими формами, що існують, коли є необхідність утримувати біологічні об'єкти таким чином.

$$\text{type} = \{\text{type1}, \text{type2}, \text{type3}, \text{type4}, \dots\}, \quad (2.4)$$

- де type1 – тип посіву у розброс;
type2 – тип посіву у стрічковий;
type3 – тип посіву у перехресний;
type4 – тип посіву у бороздковий.

За якими необхідно здійснювати нагляд і догляд у процесі росту і розвитку біотехнічних об'єктів, що вимагають певних маніпуляцій з ними. У виразі набір необхідних процедур на біотехнічних об'єктах.

$$\text{pr1} = \{\text{po}, \text{org}, \text{ps}, \text{pk}, \text{prg}, \text{ok}, \text{pv}, \text{rh}, \dots\}, \quad (2.5)$$

де p_0 – кількість поливу в тиждень;
 opr – кількість оприскування проти шкідників;
 ps – кількість пасинкування, щеплення;
 pk – кількість підкормки, удобрення;
 prp – частота разів прополки;
 ok – частота разів підгортання;
 pv – частота разів підв'язування;
 rh – частота разів рихлення.

Усі перераховані вище операції призначені для підвищення якості та кількості продукту. І, виходячи з типу та якості біопрепарату, існує рекомендована конкретна частота виконання операції за обов'язковим призначенням.

Під прямокутниками прописані відносно постійних параметрів, конкретні значення рекомендовані для конкретних об'єктів. Продовжимо і укажемо відносно змінні параметри системи, зараз це параметри, що змінюються з поточним часом і параметри, які змінюються в процесі використання для досягнення максимальної продуктивності, необхідної для зміни.

Дайте наступні «погодні умови», які задаються компонентами, описаними у формулі:

$$W = \{T, \varphi_n, E_{nv}, r\}, \quad (2.6)$$

де T – температура зовнішнього середовища;
 φ_n – вологість зовнішнього середовища;
 E_{nv} – освітленість, що характеризується трьома станами: ясно, мінлива хмарність, пасмурно (тінь);
 r – наявність опадів.

Компоненти блоку можуть забезпечувати такі умови навколишнього середовища, як вологість, світло та температура, які можуть бути придатними для біологічних об'єктів, або зупиняти певні операції через дощ.

Ми опишемо кожен параметр як функцію часу:

- t_n – поточна температура;
- $time$ – час доби (день чи ніч);
- d_n – поточна дата.

У множини параметрів $pr1$, яка встановлює частоту та потребу операцій з біооб'єктами, є множина-«клон» $pr2$, що для цих самих складових-дій встановлює дні реалізації. У вираженні (2.7) приведено склад множини $pr2$.

$$pr2 = \{po, opr, ps, pk, prp, ok, pv, rh, \dots\} \quad (2.7)$$

У кожному елементі безлічі безпосередньо визначаються дані операції – полив, оприскування від шкідливих організмів, пересадка або привівка, кормлення, прополка, обмолот, оброчування та рихлення.

Пусть визначені додаткові обов'язкові дії для реальних ґрунтів біотехнологічних об'єктів у фразах:

$$B = \{vsp1, vsp2, ud\}, \quad (2.8)$$

де $vsp1, vsp2$ – весняне та осіннє орання відповідно;

ud – плановані операції з удобрення.

Де кожне значення кожного параметра дозволяє встановити, чи потрібно виконати певну дію. Давайте створимо набір засобів для вирішення кожної можливої ситуації, які ми розмістимо в наборі рішень. Ця множина задана виразом (2.9) і охоплює деякі елементи деяких інших множин, але приймає інші значення.

$$Des = \{po, opr, ps, pk, vsp2, ud, des_1, des_2, \dots\} \quad (2.9)$$

2.3 Математична модель автоматизованого керування обладнанням складних біотехнічних об'єктів

На основі параметричної моделі, наведеної в розділі 2.2, буде виконано математичне моделювання для опису кількісних значень кожного параметра, наведеного в параметричній моделі.

Розглянемо деякі біологічні об'єкти та їх найкращі властивості, такі як температура, вологість, світло. Результати розслідування наведені в табл. 2.1, де об'єкт 1 – картопля, об'єкт 2 – капуста, об'єкт 3 – помідори, об'єкт 4 – огірок, температура в градусах Цельсія, відносна вологість у %, освітленість у кілолюксах, фотосинтетичний індекс активного випромінювання (ФАР) мікромоль/м(2) /с – одиниця вимірювання.

Таблиця 2.1 – Оптимальні параметри деяких біооб'єктів

	Температура	Вологість	Освітленість	ФАР
картопля	12...35	72...82	12...18	120...3500
капуста	17...22	52...78	10...18	120...300
помідори	15...32	62...72	10..22	350...1500
огірок	17...35	68...82	15...22	850...1600

Як відомо, найнижча температура, зафіксована в Харкові, була в 1940 році $-39,7^{\circ}\text{C}$, а найвища в 2010 році - $+39,8^{\circ}\text{C}$. Тому можливі температури обмежені. Ми ділимо цей розділ на три частини: низька температура, середня температура та висока температура, як показано у виразі:

$$T = \begin{cases} -40 < T_1 \leq 0 \\ 0 < T_2 < 20 \\ 20 \leq T_3 < 40 \end{cases} . \quad (2.10)$$

Мезо- та високотемпературні сегменти необхідно розділити на менші інтервали, оскільки оптимальна температура змінюється залежно від організму, стадії розвитку та часу. Розіб'ємо температуру на наступні інтервали, задані у виразі:

$$T = \begin{cases} -40 < T_1 < 0 \\ 0 \leq T_2 < 10 \\ 10 \leq T_3 < 15 \\ 15 \leq T_4 < 20 \\ 20 \leq T_5 < 25 \\ 25 \leq T_6 < 30 \\ 30 \leq T_7 < 35 \\ 35 \leq T_8 < 40 \end{cases} . \quad (2.11)$$

\(\text{Температура на даний момент може приймати будь-які екстремальні значення, як-от температура навколишнього повітря на вулиці, таким чином ми розбиваємо діапазон можливих значень температури таким же чином. Результуючий вираз має значення:

$$t_n = \begin{cases} -40 < t_{n1} < 0 \\ 0 \leq t_{n2} < 10 \\ 10 \leq t_{n3} < 15 \\ 15 \leq t_{n4} < 20 \\ 20 \leq t_{n5} < 25 \\ 25 \leq t_{n6} < 30 \\ 30 \leq t_{n7} < 35 \\ 35 \leq t_{n8} < 40 \end{cases} . \quad (2.12)$$

Як видно з таблиці 2.1, оптимальна температура для культури знаходиться в діапазоні від 11 до 30 градусів за Цельсієм, а мінімально допустима температура буде приймати такі значення, як показано у виразі:

$$t_{\min} = \begin{cases} 10 \leq t_{\min 1} < 15 \\ 15 \leq t_{\min 2} < 20 \\ 20 \leq t_{\min 3} \leq 25 \end{cases} \quad (2.13)$$

При цьому максимально допустимий температурний діапазон розділений на такі сегменти від 15 градусів до 35 градусів, як показано у рівнянні (2.14), що визначає оптимальні характеристики об'єкта на різних стадіях розробки:

$$t_{\max} = \begin{cases} 15 \leq t_{\max 1} < 20 \\ 20 \leq t_{\max 2} < 25 \\ 25 \leq t_{\max 3} \leq 30 \\ 30 \leq t_{\max 4} < 35 \end{cases} \quad (2.14)$$

Як відомо, освітленість безмісячної зоряної ночі дорівнює 10-5 лк, в ясный сонячний день - від 32 000 лк до 100 000 лк, в ясну тінь досягає від 10 000 лк до 25 000 лк, в похмурий день - від 100 люкс до 1000 люкс люкс. У виразі опишемо такі значення освітлення:

$$E_{\text{nv}} = \begin{cases} 10^{-5} \leq E_{\text{nv}1} < 100 \\ 100 \leq E_{\text{nv}2} < 1000 \\ 1000 \leq E_{\text{nv}3} < 10000 \\ 10000 \leq E_{\text{nv}4} < 25000 \\ 25000 \leq E_{\text{nv}5} < 32000 \\ 32000 \leq E_{\text{nv}6} \leq 100000 \end{cases} \quad (2.15)$$

Використовуючи дані таблиці 2.1, представлені фрагменти необхідно розділити на більш дрібні фрагменти, що буде залежати від часу та типу біологічного об'єкта. Кінцеве значення параметра освітлення досягне даних, наведених у виразі:

$$E_{nv} = \begin{cases} 10^{-5} \leq E_{nv1} < 100 \\ 100 \leq E_{nv2} < 1000 \\ 1000 \leq E_{nv3} < 5000 \\ 5000 \leq E_{nv4} < 10000 \\ 10000 \leq E_{nv5} < 15000 \\ 15000 \leq E_{nv6} < 20000 \\ 20000 \leq E_{nv7} < 25000 \\ 25000 \leq E_{nv8} < 32000 \\ 32000 \leq E_{nv9} \leq 100000 \end{cases} . \quad (2.16)$$

З даного виразу виділимо найоптимальні значення освітленості E_v таким чином, як показано у виразі:

$$E_v = \begin{cases} 5000 \leq E_{v1} < 10000 \\ 10000 \leq E_{v2} < 15000 \\ 15000 \leq E_{v3} < 20000 \\ 20000 \leq E_{v4} \leq 25000 \end{cases} . \quad (2.17)$$

Враховується і вологість повітря. Мінімальне та максимальне вимірювані значення вологості повітря становлять 0% та 100% відповідно. Оптимальна вологість для культивування становить приблизно від 50% до 80%. Це покаже наявну вологість у біотехнологічному об'єкті за допомогою рівняння. (2. 18):

$$\varphi_n = \begin{cases} 0 \leq \varphi_{n1} < 50 \\ 50 \leq \varphi_{n2} < 80 \\ 80 \leq \varphi_{n3} \leq 100 \end{cases} . \quad (2.18)$$

Ми розбиваємо середній відрізок на 5% інтервали, тому що різні типи і сорти об'єктів мають оптимальну вологість на різних стадіях розвитку. Отримуємо такий вираз:

$$\varphi_n = \begin{cases} 0 \leq \varphi_{n1} < 50 \\ 50 \leq \varphi_{n2} < 55 \\ 55 \leq \varphi_{n3} < 60 \\ 60 \leq \varphi_{n4} < 65 \\ 65 \leq \varphi_{n5} < 70 \\ 70 \leq \varphi_{n6} < 75 \\ 75 \leq \varphi_{n7} < 80 \\ 80 \leq \varphi_{n8} \leq 100 \end{cases} \quad (2.19)$$

Постанови встановленої вологості середовища для біологічних об'єктів виражені отриманими значеннями у вигляді:

$$\varphi = \begin{cases} 50 \leq \varphi_1 < 55 \\ 55 \leq \varphi_2 < 60 \\ 60 \leq \varphi_3 < 65 \\ 65 \leq \varphi_4 < 70 \\ 70 \leq \varphi_5 < 75 \\ 75 \leq \varphi_6 \leq 80 \end{cases} \quad (2.20)$$

Параметри, що характеризують строк сівби та появу перших сходів, коливаються від 0 до 32 днів. Давайте розділимо цей сегмент на тижневі інтервали. Отримуємо вираз:

$$d_1 = \begin{cases} 0 \leq d_{11} < 7 \\ 7 \leq d_{12} < 14 \\ 14 \leq d_{13} < 21 \\ 21 \leq d_{14} < 28 \\ 28 \leq d_{15} \leq 32 \end{cases} \quad (2.21)$$

З моменту сходів термін пікірування становить один-два місяці. Оскільки деякі програми доступні не для всіх типів рослин, можна прийняти нульове значення. Розділимо цей інтервал на кілька інтервалів, як показано у виразі:

$$d_2 = \begin{cases} d_{21} = 0 \\ 30 \leq d_{22} < 40 \\ 40 \leq d_{23} < 45 \\ 45 \leq d_{24} < 50 \\ 50 \leq d_{25} < 55 \\ 55 \leq d_{26} \leq 60 \end{cases} \quad (2.22)$$

Період приєднання або відключення становить від 0 до 100 днів. Імплантація об'єктів, які були піддані двом попереднім операціям, починається не пізніше ніж через місяць і не пізніше 100 днів після першої операції. Розбиваючи ці часові межі на відрізки, отримуємо вираз:

$$d_3 = \begin{cases} 0 \leq d_{31} < 30 \\ 30 \leq d_{32} < 40 \\ 40 \leq d_{33} < 55 \\ 55 \leq d_{34} < 70 \\ 70 \leq d_{35} < 80 \\ 80 \leq d_{36} < 90 \\ 90 \leq d_{37} \leq 100 \end{cases} \quad (2.23)$$

Період збору врожаю виражається як кількість днів від дати потрапляння організму в ґрунт, яка може становити не менше одного місяця і не більше 7 місяців існування організму. Вікові інтервали або періоди початку збору врожаю розподіляються наступним чином:

$$d_4 = \begin{cases} 30 \leq d_{41} < 60 \\ 60 \leq d_{42} < 90 \\ 90 \leq d_{43} < 120 \\ 120 \leq d_{44} < 150 \\ 150 \leq d_{45} < 180 \\ 180 \leq d_{46} \leq 210 \end{cases} \quad (2.24)$$

Період поглинання відноситься до періоду, протягом якого необхідно поглинути тіло об'єкта, і не завжди відповідає поглинанню врожаю. Він починається не раніше ніж мінімальний період збору врожаю, який становить 30 днів, і може тривати а значення нуль, якщо об'єкт не є річним об'єктом. Нам потрібно розділити дані на інтервали, щоб отримати вираз:

$$d_5 = \begin{cases} 30 \leq d_{51} < 60 \\ 60 \leq d_{52} < 90 \\ 90 \leq d_{53} < 120 \\ 120 \leq d_{54} < 150 \\ 150 \leq d_{55} < 180 \\ 180 \leq d_{56} < 210 \\ 210 \leq d_{57} \leq 240 \end{cases} \quad (2.25)$$

Сьогоднішній рахунок записується в параметрі d_n , який визначається обмеженням усіх можливостей, враховуючи, що рік має 365 днів, високосний рік має 1 день, а нульових днів немає. Враховуючи це, значення параметрів d_n описуються виразами:

$$d_n = \begin{cases} 1 \leq d_{n1} < 7 \\ 7 \leq d_{n2} < 14 \\ 14 \leq d_{n3} < 21 \\ 21 \leq d_{n4} < 28 \\ 28 \leq d_{n5} < 30 \\ 30 \leq d_{n6} < 32 \\ 32 \leq d_{n7} < 40 \\ 40 \leq d_{n8} < 55 \\ 55 \leq d_{n9} < 70 \\ 70 \leq d_{n10} < 80 \\ 80 \leq d_{n11} < 90 \\ 90 \leq d_{n12} < 100 \\ 100 \leq d_{n13} < 120 \\ 120 \leq d_{n14} < 150 \\ 150 \leq d_{n15} < 180 \\ 180 \leq d_{n16} < 210 \\ 210 \leq d_{n17} < 2400 \\ 240 \leq d_{n18} \leq 366 \end{cases} \quad (2.26)$$

Сукупність параметрів *type*, що характеризують тип посадки, приймає значення 0 або 1, що відповідає відсутності або наявності даного типу при посадці або посіві біологічних об'єктів даного сорту і типу. У цьому випадку кожен елемент *n* представляє набір параметрів *type*. Отримуємо вираз:

$$type[n] = \begin{cases} type[n]_1 = 0 \\ type[n]_2 = 1 \end{cases} \quad (2.27)$$

Кожний параметр із множини *pr1*, виключаючи *pr1[po]*, якщо їх позначити змінною *x*, відповідає значенням в діапазоні $0 \leq x \leq 7$, де $x \in N$, означає певну кількість процедур протягом періоду до кінця збирання врожаю. Параметр *pr1[po]* поливу встановлюється також проміжком $0 \leq po \leq 7$, де $po \in R$, це визначає частоту поливів протягом тижня. Якщо параметр *pr1[po]* менше одиниці, то операція поливу відбувається менше, ніж один раз в тиждень. Отримуємо (2.28)-(2.29):

$$pr1 \cap pr1[po] \in \{0,1,\dots,7\} \quad (2.28)$$

$$pr1[po] \in \{0,0.25,\dots,1\} \cup \{2,3,\dots,7\} \quad (2.29)$$

Якщо позначи усі параметри множини $pr2$ змінною y , то усі складові цієї множини будуть належати проміжку значень $0 \leq pr2[y] \leq 240$, де $y \in N$, це відповідає номеру дня коли відбулись посіви, тобто день коли провели операції залежно від віку об'єкту.

Усі параметри множини B замінимо змінною z . Тож z отримає наступні значення: $1 \leq z \leq 366$, де $z \in N$, це відповідає номеру дня від нового року, отже день коли провели операції.

Параметр $time$, який умовно визначає період доби, а саме денний чи нічний, що поділяє добу на два проміжки часу, один з яких включає в себе власне нічний період, і є потрібний для встановлення припустимих меж температур залежно від періоду доби та наявності необхідності за потреби включення системи додаткового освітлення, що не є потрібною в нічний час, та має межі, встановлені у виразі:

$$time = \begin{cases} 8:00 \leq time_1 \leq 22:00 \\ 22:00 \leq time_2 \leq 8:00 \end{cases} \quad (2.30)$$

Для передавання та опису встановлених зв'язків між параметрів запропоновано граф, представлено на рис. 2.2.

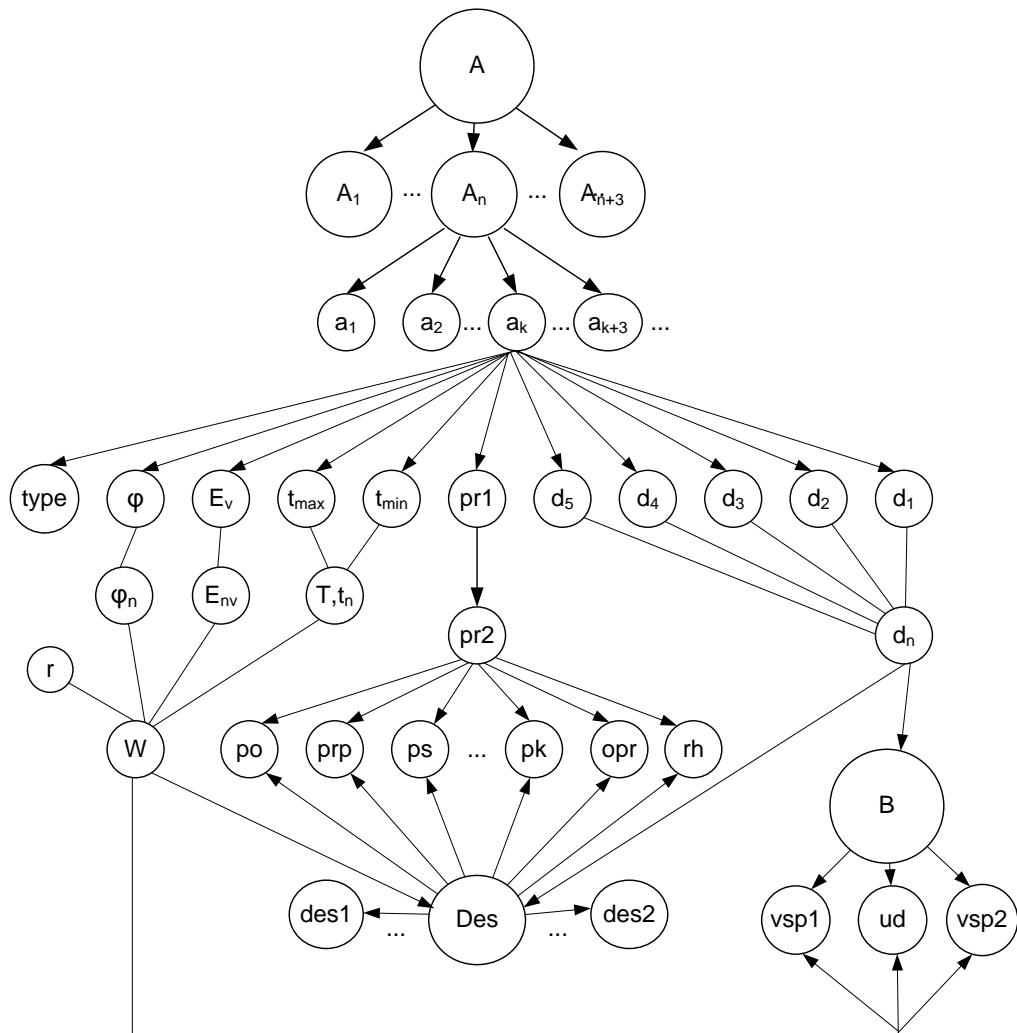


Рисунок 2.2 – Граф зв'язків БТС

2.4 Визначення методу ухвалення рішення

Щоб вирішити, чи потрібні певні операції з біологічним об'єктом або операції, що змінюють його середовище, необхідно визначити правила прийняття цих рішень. В рамках даної роботи запропоновано використання схеми наближеного висновку на основі моделі нечіткого рішення. Нехай Des визначає множину можливих рішень, а des_r – визначене, r -те у множині Des розв'язок; нехай $Q = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_k, \dots\}$ – множина правил прийняття рішень. Отже, правило прийняття потрібного рішення у загальному виді буде визначатись у вигляді:

$$Q: \text{if}(t_n \in t_z) \text{and}(\varphi_n \in \varphi_i) \text{and} \dots \text{and}(param_m \in [..]) \rightarrow des_r, \quad (2.31)$$

де t_z – нечіткий проміжок температур;

z – номер проміжка;

φ_i – нечіткий проміжок вологості;

i – номер проміжка;

$param_m$ – m -ний параметр;

[..] – проміжок, до якого належить параметр.

Розглянемо приклад застосування цього методу розв'язання для біологічного об'єкта № 3 сорту 2 (дебарао червоний) за певних умов: температури, вологості, освітлення тощо, що відрізняються від необхідних значень (табл. 2.2). Прийmemo для даного біологічного об'єкта $d_2 = 50$, $d_3 = 75$; отже, вхідні параметри мають різні значення, і рішення потрібно приймати на основі цих значень, деякі з яких обговорюються нижче. Ці приклади наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.2 – Умови забезпечення потрібних параметрів об'єкту 3 для сорту номер 2

	d_1-d_2	d_2-d_3	d_3-d_4	d_4-d_5
t_{min}	16-17	17-19	19-21	19-21
t_{max}	19-21	21-23	23-24	21-26
φ	65	65	65	60
E_v	14000	14000	14000	14000
po	0.5	1	1	1
opr	0	1	0	0
ps	0	1	3	0
pk	0	1	2	1
prp	0	1	2	2

Таблиця 2.3 – Приклади прийнятих рішень за конкретних умов

№	Умови	Прийняття рішення
1	$t_n = 18, d_n = 63, \varphi_n = 60,$ $E_{nv} = 13000, \text{time} = 15:00,$ $A_3, a_2.$	$Q_1 : \text{if}(t_n < t_{\max 2}) \text{and}(\varphi_n \in \varphi_3) \text{and}(E_{nv} \in E_{v2})$ $\text{and}(\text{time} \in \text{time}_1) \text{and}(d_2 < d_n < d_3) \rightarrow$ увімкнути підігрів приміщення
2	$t_n = 21, d_n = 63, \varphi_n = 30,$ $E_{nv} = 13000, \text{time} = 15:00,$ $A_3, a_2.$	$Q_2 : \text{if}(t_n \in t_{\max 2}) \text{and}(\varphi_n < \varphi_3) \text{and}(E_{nv} \in E_{v2})$ $\text{and}(\text{time} \in \text{time}_1) \text{and}(d_2 < d_n < d_3) \rightarrow$ увімкнути систему зволоження
3	$t_n = 27, d_n = 63, \varphi_n = 60,$ $E_{nv} = 13000, T = 20, \text{time} = 15:00,$ $A_3, a_2.$	$Q_3 : \text{if}(t_n > t_{\max 2}) \text{and}(\varphi_n \in \varphi_3) \text{and}(E_{nv} \in E_{v2})$ $\text{and}(\text{time} \in \text{time}_1) \text{and}(T < t_n) \text{and}(d_2 < d_n < d_3) \rightarrow$ увімкнути провітрювання
4	$t_n = 21, d_n = 63, \varphi_n = 60,$ $E_{nv} = 5000, \text{time} = 15:00,$ $A_3, a_2.$	$Q_4 : \text{if}(t_n \in t_{\max 2}) \text{and}(\varphi_n \in \varphi_3) \text{and}(E_{nv} < E_{v2})$ $\text{and}(\text{time} \in \text{time}_1) \text{and}(d_2 < d_n < d_3) \rightarrow$ увімкнути доосвітлення
5	$t_n = 29, d_n = 63, \varphi_n = 60,$ $E_{nv} = 13000, \text{time} = 15:00, T = 26,$ $A_3, a_2.$	$Q_5 : \text{if}(t_n > t_{\max 2}) \text{and}(\varphi_n \in \varphi_3) \text{and}(E_{nv} \in E_{v2}) \text{and}(T > t_{\max 2})$ $\text{and}(\text{time} \in \text{time}_1) \text{and}(T \leq t_n) \text{and}(d_2 < d_n < d_3) \rightarrow$ затінити біотех. об'єкт
6	$t_n = 21, d_n = 63, \varphi_n = 80,$ $E_{nv} = 13000, \text{time} = 15:00, \varphi = 60,$ $A_3, a_2.$	$Q_6 : \text{if}(t_n \in t_{\max 2}) \text{and}(\varphi_n > \varphi_3) \text{and}(E_{nv} \in E_{v2})$ $\text{and}(\varphi \in \varphi_3) \text{and}(\text{time} \in \text{time}_1) \text{and}(\varphi < \varphi_n)$ $\text{and}(d_2 < d_n < d_3) \rightarrow$ увімкнути провітрювання
7	$t_n = 21, d_n = 63, \varphi_n = 60,$ $E_{nv} = 30000, \text{time} = 15:00,$ $A_3, a_2.$	$Q_7 : \text{if}(t_n \in t_{\max 2}) \text{and}(\varphi_n \in \varphi_3) \text{and}(E_{nv} > E_{v2})$ $\text{and}(\text{time} \in \text{time}_1) \text{and}(E_{nv} / E_{v2} \geq 2)$ $\text{and}(d_2 < d_n < d_3) \rightarrow$ затінити біотех.об'єкт
8	$t_n = 21, d_n = 75, \varphi_n = 60,$ $E_{nv} = 13000, \text{time} = 15:00,$ $A_3, a_2.$	$Q_8 : \text{if}(d_n = d_3) \rightarrow$ почати висадку біоб'єктів у ґрунт

Візьмемо перший, тобто ситуацію, коли поточна температура на біотехнологічному об'єкті нижча, ніж необхідна температура для цього біологічного об'єкта в його поточному віці в днях. Якщо всі інші параметри в порядку, то необхідно прийняти рішення прогріти приміщення до температури.

У другому випадку, якщо теперішня відносна вологість повітря в біотехнологічному об'єкті є нижчою за вимоги трьох другорядних об'єктів для об'єкта певного віку, то при всіх інших параметрах у межах допустимих значень, таких як освітленість і температура повітря, Я піду, щоб увімкнути систему зволоження повітря.

Розглядаючи третій випадок, очевидно, що температура повітря в будівлі вище максимально допустимої денної температури для цього віку, оскільки всі інші розглянуті параметри досягають допустимих позначок, а температура повітря на вулиці нижче температури повітря для цього віку. . Проте температура всередині не перевищує допустимих норм для біологічних об'єктів. Щоб налагодити ситуацію, буде прийнято рекомендаційне рішення відкрити систему вентиляції.

У четвертому прикладі представлена ситуація, яка характеризується недостатньою освітленістю біологічних об'єктів в кімнаті протягом дня і коли всі інші параметри, такі як вологість і температура, прийнятні. У цьому випадку рекомендованим рішенням є включення системи освітлення цих об'єктів.

П'ята категорія враховує ситуацію, коли температура повітря в біотехнічному об'єкті перевищує гранично допустиму протягом доби для цього віку, а інші досліджувані параметри досягають допустимих меж і температура повітря перевищує допустиму межу для біологічного об'єкта. . Для виправлення ситуації, що склалася, рекомендується маскувати біотехнічні об'єкти.

Пункт 6: У разі, якщо відносна вологість повітря в приміщенні перевищує, а вулицю менше або допустимо для біологічних об'єктів у будівлі, для досліджуваного об'єкта враховуються допустимі значення інших параметрів середовища. У цьому випадку рекомендується включити систему вентиляції, яка забезпечує змішування більш вологого повітря з вологим, при цьому загальна вологість приміщення буде знижуватися.

Сьомий приклад - це випадок, коли освітленість приміщення в два і більше разів перевищує максимально допустимі значення для даного біологічного об'єкта розглянутого типу при наявності допустимих значень параметрів температури і вологості, характерних для об'єкт протягом дня, система затемнення повинна бути включена, щоб запобігти об'єктам від утворення опіків.

Нарешті, існує ситуація, коли біологічний об'єкт досягає нового стану або віку, що характеризується необхідністю виконання певних операцій з об'єктом, в даному випадку - необхідністю посадки об'єкта в ґрунт на постійне місце.

2.5 Висновки по другому розділу

У розділі 2 розроблені математичні та параметричні моделі, діаграми та методи прийняття рішень.

У цьому розділі створюється параметрична модель досліджуваної системи, що складається з наборів і підмножин, що містять усі змінні, що використовуються в системі. Визначено, що такою колекцією є досліджуваний біологічний об'єкт, що складається з різних видів консервованих об'єктів, які поділяються на різні різновиди.

Кожний організм має свої особливості у змісті, головними з яких є температура, вологість, освітленість; Стадії росту можуть відрізнятися температурою, світлом і вологістю. Крім того, для біологічних об'єктів необхідно проводити технічне обслуговування, яке включає різноманітні заходи для різних видів і для різних об'єктів.

Параметричні моделі вимагають опису границь допустимих значень, зроблених аналітично і розбитих на такі інтервали, щоб можна було максимально повно і точно описати досліджувані елементи системи. Для отриманої математичної моделі були побудовані діаграми, які чітко показують усі взаємозв'язки між елементами системи.

Важливо визначити правила прийняття таких рішень щодо деяких операцій з біологічною сутністю або операцій, що змінюють оточення. Для використання в цьому дослідженні рекомендується наближена схема логічного висновку, заснована на моделі нечіткого рішення. Розроблений метод прийняття рішень характеризується загальною формулою, на основі якої за конкретних умов навколишнього середовища біотехнологічного об'єкта створюються таблиці рішень.

3 МЕТОД АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ЛІНІЄЮ СКЛАДНИХ БІОТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Отже, розглянемо таку структуру систем автоматичного керування лінійними біотехнологічними комплексами (рисунок 3.1), умовно поділивши їх на інформаційні підсистеми; біологічні та технічні підсистеми.

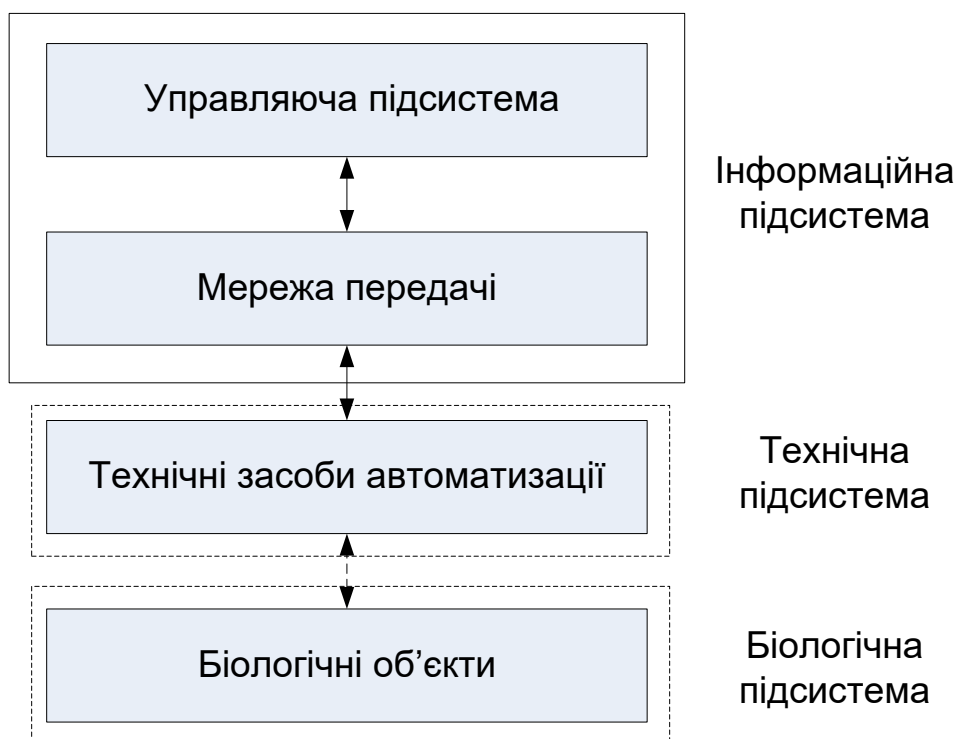


Рисунок 3.1 – Структура системи БТС

Відповідно до розділу 2 біологічні підсистеми можна умовно поділити на сукупність параметрів, що вказують на тип досліджуваного біологічного об'єкта (рівняння 2.1). По суті, біологічна підсистема є керованою підсистемою.

3.1 Методика складання записів складових автоматизовані системи лінії складних біотехнічних об'єктів

Позначимо символом A – множину, що складається з усіх досліджуваних біологічних об'єктів. Тож множина A вміщує у себе деяку кількість типів об'єктів, що можна позначити як $A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_n, A_{n+1}, \dots$, де n – натуральні числа, $n = 1, 2, \dots, i$.

Якщо припустити, що усі типи об'єктів A_n своєю чергою поділяється на різні сорти (формула 2.2), які можна позначити символами $a_1, a_2, a_3, a_4, \dots, a_k, a_{k+1}, \dots$, де k – натуральні числа, $k = 1, 2, \dots, i$. Тоді, кожен сорт має влісні набори характерних властивостей (формула 2.3). Тоді позначимо усі властивості змінними $param_s$, де s – натуральні числа, $s = 1, 2, \dots, i$.

На рисунку 3.2 представлено структуру біологічної підсистеми.

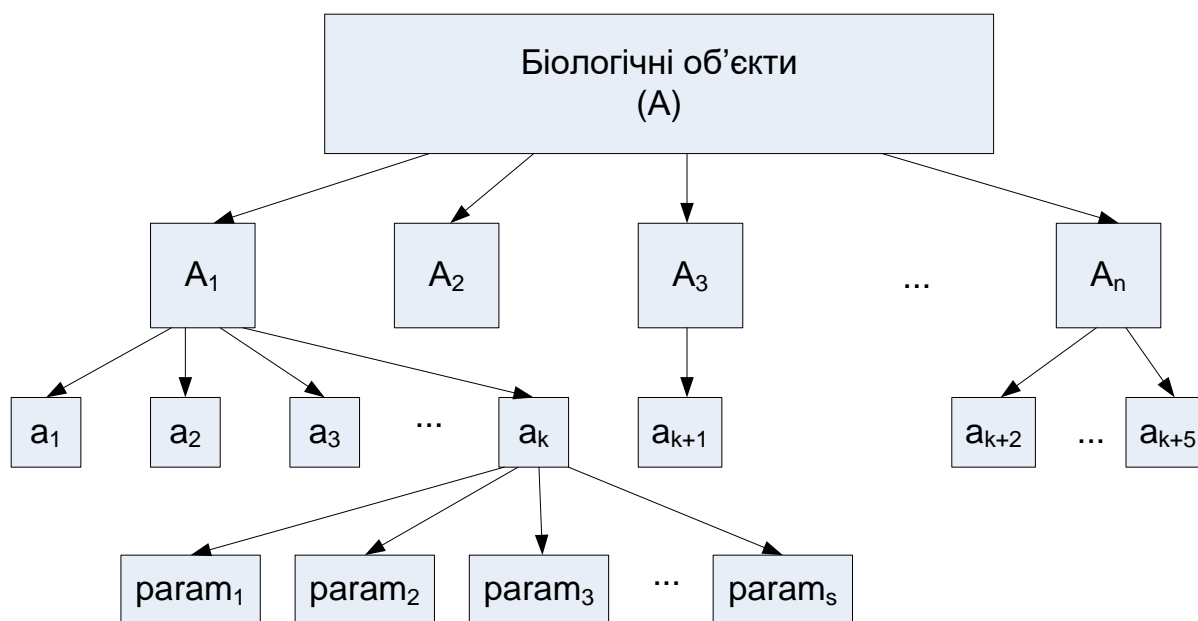


Рисунок 3.2 – Структурний взаємозв'язок біо-підсистем

Детально проаналізуємо тех. підсистему.

Її можна умовно розділити на дві великі групи, одна з яких включає всі датчики, а друга включає виконавчі підсистеми.

Припустимо, що перша група є набором D , включаючи датчики відносної вологості повітря, датчики температури, датчики освітленості та інші датчики, виражені таким чином $d_1, d_2, d_3, d_4, \dots, d_l, d_{l+1}, \dots$: де l є натуральне число $l = 1, 2, \dots, i$:

$$D = \{d_1, d_2, d_3, d_4, \dots, d_l, d_{l+1}, \dots\} \quad (3.1)$$

Тоді припускаємо, що друга група описується набором, який є набором підсистем виконання, таких як підсистеми опалення, підсистеми вентиляції, підсистеми зволоження повітря тощо, ми використовуємо $s_1, s_2, s_3, s_4, \dots, s_p, s_{p+1}, \dots$, де p – натуральне число $p = 1, 2, \dots, i$:

$$S = \{s_1, s_2, s_3, s_4, \dots, s_p, s_{p+1}, \dots\}. \quad (3.2)$$

Структура технічної підсистеми представлена на рисунку 3.3.

До складу інформаційної підсистеми входять такі частини: підсистема керування лінійним обладнанням, мережа та технологія передачі даних.

Лінійна підсистема управління обладнанням або підсистема управління складається з підсистем контролю, аналізу, планування та прийняття управлінських рішень. Нехай Des – множина управлінських рішень, тоді згідно з формулою (2.9) елементами цієї множини є певна множина рішень $des_1, des_2, \dots, des_r, \dots$, де r – деяке натуральне число, $r = 1, 2, \dots, i$.

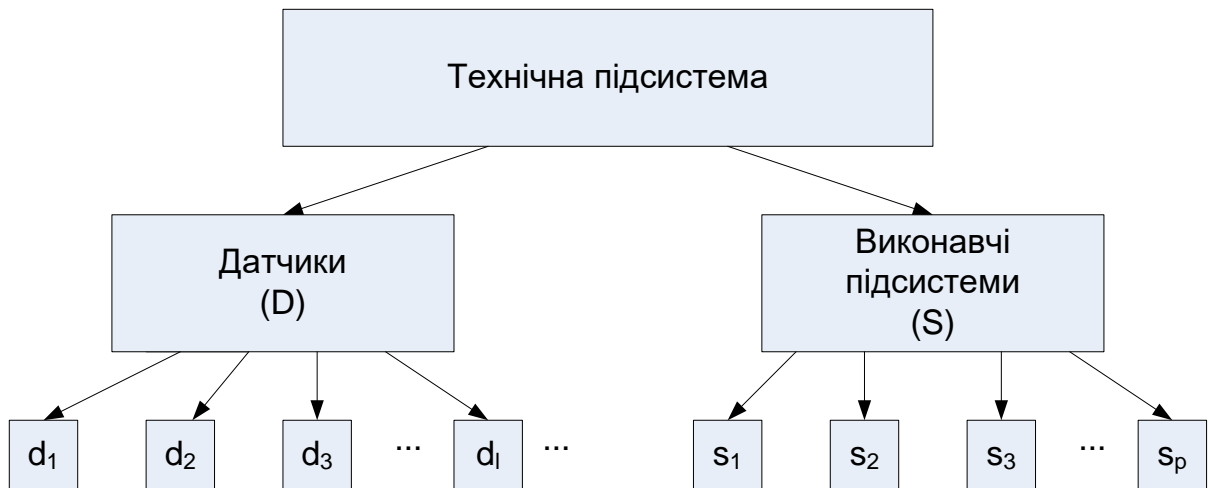


Рисунок 3.3 – Структура елементів тех. підсистеми

На рисунку 3.4 представлено структуру інформаційної підсистеми.

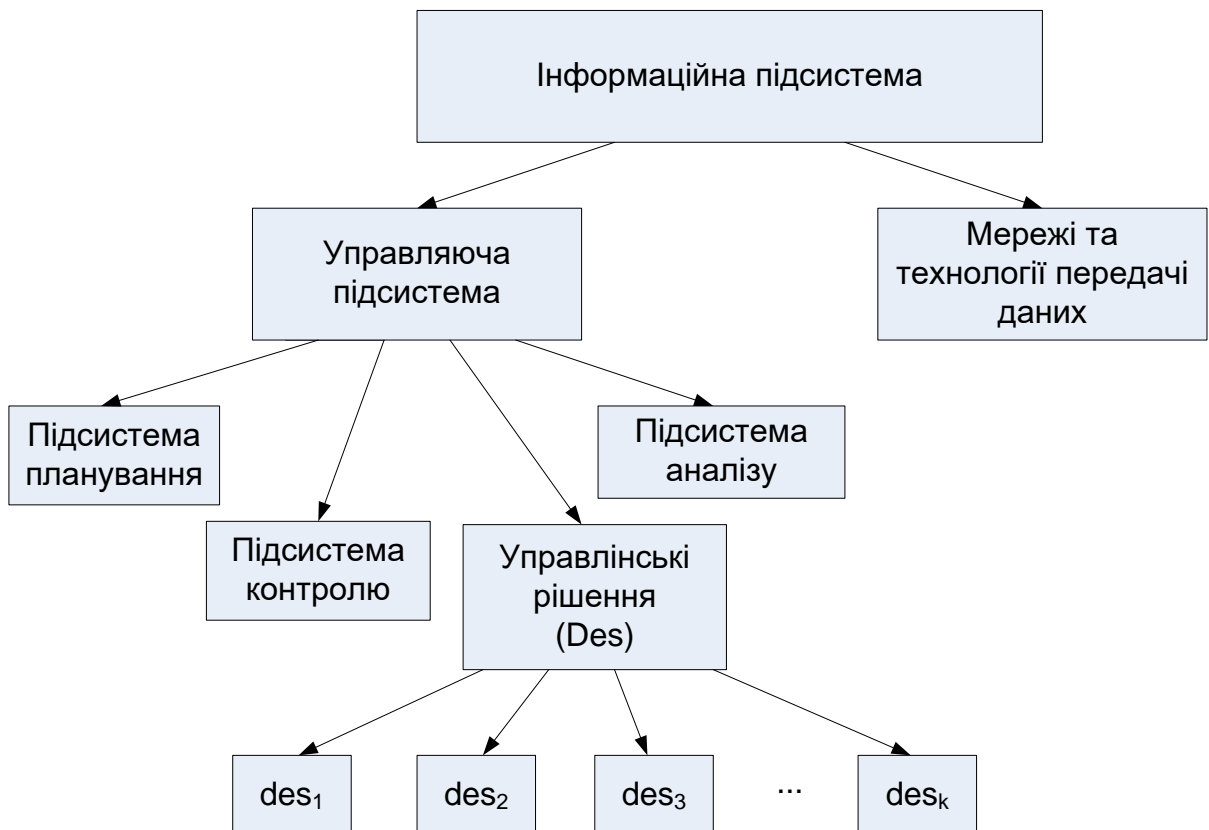


Рисунок 3.4 – Структура елементів інформ. підсистеми

Згідно з третім визначенням системи [27], вона складається з властивостей елементів, параметрів зв'язків і іншого набору цілей.

$$Sys = \{Ar, R, Q_{Ar}, Q_R, Z\} , \quad (3.3)$$

де Ar – сукупність елементів системи;

R – сукупність зв'язків системи;

Q_{Ar} – властивості елементів;

Q_R – властивості зв'язків;

Z – сукупність або структура цілей.

Перейдемо до власне визначення складових системи.

3.2 Визначення взаємозв'язків АСУ устаткування складних БО

Якщо існує множина A , у якій є підмножина A_n , так що відома в цій множині: $A_n \subseteq A$. Тож, якщо a_k – складові підмножини A_n , такі, щоб (вираз 3.4):

$$a_1, a_2, a_3, a_4, \dots, a_k \in A_n \wedge A_n \in a \Rightarrow \exists a_k : a_k \in A. \quad (3.4)$$

Припустимо, що для усіх a_k відомий наступна множина параметрів, які описані у виразі (3.5), так, що відомі для усіх a_k в множині A :

$$a_k = \{param_1, param_2, \dots, param_s, param_{s+1}, \dots\} \Rightarrow \exists param_s \forall a_k \in A. \quad (3.5)$$

Також прийемо, що відома така множина D , складовими якої є $d_1, d_2, d_3, d_4, \dots, d_l, d_{l+1}, \dots$, що приймають деякі значення, та виконується умова, описана у виразі:

$$\exists d_l : d_l \in D \quad (3.6)$$

Певному конкретному значенню $param_s$ набору a_k повинна відповідати задане значення d_l набору D .

Пускай існує множина правил та умов R , які описані у підрозділі 2.4, що є відповідністю між наборами a_k та D , то відповідно до визначення:

$$a_k \xrightarrow{R} D, R \subseteq a_k \times D \quad (3.7)$$

Встановимо властивості відповідності R :

- відповідність R є сюр'єктивною, тож $Im R = D$;
- відповідність R є не усюду визначеною, тож $Dom R \neq a_k$;
- відповідність R є однозначною, тож $param_s \in Dom R$ відповідає один елемент $d_l \in D$;
- відповідність R є ін'єктивною, тож різним елементам із $Dom R$ відповідають різні елементи з набору D .

Пускай існує набір S , для якого множина $s_1, s_2, s_3, s_4, \dots, s_p, s_{p+1}, \dots$ є елементами, що описано в формулі:

$$\exists s_p : s_p \in S . \quad (3.8)$$

Одночасно з тим, пускай відома множина Des , для якої набір $des_1, des_2, \dots, des_r, \dots$ є елементами, і завжди дотримується умова, описана в формулі:

$$\exists des_r : des_r \in Des . \quad (3.9)$$

Тоді пускай відомий набір правил та умов R' , що є відповідністю між наборами Des та S , то згідно формули:

$$Des \xrightarrow{R'} S, R' \subseteq Des \times S \quad (3.10)$$

Позначимо властивості відповідності R' :

- відповідність R' є сюр'єктивною, тож $\text{Im } R' = S$;
- відповідність R' є не всюду визначеною, тож $\text{Dom } R' \neq Des$;
- відповідність R' є однозначною, тож $des_p \in \text{Dom } R'$ відповідає один елемент $s_p \in S$;
- відповідність R' є ін'єктивною, тобто різним елементам із $\text{Dom } R'$ відповідають різні елементи з набору S .

Також пускай відомий набір правил та умов R'' , який є відповідністю між наборами S та D , то згідно виразу:

$$S \xrightarrow{R''} D, R'' \subseteq S \times D \quad (3.11)$$

Визначимо властивості відповідності R'' :

- відповідність R'' є сюр'єктивною, тож $\text{Im } R'' = D$;
- відповідність R'' є не всюду визначеною, тож $\text{Dom } R'' \neq S$;
- відповідність R'' є однозначною, тож $\forall s_p \in \text{Dom } R''$ відповідає єдиний елемент $d_l \in D$;
- відповідність R'' не є ін'єктивною, тож деяким різним елементам із $\text{Dom } R''$ відповідають однакові елементи з множини S .

Також пускай відомий набір правил та умов R''' , який є відповідністю між наборами D та Des , то згідно формули:

$$D \xrightarrow{R'''} Des, R''' \subseteq D \times Des \quad (3.12)$$

Встановимо властивості відповідності R'''

- відповідність R''' не є сюр'єктивною, тож $\text{Im } R''' \neq Des$;

- відповідність R''' є всюду визначеною, тож $DomR''' = D$;
- відповідність R''' є однозначною, тож $\forall d_1 \in DomR'''$ відповідає єдиний елемент $des_r \in Des$;
- відповідність R''' не є ін'єктивною, тож деяким різним елементам із $DomR'''$ відповідають однакові елементи з множини Des .

Метою системи є досягнення існування відповідності $R: a_k \rightarrow D$ шляхом застосування відповідностей R', R'', R''' .

Запис умови досягнення цілей у виразі:

$$\text{Якщо } \neg \exists d_1 : d_1 \in D \wedge param_s \xrightarrow{K} d_1 \Rightarrow d_1 \xrightarrow{K''} des_r \wedge des_r \xrightarrow{K'} s_p \wedge s_p \xrightarrow{K} d_1$$

$$\text{Якщо } \exists d_1 : d_1 \in D \wedge param_s \xrightarrow{K} d_1 \Rightarrow des_r. \quad (3.13)$$

У загальному вигляді граф відношень поміж множинами наведний на рис. 3.5.

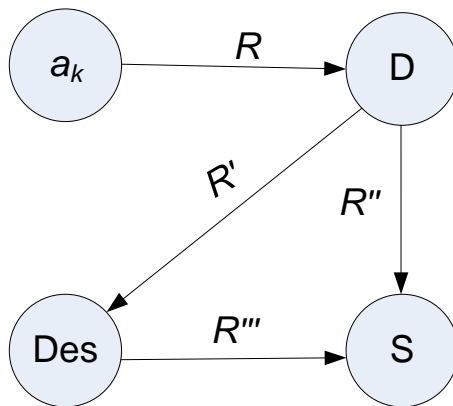


Рисунок 3.5 – Граф взаємозв'язків множин елементів

На основі вищезазначеного ми створимо алгоритм на основі таблиці в Розділі 2.4, використовуючи умови досягнення мети (Рівняння 3.13) та інформацію, описану в Розділах 2 і 3.

Блок-схема збірки представлена на рисунку. 3.6. Алгоритм складається з початкового та кінцевого блоків, блоків введення даних, блоків, які описують умови, та блоків, які виконують дії (такі як прийняття та реалізація рішень).

Програма спочатку зчитує дані з датчиків, щоб визначити поточні значення освітленості, температури і вологості, а також визначити поточну дату і час. Далі оператор вводить або вибирає з існуючого списку тип і вид досліджуваного біологічного об'єкта, який є продуктом, що виробляється в даний момент.

Наступним кроком є перевірка, чи збігається поточна дата з датою визначеної операції, наприклад занурення, посадки, збору тощо. Якщо терміни збігаються, вирішено розпочати необхідні роботи. В іншому випадку для кожного параметра обраного біологічного об'єкта перевірити відповідність умови утримання поточному значенню.

Перш ніж визначити, чи відповідають умови в біотехнологічному об'єкті рекомендованим умовам перебування, необхідно перевірити час доби, щоб визначити, чи потрібно підтримувати стандарти температури та освітленості вдень чи вночі. Після цього перевірте, чи кожен фактор, що впливає на продуктивність, потрапляє в необхідний діапазон значень.

Якщо необхідне значення параметра відповідає, поточне значення показання датчика відображається оператору та відображається повідомлення про процес або нормальний хід процесу. У протилежному випадку програма перевіряє, чи відсутні або перебільшені певні значення параметрів, і генерує відповідні рішення для зменшення або збільшення значень параметрів середовища проживання біологічного об'єкта.

Якщо управлінські рішення були прийняті після завершення попередніх етапів, наступним кроком має бути виконання наказів і дій цих рішень для досягнення мети підтримки мікроклімату навколишнього середовища в біотехнологічному об'єкті.

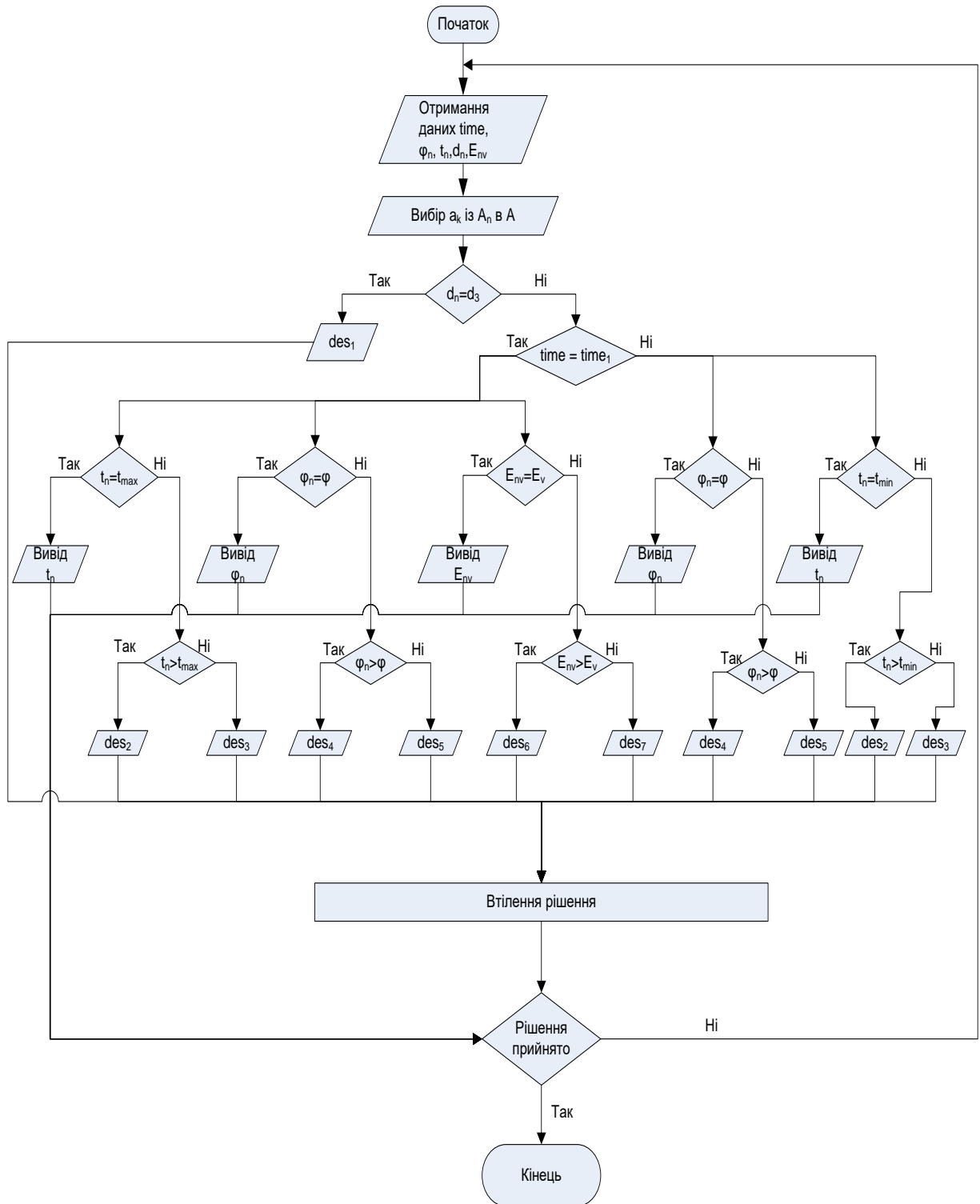


Рисунок 3.6 – Блок-схема алгоритму

Після цього перевіряється остання умова - чи прийнято рішення, інакше програма запускається спочатку. В іншому випадку програма припинить свою роботу.

3.3 Висновки до третього розділу

У розділі 3 запропоновано підхід до автоматизованого керування роботою технологічних ліній обладнання складних біотехнологічних об'єктів. Усі існуючі набори елементів, набори зв'язків між елементами, набори їх якостей і набори цілей визначаються в термінах третього визначення системи, спрямованого на досягнення найбільш сприятливих умов для збереження біологічних утворень. Враховуючи всі змінні та впливи, які впливають на ваші цілі. Зв'язки між елементами описуються як відносини між множинами.

На основі розроблених елементів, зв'язків і цілей, визначених за допомогою теорії множин, формується діаграма, що представляє взаємозв'язок між множинами щодо досягнення мети.

За результатами досліджень розроблено алгоритм як спосіб автоматизації управління лініями обладнання складних біотехнологічних об'єктів.

4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

4.1 Аналіз мов для програмування та середовищ розробки

Вибір мови визначається проблемою, яку потрібно вирішити. Справжня проблема відбору полягає в тому, що завдання можуть бути неправильно визначені. Це відбувається тому, що певні «приховані» завдання стають очевидними в процесі розробки. Тому рекомендується вибрати мову, яка може виконувати найбільший клас завдань як основна мова. Звичайно, вузькоспеціалізовані мови можуть бути більш ефективними у виконанні конкретних завдань, для яких вони були розроблені, але загальність є основним фактором при виборі мови програмування.

Крім універсальності, є й інші:

- простота;
- популярність – мова повинна часто оновлюватися, мати велику спільноту розробників, мати високий попит серед великих компаній. Ще однією перевагою є те, що чим загальніша мова, тим легше знайти відповіді на робочі запитання, які виникають.

Ці три описи [28] найбільш точно втілюють мови: Python, C#, Java та Ruby.

4.1.1 Опис мови програмування Python

Створений у 1980-х роках голландським програмістом Гвідо ван Россумом, великими технологічними компаніями, які використовують Python, є Yandex, Google, Facebook і YOMTube. Це те, що називається мовою сценаріїв - запис низькорівневого вмісту програми. Він використовується у веб-додатках, розробці ігор, серверному програмному забезпеченні тощо. Врахуйте сумісність мов і критерії вибору:

- простота: код легко читається; вона повинна мати чітку структуру для початку розробки;

-популярність: це найпопулярніша мова в університетських курсах США, і вона переглядається в середньому приблизно через 2,5 роки згідно з TIOBE Software – компанією, яка надає індекс спільноти програмістів за січень 2016 року, вона входить до п'ятірки найкращих мов у список найпопулярніших;

-універсальність: на Python можна робити майже все: від сценаріїв системного адміністрування та веб-сайту до систем машинного навчання та ігор.

4.1.2 Опис мови програмування C

Мова існує з кінця 1990-х років. Він заснований на C++ і Java. В першу чергу він використовується для реалізації великих бізнес-проектів, але не має такого обмеження. Він може бути застосований до будь-якого проекту такого типу, перевірте його мовну сумісність і критерії відбору:

– простота: подібна до C++ і Java з точки зору структури – Синтаксис суворіший, ніж у Python або Ruby, але інтерфейс бібліотеки справді відповідає шаблону проектування;

– популярність: згідно з даними за 2015 рік, мова популярна, оскільки написана на C# для програм Windows Phone разом із програмами iOS та Android. Існує багато документації, але дуже мало безкоштовних ліцензованих бібліотек;

– універсальність: мова була створена програмістами Microsoft для розробки додатків Windows, але вона також використовується в інших системах; його можна використовувати у вбудованих, а також на настільних і серверних платформах.

4.1.3 Опис мови програмування Ruby

Розроблено японським розробником під впливом Perl. Заснована в 1995 році. Shopify, Github, GroMPon, Yellow Pages, Twitter і Slideshare — це програми, написані на Ruby. Він набирає обертів, але в основному поширений серед стартапів, а не великих компаній. Ідеально підходить для реалізації легкого інтернет-проекту. Розглянемо мовну сумісність і критерії вибору:

- простота: незважаючи на те, що код можна легко прочитати за допомогою стилю Python, він переносить особливості дизайну або компонування Python, і він не має багато стандартних бібліотек, як в інших мовах, тому для пошуку потрібен час;

- популярність: десять найкращих мов за програмним забезпеченням ТЮВЕ з великою кількістю доступних безкоштовних бібліотек

Універсальність: найменш універсальний із чотирьох – переважно підходить для веб-розробки, з іншого боку, ви можете робити дуже різні та дуже круті речі у веб-проектах.

4.1.4 Опис мови програмування Java

Перша версія мови була випущена в травні 1995 року. Amazon, eBay, LinkedIn і Yahoo використовують Java для розгляду відповідності між мовою та критеріями вибору:

- простота: як згадувалося раніше, синтаксис Java і C# дуже подібний, але, як і в першому випадку, синтаксис складніший, ніж синтаксис Ruby і Python;

- популярність: у світі існує 3 мільярди Android-смартфонів - це означає, що Java буде користуватися попитом протягом тривалого часу, і за даними ТЮВЕ Software, Java є найпопулярнішою;

- універсальність: найчастіше використовується для корпоративної розробки та програм Android.

4.1.5 Обрання середовища та мови програмування

Досвідчені розробники почали називати мову програмування Python «виконуваним псевдокодом». У зв'язку з цим, синтаксис мови і стандартна бібліотека підкреслюють читабельність і зручність для користувача, а якщо додати найширший спектр засобів розробки, бібліотек, вибір навчального матеріалу – виходить одна з найкращих мов програмування.

Отже, найближчими днями використання Python як мови програмування збільшиться.

Під час написання коду на Python вам потрібне інтегроване середовище розробки. Під час деяких досліджень, які ми провели, ось список, який ми склали, найкращих IDE для Python (починаючи з найкращих).

Середовище PyCharm і його функції працюють у Windows, MacOS і Linux. Розроблено для Python, Javascript, Coffeescript, Typescript, HTML/CSS, AngularJS, Node.js тощо. Це передбачає інтегроване модульне тестування, перевірку коду, інтегрований контроль версій, інструменти рефакторингу коду, набір інструментів навігації по проекту, вибору та автозаповнення. Підтримка закритого коду для багатьох сторонніх фреймворків веб-розробки, включаючи Django, Pyramid, web2py, Google App Engine і Flask тощо, що робить PyCharm дуже універсальною IDE для швидкої розробки програм.

Середовище PyDev: надання плагіна Python, що працює з усіма доступними ОС; можливість створення нових проектів Django за допомогою вказаних гарячих клавіш для запуску команд Django та запуску окремої конфігурації запуску лише для Django.

Середовище WingWare і його можливості. Працює на Windows, Linux і MacOS. Немає можливості вийти. Наповнений потужним налагоджувачем, який дозволяє встановлювати контрольні точки, виконувати покроковий код, перевіряти дані, виконувати віддалене налагодження та налагоджувати шаблони Django. Підтримка Matplotlib, автоматичне оновлення діаграми.

Доповнення коду, підсвічування синтаксису, браузер виведення, графічний налагоджувач і підтримка систем контролю версій.

Komodo IDE та його особливості:

- IDE для динамічних мов, таких як Python, PHP і RUBY;
- підтримує Windows, MacOS і Linux;
- власність за власною ліцензією.

Підтримка Django: підсвічування синтаксису та доповнення коду шаблонів. Рефакторинг, автоматичне завершення, підказка виклику, зіставлення дужок, навігатор коду, gotodefinition, графічний налагоджувач, багатопотокове налагодження, встановлення точок зупину за умовою, підтримка аналізу коду та підтримка «зовнішніх» фреймворків тощо. pyWin32 Забезпечує базову інтеграцію, наприклад підтримку тестування та зразок графічного інтерфейсу користувача. Інтеграція менеджера пакетів у поєднанні з відстеженням історії, засобами візуалізації обговорень із вкладками для коментарів, швидкою навігацією до будь-якої частини всього вмісту (Commando) тощо.

Екліпсичне середовище та його характеристики:

- універсальна платформа;
- повна підтримка всіх операційних систем;
- відкритий і підтримує всі відомі мови;
- безліч плагінів.

Середа Geany має такі характеристики: доступна під ліцензією типу GPL;

Середовище Spyder і його функції: включаючи багатомовний редактор, інтерактивну консоль, засіб перегляду документів, засіб перегляду змінних, засіб перегляду файлів та інші функції. Навіть якщо Spyder є автономною IDE, вона підтримується багатьма платформами, включаючи Windows, Linux, Mac Os, Mac OS X тощо. Вона також поширюється як бібліотека розширення PyQt, яку можна включити в програми PyQt5. Програмне забезпечення є відкритим кодом і доступне безкоштовно за ліцензією MIT.

PyScripter — це безкоштовне середовище розробки Python із відкритим кодом, яке поєднує редагування файлів із налагоджувачем Python.

Середовище: середовище Python-IDLE, включене в стандартну бібліотеку Python, але краще для роботи або написання невеликих фрагментів Python і експериментування з різними функціями в Python [29].

Провівши аналіз, описаний вище, було прийнято рішення використовувати середовище Python-IDLE для написання програми.

4.2 Розробка САУ устаткування складних біотехнічних об'єктів

Написано програму для реалізації розробленого методу автоматизації ліній обладнання складних біотехнологічних об'єктів у обраному середовищі розробки.

На рисунку 4.1 показані характеристики пристрою, на якому розроблено цю програму

Елемент	Значення
Назва ОС	Майкрософт Windows 10 Корпоративная
Версія	10.0.17134 Складання 17134
Інший опис ОС	Недоступно
Виробник ОС	Microsoft Corporation
Назва системи	HPG6
Виробник	HP
Модель	HP 250 G5 Notebook PC
Тип	Комп'ютер на базі x64
Обліковий номер системи	W4N35EA#ACB
Процесор	Intel(R) Pentium(R) CPU N3710 @ 1.60GHz, 1601 МГц, ядер 4, логічних процесорів 4
Версія BIOS/Дата	Insyde F.21, 27.10.2016
Версія SMBIOS	2.8
версія вбудованого контролера	64.40

Рисунок 4.1 – Характеристики обчислювальної системи реалізації

Програма використовує підхід експертної системи. База знань складається з показань датчиків, а також виду, виду та різноманітності біологічних об'єктів. Висновок здійснюється за датою посіву, показаннями датчиків, часом доби тощо, дозволяючи приймати рішення за допомогою клацання миші. Користувач також може вибрати і виконати будь-які інші операції, які можуть знадобитися для біологічних об'єктів.

Зразок коду: повний код розробленої програми див. у Додатку А.

На скріншоті з рисунка нижче зображено головне вікно програми з деякими важливими функціональними елементами: розкритими списками, текстовими полями, кнопками, написами. Зручний інтерфейс забезпечує простий вибір виду, типу та різновиду досліджуваного біологічного об'єкта та введення дати посіву для визначення початкової дати посіву та розрахунку поточної дати для вимірювання рівня розвитку.

Кнопка «Оновити» скидає параметри всередині дати початку, сучасної дати та часу до значень за замовчуванням, які було стерто з пристрою, де встановлено програму. Крім того, протягом додаткового часу програми кнопка «Оновити» знову дає змогу знімати показання з відповідних датчиків для поточної температури, освітлення та вологості.

Натиснувши кнопку «Отримати управлінське рішення», ви перейдете до наступного вікна із запропонованими напрямками дій за обставин.

Кожен наступний список, що випадає, активується після вибору в попередньому списку, тому різновиди різних видів і істот не заплутуються.

Після натискання кнопки «Отримати управлінське рішення», якщо вибраний вид не існує в біотехнологічній базі даних або не вибраний взагалі, з'явиться повідомлення про помилку (рисунок 4.3).

Після введення всіх необхідних параметрів з'явиться вікно з рекомендаціями щодо прийняття управлінських рішень, у тому числі з можливістю їх виконання, натиснувши кнопку «Виконати рекомендації» (рис. 4.4). Передбачається, що операції будуть виконуватися послідовно в пріоритетному порядку.

Кнопка «Вибрати іншу дію» дозволяє вибрати необхідні дії на думку оператора і виконати їх в автоматичному режимі при наявності необхідного обладнання. Вікно, яке відкривається після натискання цієї кнопки, показано на рисунку 4.5.

Управління біотехнічним об'єктом

Виберіть вид об'єктів

Виберіть тип об'єктів

Виберіть сорт об'єктів

Не обрано

День посіву

Оновити

Поточна температура

20 Оновити

Поточна вологість

50 Оновити

Поточна освітленість

10000 Оновити

Поточна дата

15 12 2019 Оновити

Поточний час

10 37 Оновити

Отримати управлінське рішення

Рисунок 4.2 – Головне вікно програми

Управління біотехнічним об'єктом

Виберіть вид об'єктів

Виберіть тип об'єктів

Виберіть сорт об'єктів

Не обрано

День посіву

Поточна температура

Оновити

Управлінське рішення

!Біологічний об'єкт відсутній у біотехнічному об'єкті!

Обрати іншу дію

Виконати рекомендацію

Отримати управлінське рішення

Рисунок 4.3 – Вікно пропозиції рішення управління

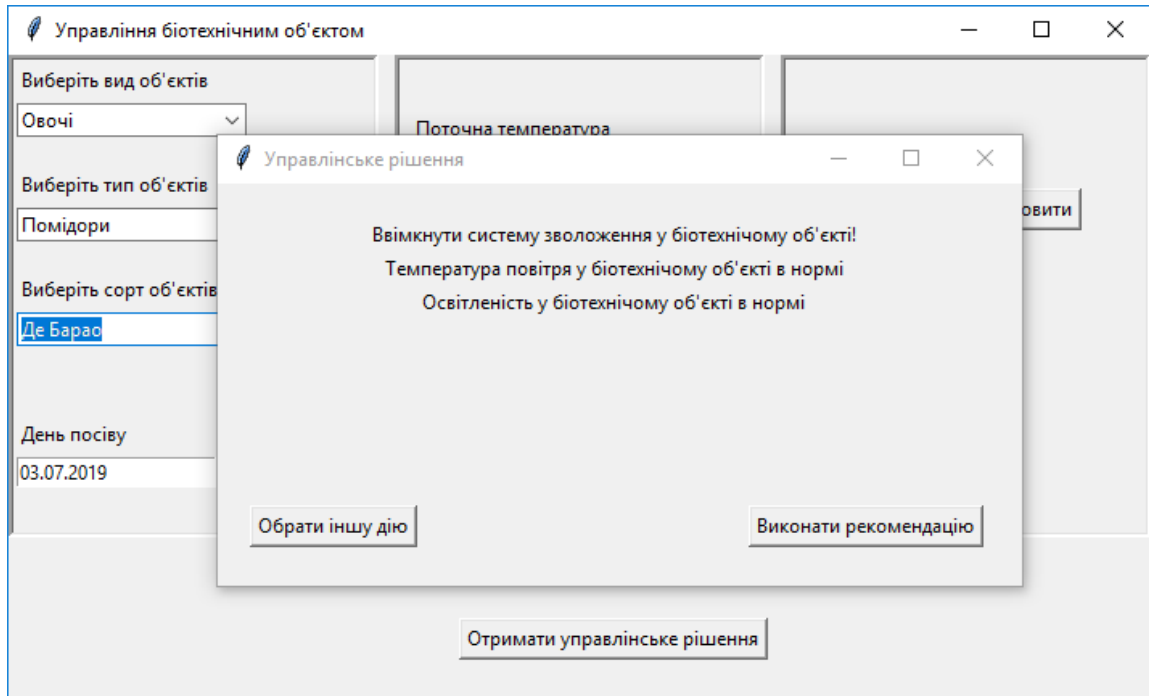


Рисунок 4.4 – Вікно пропозиції параметрів

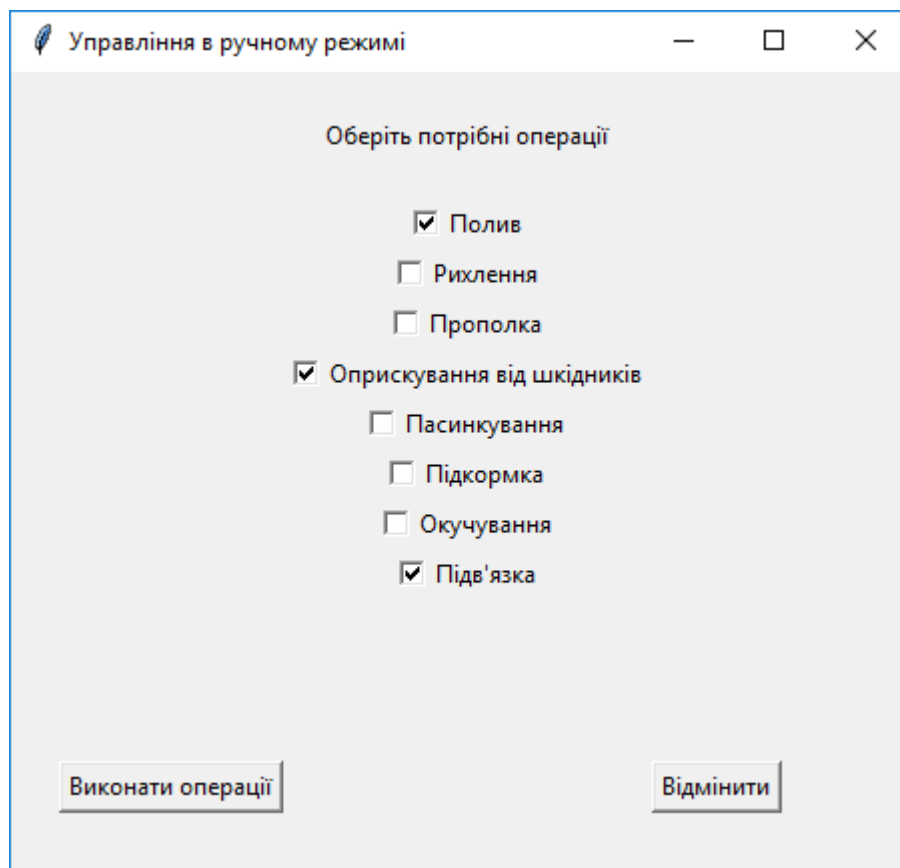


Рисунок 4.5 – Вікно обрання управлінського рішення (ручний режим)

Натискання кнопки «Виконати дію» виконує вибраний пункт, а натискання кнопки «Скасувати» закриває вікно «Керування ручним режимом».

4.3 Альтернативне автоматизоване управління устаткуванням складних біотехнічних об'єктів

Програмне забезпечення СКУД адмініструє сервер СКУД і координує роботу периферійних пристроїв з сервером СКУД.

Для забезпечення взаємодії програмного забезпечення ЕБУ з периферійними функціями автоматизації (ПП) організовується локальна мережа: сервер СЦЗ і всі ПП повинні знаходитися в одній підмережі.

ПП підключається до локальної мережі через Wi-Fi. Таким чином, для організації локальної мережі необхідно застосувати використання Wi-Fi роутера (або його заміни). І, крім того, програмне забезпечення СКУД наразі не дозволяє використовувати смартфони та планшети як точки доступу.

Інтерфейс користувача програмного забезпечення ACS відрізняється в кожній операційній системі, але має однакову функціональність (Рисунок 4.6). Апаратно-програмний комплекс забезпечує керування периферійними пристроями для реалізації функцій автоматизації.

Щоб переконатися в гнучкості автоматизованого керування процесами, керованим користувачем, у програмному забезпеченні АСУ реалізована лінійка програм автоматизованого керування процесами. Програми запускаються системними подіями на основі подій, що виникають від датчиків або користувачів, і забезпечують необхідну гнучкість в управлінні автоматизованими процесами.

Основними сферами застосування АСУ є автоматизація процесів управління вирощуванням біологічних об'єктів, у тому числі мікрокліматом у БТС та можуть використовуватися в ізольованих приміщеннях. Зараз розробляються інші програми.

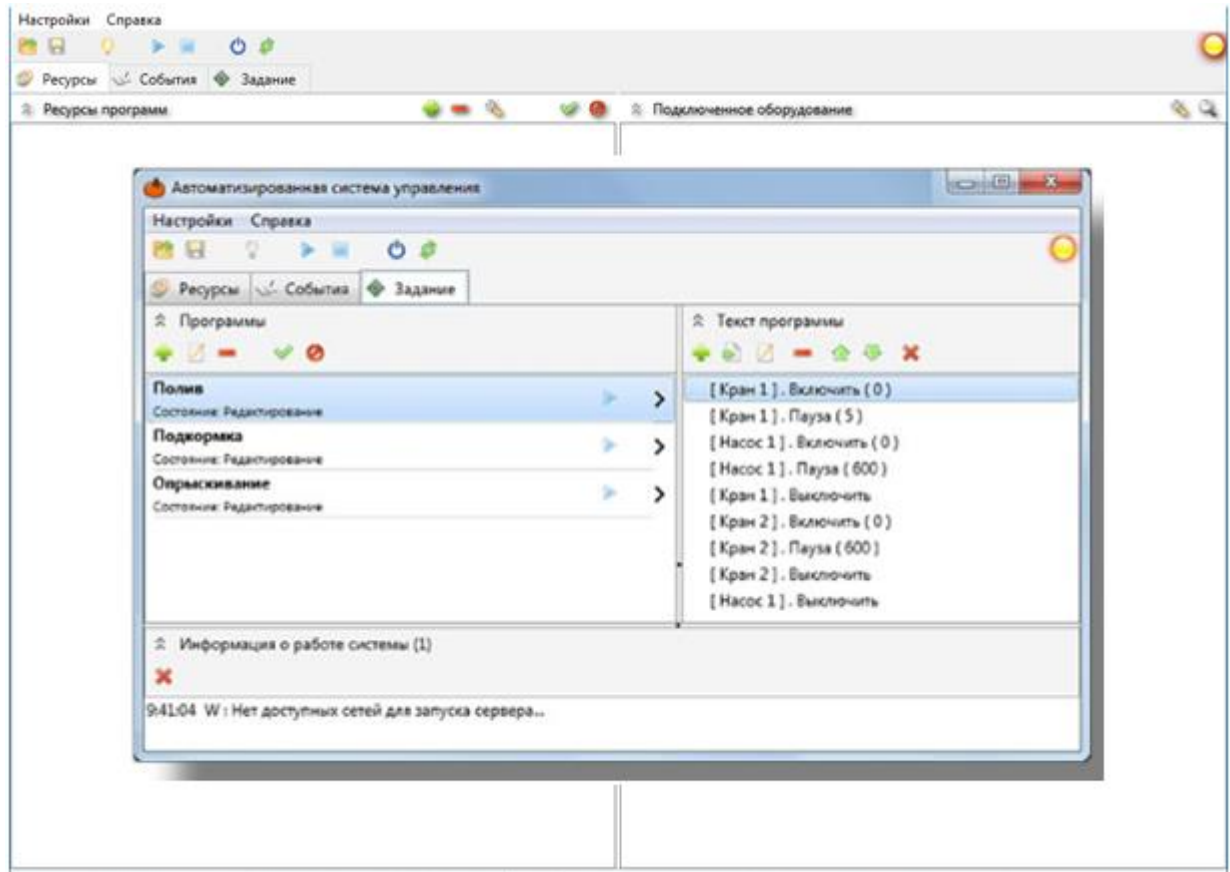


Рисунок 4.6 – Интерфейс программы

Запропонована система управління мікрокліматом БТС спрямована на автоматизацію процесу управління мікрокліматом, структурна схема якої наведена на рисунку 4.7.

Сервер керує периферійними пристроями (ПП) системи контролю мікроклімату БТС та управляє взаємодією між ПП. Як працює сервер:

- ПК під керуванням Windows 7 і вище (32- або 64-розрядна);
- планшет або смартфон з діагоналлю 5 дюймів або більше під керуванням ОС Android 6.0 і вище.

Маршрутизатори, що працюють по Wi-Fi, забезпечують LAN, який необхідний для зв'язку між сервером і периферійними пристроями. У той же час він підключається до маршрутизатора Wi-Fi через кабель Ethernet, а також у бездротовому режимі.



Рисунок 4.7 – Структурна системи задавання мікроклімату БТС

CUWDb є більш складним програмованим пристроєм для керування сигналами реле та сервовідводами. З огляду на особливості каналу управління обладнанням, він дозволяє управляти кранами, насосами, вентиляторами, освітленням, іншими електричними навантаженнями за допомогою сервоприводу. CUWDb має варіанти виконання; залежно від вимог клієнта,

одна або кілька CUWDb можуть бути встановлені в SUMBTS з однаковими або різними варіантами реалізації.

SC-01 - сенсорний контролер для отримання інформації з таких датчиків, як температура, вологість, освітленість, датчик рівня рідини, датчики потоку та датчики якості води, він підтримує розширюване підключення датчиків.

DCC-01 - контролер керування приводом для керування приводами ASL500/ASL1000/ASL2000 для відкриття вентиляційних пристроїв, захисних сіток і сонцезахисних жалюзі.

Після відкриття програмної реалізації системи управління мікрокліматом BTS на комп'ютері характеристики вигляду такі, як на рисунку 2. У вікні 4.1 кнопки керування згортанням, масштабуванням і закриттям не працювали, тому демонстрували нестабільну поведінку [30].

4.4 Порівняльний аналіз запропонованої АСУ устаткування BTS

У нашій подальшій оцінці, щоб повністю визначити функціональність розробленого програмного забезпечення, ми збираємося порівняти розроблене програмне забезпечення з іншими рішеннями для відповідних завдань, доступними на ринку.

Переваги та недоліки розробленого програмного забезпечення є.

При цьому наявними перевагами запропонованих математичних моделей разом з керуванням шляхом автоматизації ліній виробництва обладнання для складних біотехнологічних об'єктів є:

– гнучкість і адаптованість до будь-якого біологічного об'єкта шляхом доповнення знань про умови його оптимального утримання; – не тільки волого-температурний режим та освітленість, враховуючи стадію розвитку біологічного об'єкта, а необхідні операції та їх періодичність; - технології не прив'язані до певних засобів автоматизації, що дозволяє зручно і економно їх вибирати і ставити цілі в потрібних місцях;

Без зайвих невикористаних модулів дозволяє вирішувати прикладні задачі; залежно від потреб можна регулювати вік організму, його стадію розвитку та мікроклімат; причини – для кожної можливої проблемної ситуації є готові управлінські рішення

- багато оптимальних екологічних умов зберігання біологічних об'єктів засновані на досвіді та рекомендаціях експертів, щоб не продовжувати час на аналіз подібних ситуацій у минулий період, прогнозування та оцінку прогнозів;

- простий і понятний інтерфейс.

Недостатки впровадження розроблених моделей і методів:

- не вирішує управлінських проблем “здесь і зараз”, потрібна адаптація конкретних технічних рішень автоматизованих ліній виробництва, що може зайняти інший час;

- якісь складні проблемні кейси не можна виокремити та правильно вирішити через брак досвіду;

- пристрої постачаються без будь-яких інтерфейсів для зв'язку, останні повинні бути реалізовані всередині за допомогою програмування.

Розглянемо переваги та недоліки аналогічних програм.

Переваги програмного забезпечення для управління мікрокліматом BTS:

- можливість підключення пристроїв в інтерфейсі;
- додатки для керування пристроєм можуть працювати;
- великий вибір навісних пристроїв;
- календар і планувальник
- дружній інтерфейс.

Переваги цього рішення:

- можливість збереження конфігурації. Недоліки цього рішення:
- некоректно відображається вікно при запуску Windows 10;
- багато, але відносно мало контрольних пристроїв;

– склад завдання та послідовність операцій, а також механізм виконання та його параметри; етапи, операції обчислення віку та типу біологічних об'єктів.

Давайте проаналізуємо споживання пам'яті двома системами. Отримані дані занести в таблицю. 4.1.

Таблиця 4.1 – Порівняння розмірів займаної пам'яті розробленої системи та аналога

	Створене ПЗ	Аналог
Розмір ПЗП	7,2 МБ	22,3 МБ
Об'єм ОЗП	9,3 МБ	18,9МБ

Під якістю програмного забезпечення будемо розуміти сукупність властивостей, які визначають його корисність, наукову цінність та ефективність. Ключовим моментом будь-якої оцінки є вибір і обґрунтування відповідних критеріїв, характеристик і параметрів. При цьому стандарт повинен відповідати таким загальнонауковим вимогам:

- об'єктивні;
- включати суть і ключові моменти досліджуваного явища, бути короткими і зрозумілими;
- висвітлювати типові аспекти явища;
- висловлювання є лаконічним, ясним, точним і простим;
- охоплює всю область оцінювання.

Процес оцінки якості програмного забезпечення поділяється на апіорну оцінку, яка є деякою перевіркою якості отриманого програмного продукту та наукового представлення результатів дослідження, та апостериорну оцінку, яку можна отримати шляхом вивчення ефектів, отриманих після використання програмного забезпечення.

Існує три методи оцінки якості ПЗ:

- експериментальна оцінка якості;

- експертна оцінка;
- комплексна оцінка.

У всіх методах важливим моментом стає вибір критеріїв. У таблиці 4.2 наведено необхідні та достатні критерії та показники, відібрані для оцінки якості розробленого програмного забезпечення та його аналогів на основі критеріїв, зазначених у стандарті. Оцінка ПЗ може проводитися експертами за 1-бальною шкалою для необхідних критеріїв і за 50-бальною шкалою для достатніх критеріїв.

Таблиця 4.2 – Результати оцінювання якості розробленої програмної продукції і його аналога

Критерій оцінки	Створене ПЗ	Аналог
Необхідні критерії		
Функціональна повнота	90	83
Універсальність	92	85
Ефективне використання	81	84
Продуктивність роботи	96	91
Системність	88	94
Точність управління	88	88
Надійність та системна цілісність	78	83
Завершеність системи	91	82
Простота встановлення	93	95
Практичність	84	80
Достатні критерії		
Ергономіка	95	86
Зручність	65	86
Можливість аналізу	71	63
Можливість адаптації	91	93
Можливість змін	94	78

Загальний рівень якості ПП k можна знайти за виразом:

$$k = 0,01 \left(\frac{\sum_{i=1}^{N_1} m_i x_i}{N_1} + \frac{1}{2} \frac{\sum_{i=1}^{N_2} n_i y_i}{N_2} \right) \quad (4.1)$$

де m_i, n_i – коефіцієнти значності потрібних і достатніх критеріїв;

x_i – експертна оцінка відповідного потрібного критерія;

y_i – експертна оцінка відповідного критерія, що є достатнім;

N_1, N_2 – кількість потрібних і достатніх критеріїв.

За цією шкалою оцінювання максимально можлива оцінка становить 1,5.

Отримані результати можна пояснити наступним чином:

- – Програмний продукт є низькою якістю та потребує суттєвого вдосконалення – від 0 до 0,63 бала (менше 42%);
- якість програмного продукту задовільна - від 0,64 до 0,98 бала (від 43% до 65%);
- якість програмних продуктів досить висока – від 0,99 до 1,35 (від 66% до 90%);
- якість програмних продуктів дуже висока порівняно з професійним розвитком, коливається від 1,36 до 1,5 балів (більше 90%) [31].

Експерти оцінили програмне забезпечення на підставі встановлених критеріїв оцінки, перерахованих у таблиці 4.2. Количественні показники представлені у вигляді середніх експертних оцінок 4 користувачів.

При розрахунку узагальнюючого показника якості передбачається, що коефіцієнти значущості рівні. Таким чином, з огляду на експертну оцінку програмного забезпечення за розробленими критеріями оцінки, загальний показник якості розробленої програми становить 1,27; змодельований — 1,25.

Результати оцінювання свідчать про досить високу якість розроблених програмних продуктів з їх аналогами. Але при порівнянні узагальнених показників якості можна помітити, що експерти оцінюють розроблене програмне забезпечення дещо краще, ніж аналоги.

Результати аналізу були недоліками обох програм; розроблену програму було спрощено, уточнено, зроблено більш гнучкою, надано послуги, не

пов'язані з розробкою планів ТО; і програма моделювання `instrumentsconnected` пристрої та додала нові завдання інтуїтивно зрозумілим способом.

Якщо вибирати серед них безпеку і надійність, то щодо майбутнього виконання розробленої програми це більш оптимістично, оскільки це має бути повністю робоча програма під Windows 7 і вище в обов'язковому порядку. Крім того, користувачі легше розуміють прості процедури, у той час як відсутність відкритих можливостей для підключення пристроїв запобігає будь-якій плутанині в управлінні ними та злому в екстрених випадках у разі непрофесійного використання або помилки оператора.

4.5 Висновки до четвертого розділу

Секція розглядатиме мови програмування та середовища розробки програмного забезпечення, представляючи чотири мови, які найкраще відповідають критеріям оцінки (універсальність, простота, популярність), як Java, C#, Python та Ruby. З них було обрано Python і його стандартне середовище розробки Python-IDLE.

Розділ містить рисунки, що демонструють інтерфейс розробленого програмного забезпечення, пояснення функціональних компонентів, а також опис роботи.

Проведено валідацію та оцінку рішення для розробленого програмного забезпечення для автоматичного керування виробничими лініями обладнання. Для порівняння та аналізу запропонованого рішення розробленого програмного засобу для автоматичного керування виробничими лініями обладнання було вибрано та детально описано аналогічне рішення іншого розробника. Це дозволило з'ясувати всі плюси і мінуси обох рішень, а також зробити висновки щодо перспектив розвитку.

ВИСНОВКИ

Сучасний розвиток людини пов'язано з постійною потребою у власне ефективному рівні життя. Комплексні біотехнічні засоби можуть легко забезпечити суспільство необхідними рівнями виробництва, так що виникають комплексні науково-технічні завдання: раціонально планувати, управляти і максимально реалізувати параметри управління та контролю за біотехнологічними засобами.

Здійснено узагальнення літератури до відповідної магістерської атестаційної роботи, в якій розглянуто предмет, структуру та параметри математичної моделі автоматизованої системи керування обладнанням ліній складного біотехнологічного об'єкта з формулюванням методики вирішення такого завдання.

Було проведено експеримент з розробки програмного засобу для реалізації розгортання моделей розробки та методів керування апаратними лініями в складних біотехнологічних об'єктах.

Цим розв'язані всі завдання випускної атестаційної роботи магістра.

Математичні моделі, біотехнологічні об'єкти, методи автоматизації та сучасні системи управління процесами були детально проаналізовані в розділі 1.

Отримані результати підтверджують актуальність проблеми та визначають завдання дослідження як розробку моделей і методів автоматизованого керування лініями обладнання складних біотехнологічних об'єктів.

І, як друга частина, визначити структуру досліджуваної системи та зробити можливим розробку параметричної моделі, яка описує параметри досліджуваної системи. Крім того, в цьому розділі розроблено математичну модель автоматизованої системи керування лініями обладнання складного біотехнологічного об'єкта.

На попередніх етапах були розроблені деякі загальні правила прийняття рішень, які дозволили побудувати процеси прийняття рішень за допомогою нечітких множин. Також за результатами попередніх досліджень побудовано діаграму взаємозв'язку між групами параметрів досліджуваної системи.

III. Розробка методу автоматичного керування лініями обладнання комплексних біотехнологічних конструкцій складається з математичного аналізу всіх елементів системи та об'єднується між ними шляхом утворення зв'язків між групами внутрішньої фіксації фрагментів елементарної структури, а також формування та розгляду цілей. Для розробки використання теорії множин. Результатом є розробка алгоритмічної блочної схеми автоматизованого методу керування потоковими лініями складних агрегатів біотехнологічних споруд.

Розділ 4 представляє реалізацію програмного забезпечення експериментального дослідження, ілюструє вибір мови та середовища розробки та детально описує розробку програмного засобу для системи автоматизації управління виробничою лінією обладнання в складному біотехнологічному об'єкті. Він охоплює вибір і впровадження інструментів. Описано моделювання та порівняльна оцінка програмних засобів.

У даній роботі розроблено математичну модель та метод реалізації програмного забезпечення для автоматизації управління лініями обладнання складних біотехнологічних об'єктів.

Це програмне забезпечення має ряд недоліків: невелика кількість біологічних об'єктів та їх характеристик, інтерфейсів для підключення периферійних пристроїв. У такій ситуації рекомендації щодо використання програмних засобів автоматизації управління складними біотехнологічними об'єктами полягають у наступному: розширення бази даних наявними в програмному забезпеченні видами, типами та сортами біологічних об'єктів, подальше внутрішнє програмне підключення керованих пристроїв або розробляти інтерфейси для певних периферійних пристроїв.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Біотехнічні системи і технології. Комп'ютерний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», освітньої програми «Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. М. Мельник, О. В. Воробйова. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,6 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 80 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/33484>
2. Мустецов Т. М. Теорія біотехнічних систем : навчальний посібник / Т. М. Мустецов, А. С. Нечипоренко. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. – 188 с
3. Інформаційна технологія моніторингу, підтримки прийняття рішень та ідентифікації здоров'я студентів / С. В. Тимчик, М. В. Московко, С. М. Злепко, О. Л. Лаугс // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2015. – № 1. – С. 162–166.
4. Pavlov S. V. Information Technology in Medical Diagnostics //Waldemar Wójcik, Andrzej Smolarz, July 11, 2017 by CRC Press - 210 Pages. 13. Wójcik W., Pavlov S., Kalimoldayev M. Information Technology in Medical Diagnostics II. London: (2019). Taylor & Francis Group, CRC Press, Balkema book. – 336 Pages.
5. Оптико-електронні засоби діагностування периферичного кровообігу з підвищеною достовірністю (Монографія) / [Павлов С. В., Козловська Т. І., Василенко В. Б.] – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 140 с.
6. Фізичні основи біомедичної оптики (Монографія) / [Павлов С. В., Кожем'яко В. П., Колісник П. Ф. Козловська Т. І., Думенко В. П.] – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 155 с.
7. Реєстрація, обробка та контроль біомедичних сигналів : навчальний посібник / В. Г. Абакумов, С. М. Злепко, З. Ю. Готра та ін. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 352 с.

8. Біотехнічні системи медичного призначення : лабораторний практикум / С. М. Злепко, О. В. Белоусова, Д. Х. Штофель, І. С. Тимчик. – Луцьк : СПД Гадяк Жанна Володимирівна, 2011. – 88 с.
9. Злепко С. М. Біотехнічні системи медичного призначення. Ч. 1. Біологічні та біотехнічні системи як об'єкти дослідження : навч. посіб. / С. М. Злепко, М. М. Данильчук, Л. В. Загоруйко. – Вінниця : ВНТУ, 2008. – 76 с.
10. CitectSCADA. Архів 2004-2013. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://www.rtsoft.ua/search/?q=Citect SCADA&PAGEN_1=2](http://www.rtsoft.ua/search/?q=Citect%20SCADA&PAGEN_1=2).
11. CitectSCADA. CitectVBA Reference Guide. Citect Pty. Limited, edition for CitectSCADA Version 6.0, 2004. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://tisa.se/download/Loads/files/ CitectVBAReferenceGuide.pdf](http://tisa.se/download/Loads/files/CitectVBAReferenceGuide.pdf).
12. CitectSCADA. Cicode Reference Guide. Citect Pty. Limited, edition for CitectSCADA Version v7.20, 2010. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.scada.ua/userfiles/Manuals/CitectSCADA%207.20%20Cicode%20Reference%20Guide.pdf>.
13. SCADA система MasterSCADA. Офіційний сайт. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.masterscada.ua>.
14. Proficy HMI / SCADA – SIMPLICITY. GE Fanuc Automation. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http:// www.technolink.net.ua/docs/ Proficy%20HMI%20SCADA%20 SIMPLICITY%20CS%20RU.pdf](http://www.technolink.net.ua/docs/Proficy%20HMI%20SCADA%20SIMPLICITY%20CS%20RU.pdf).
15. TRACE MODE. Офіційний сайт. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.adastra.ua>.
16. SIMATIC WinCC. Офіційний сайт Siemens AG 1996-2014. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.automation.siemens.com/mcms/human-machine-interface/en/visualization-software/scada/Pages/efault.aspx>.
17. IGSS. Офіційний сайт, 2013. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://www.igseis.com/ru/ home](http://www.igseis.com/ru/home).
18. SCADA КРУГ-2000. Офіційний сайт НПФ «КРУГ» 2002-2014. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.krug2000.ua/abOMt.html>.

19. SCADA S3. Сайт asu-tp.org. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.asu-tp.org>.
20. iFIX. Сайт GE Intelligent Platforms, 2014. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ge-ip.com>.
21. Богданова Т. Л. Критерії оцінювання якості комп'ютерних моделей фізичних процесів та явищ, створених студентами у процесі науково-дослідної роботи (на прикладі моделі «дифракція світла в паралельних променях») // Проблеми інженерно-педагогічної освіти. Збірник наукових праць. Випуск 34/35. – Харків, Українська інженерно-педагогічна академія (УІПА), 2012. – 357 с.
22. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах: Підручник / ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., БУХКАЛО С.І., КАПУСТЕНКО П.О. та ін. – К.: ЦУЛ, 2011. – 832 с. – (МОН України. НТУ “ХП”)
23. Коруд В.І., Електротехніка: Підручник / В.І. Коруд, О.Є. Гамола, С.М. Малинівський; За заг. ред. В.І. Коруда. – 3-є вид., переробл. і доп. – Львів: Магнолія Плюс, 2006. – 447 с.
24. Михайленко В.Є., Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник / В.Є. Михайленко, В.В. Ванін, С.М. Ковальов; За ред. В.Є. Михайленка. – 6-е вид. – К.: Каравела, 2012. – 368 с.
25. Титаренко М.В., Електротехніка: Навчальний посібник/ М.В. Титаренко. – К.: Кондор, 2013. – 240 с.
26. Будіщев М. С. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка : Підручник / М. С. Будіщев. – Львів : Афіша, 2001. – 424 с.
27. Колонтаєвський Ю. П. Промислова електроніка і мікросхемотехніка / Ю. П. Колонтаєвський, А. Г. Сосков. під ред. А. Г. Соскова. – Вид. 2-ге, виправл. і доповн. – Харків : ХДАМГ, 2003. – 281 с.
28. Теорія електропривода : Підручник / [М. Г. Попович, М.Г. Борисик, В.А. Гаврилюк та ін.] ; за ред. М. Г. Поповича. – Київ : Вища шк., 1993. – 454 с.

29. Руденко В. С. Промислова електроніка / В. С. Руденко, В. Я. Ромашко, В. В. Трифонюк. – Київ : Либідь, 2003. – 432 с.
30. Костін М. О. Теоретичні основи електротехніки [Текст]: підручник у 3 т. / М. О. Костін, О. Г. Шейкіна. – Дніпро: Вид-во ДНУЗТ, 2006. – Т. 1. – 336 с; 2007.- Т.2.- 276 с; 2011. – Т.3, Ч.1. – 224 с; 2012.– Т.3, Ч.2. – 352 с.
31. Качан Ю. Г. Лінійна електротехніка (теоретичні основи) [Текст]: навч. посібник / Ю. Г. Качан.– Запоріжжя: Вид-во Запорізької держ. інж. академії, 2005. – 206 с.
32. Гуржій А. М. Електротехніка та основи електроніки : підручник для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти / А. М. Гуржій, С. К. Мещанінов, А. Т. Нельга, В. М. Співак. - Київ : Літера ЛТД, 2020. - 288 с.
33. Електрика та магнетизм : підручник / Л. Д. Дідух. - Тернопіль : Підручники і посібники, 2020. - 464 с. - Режим доступу : <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/31412..>
34. Автоматика та електропривод техніки реєстрації інформації [Електронний ресурс] : навч. посіб. / Г. Г. Власюк, В. М. Співак, К. О. Трапезон, В. Б. Швайчен-ко. - Київ : Освіта України, 2010. - 159 с. - Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19129>.
35. Колонтаєвський Ю. П. Електроніка і мікросхемотехніка : підручник / Ю. П. Колонтаєвський. - Київ : Каравела, 2006. - 384 с.
36. Макаренко В. В. Цифрова та імпульсна схемотехніка. Моделювання та аналіз : навч. посіб. для студентів, які навчаються за напрямом підготовки «Акустотех-ніка» [Електронний ресурс] / В. В. Макаренко, В. М. Співак ; НТУУ «КПІ». -Київ : НТУУ «КПІ», 2015. - 314 с. - Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/19099>.
37. Панчевний Б. І. Загальна електротехніка: теорія і практика / Б. І. Панчевний, Ю. Ф. Свергун. - 2-ге вид. - Київ : Каравела, 2004. - 440 с.
38. Воробйова О. М. Технічні засоби автоматизації: навч. посіб. / О. М. Воробйова, Ю. В. Флейта. - Одеса : ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2018. - 208 с.

39. Бойко В. І. Мікрокомп'ютерна техніка / В. І. Бойко, А. Т. Нельга. - 2-ге вид. - Київ : Науково-методичний центр вищої освіти, 2008. - 254 с.
40. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній: Підручник / Є.Л. Жулай, Б.В. Зайцев, Ю.М. Лавріненко, О.С. Марченко, Д.Г. Войтюк; За ред. Є.Л. Жулая. – К.: Вища освіта, 2001. – 288 с.: іл.
41. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г.,Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.
42. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
43. Матвійчук А. Я. Електротехніка: навчально-методичний посібник/ Матвійчук А. Я., В. Л. Стінянський; Вінницький державний педагогічний університет ім. М.Коцюбинського.– Вінниця, 2017. -270 с.
44. Загальна електротехніка з основами автоматики: Навчальний посібник / Т.В.Левченко. – К., 2010. – 358 с.
45. Технічний сервіс в агропромисловому комплексі: навчальний посібник / Коновалюк О.В., Кіяшко В.М., Колісник М.В. – К.: Аграрна освіта, 2013. – 404 с.
46. Електричні машини і апарати: навчальний посібник / Ю.М. Куценко,В.Ф. Яковлев та ін. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 449 с.
47. Електроніка та мікросхемотехніка: Навчальний посібник / За ред. проф. В.Ф. Яковлева. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 329 с.
48. Паначевний Б.І., Свєргун Ю.Ф. Загальна електротехніка: теорія і практикум. - К.: Каравела, 2003. – 440 с.
49. Монтаж електрообладнання і систем керування / За заг. ред. проф. Яковлева В.Ф. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 348 с.

50. Довідникова книга з електроенергетики: навчальний посібник/ П.В. Волох, М.П. Цоколенко, Л.В. Ревенко, В.А. Грічаненко та ін. –К. : Аграрна освіта, 2014. – 506 с.
51. Електроніка і мікропроцесорна техніка / Сенько В.І., Лисенко В.П., Юрченко О.М., Лукін В.Є., Руденський А.А. — К. : «Агроосвіта», 2015. — 676 с.
52. Електропостачання агропромислового комплексу : підруч. / Козирський В.В., Каплун В.В., Волошин С.М. – К. : Аграрна освіта, 2011. – 448 с.
53. Ремонт машин та обладнання : підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К. : Агроосвіта, 2014. – 665 с.
54. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : підруч. у 2 т : Т 1 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін. ; за ред. А.В. Рудя. – К. : Агроосвіта, 2012. – 584 с.; іл.
55. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : підруч. у 2 т : Т 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін. ; за ред. А.В. Рудя. – К. : Агроосвіта, 2012. – 434 с.; іл.
56. Комп'ютери та комп'ютерні технології : навч. посіб. Ч. 1. Програмування в математичному пакеті MathCAD / В.П. Лисенко. І.М. Болбот. – К. : Аграрна освіта, 2010. – 229 с.
57. Костинюк Л.Д. Моделювання електроприводів/ Л.Д. Костинюк, В.І. Мороз, Я.С. Паранчук.. - Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2004. - 404 с.
58. Попович М.Г. Теорія автоматичного керування/ М.Г. Попович, О.В. Ковальчук. -Київ, “Либідь”, 2007.-504 с.
59. Ткачук В.І. Електромеханотроніка. Підручник/ В.І. Ткачук. - Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2006. - 440 с.

60. Півняк Г.Г. Сучасні частотно-регульовані електроприводи зі широтно- імпульсною модуляцією: Монографія/ Г.Г. Півняк, О.В Волков.. - Дніпропетровськ, НГУ, 2006. - 470 с.
61. Ісікова, Н. П. Проектування інформаційних систем [Текст] : навч. посіб. / Н. П. Ісікова, Т. В. Решетняк. — Краматорськ : ДДМА, 2020. — 111 с.
62. Сегеда, М. С. Нетрадиційні та відновлювані джерела електроенергії [Текст] : навч. посіб. / М. С. Сегеда, М. Й. Олійник, О. Б. Дудурич. — Львів : Львівська політехніка, 2019. — 204с.
63. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Мікропроцесорні пристрої» для студентів спеціальності 092206 «Електричні машини та апарати» / Уклад.: Ю. С. Грищук, Т. П. Павленко. – Харків : ХДПУ, 2009. – 32 с.
64. Мікропроцесорна техніка : підручник / Ю. І. Якименко, Т. О. Терещенко, Є. І. Сокол та ін. / за ред. Т. О. Терещенко. – Київ : Політехнік, 2003. – 440 с.
65. Алексієв О. П. Мікроконтролери для транспортних і промислових застосувань.: архітектура та програмування : навч. посіб. / О. П. Алексієв, О. Б. Богаєвський, В. П. Волков. – Харків : ХНАДУ, 2004. – 156 с.
66. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Мікропроцесорні пристрої». – Ч. 2 : «Однокристальні мікро контролери» для студентів спеціальностей 092206 «Електричні машини та апарати» і 092205 «Електропобутова техніка» усіх форм навчання / уклад. Ю. С. Грищук. – Харків : НТУ «ХП», 2003. – 43 с.
67. Мілих В.І. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка : підручник / В.І. Мілих, О.О. Шавьолкін; за ред. В.І.Мілих. – Київ : Каравела, 2012. – 688 с.
68. Мілих В.І. Електротехніка та електромеханіка / В.І. Мілих. – Київ : "Каравела", 2006. – 376 с.

69. Андрієнко В.М. Електричні машини : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навч. за напрямом підгот. «Електротехніка та електротехнології» / В.М. Андрієнко, В.П. Куєвда. – К. : НУХТ, 2010. – 366 с.

70. Загірняк М.В. Електричні машини : підручник / М. В. Загірняк, Б. І. Невзлін. – Київ : Знання, 2009. – 399 с.

Додаток А

Стаття у фаховому журналі (подана до редакції «Вісник Хмельницького національного університету»)

УДК 004.9:614

DOI:

МАКАРИШКІН Денис

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0003-3447-811X>

makaryshkinde@khmnu.edu.ua

ФОРКУН Юрій

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0002-7906-4191>

forkynjv@khnu.km.ua

БОДНАР Д.В.

Хмельницький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ СКЛАДНИМИ БІОЛОГІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ

В роботі розглянуто проблеми керування системами складних біотехнічних об'єктів. Розглянуто різні підходи до створення автоматизованих систем керування виробництвом. Показані переваги і недоліки різних підходів. Розглянуто методи математичного моделювання складних систем, та вказано можливість їх застосування для моделювання складних біотехнологічних систем. Проведено аналіз різних методів та систем автоматизованого керування системами. Розглянуто переваги і недоліки, визначено найкращі системи для керування складними біотехнологічними системами.

Ключові слова: метод прийняття рішень, біотехнічний об'єкт, автоматизація управління, метод автоматизованого управління, математична модель

MAKARYSHKIN Denys, FORKUN Yuriy, BODNAR D.V.

Khmelnytskyi National University

RESEARCH OF MODELS AND METHODS OF AUTOMATED CONTROL OF COMPLEX BIOLOGICAL OBJECTS

The paper analyzes mathematical models, biotechnological objects, automated methods and modern control systems. Analysis of biotechnological objects shows that biotechnological objects consist of technical objects, biological objects, the environment and control systems, which are interconnected and influence each other, and are called biotechnological systems (BTS).

Currently, various mathematical methods have been developed. These methods can take into account both quantitative and qualitative indicators. In the first case, extrapolation, probabilistic modeling, correlation-regression analysis and stochastic time series models can be successfully applied. Secondly, pattern recognition methods, spectral analysis and deterministic mathematical models. The application of a particular mathematical method should be based on the study of the specific circumstances of a specific problem, the formation of a preliminary model of the

phenomenon under study within the subject area, and not vice versa. This will allow you to choose a more reliable mathematical method, which will be based on appropriate mathematical models and will provide maximum reliability.

Automated methods for complex biotechnological facilities were analyzed, the feasibility of using complex methods was demonstrated. Existing modern automated control systems were also analyzed to determine their advantages and characteristics.

The result of the analysis was the identification of the problem of automated control of production lines of equipment of complex biotechnological facilities.

Keywords: decision-making method, biotechnical object, management automation, automated management method, mathematical model

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

З часом людство стикається з новими проблемами, зокрема: як прогнати зростаюче населення землі, як задовольнити попит на високоякісну їжу та як досягти підвищення продуктивності корпоративної праці.

Проблема неякісного харчування багатоаспектна, включає соціально-економічний, медико-біологічний, науково-технологічний (ресурси, технології та обладнання), організаційний виробничо-контрольний (стандартизація, сертифікація) аспекти. Тому необхідні системні дослідження та комплексні рішення.

На ріст і розвиток живих організмів як елементів живлення в тій чи іншій мірі впливають практично всі фактори навколишнього середовища - фізико-хімічний склад ґрунту, водозабезпеченість і аерація, швидкість вітру, динаміка температури і сонячного світла, вологість повітря і т. д. Тому щоб оптимізувати умови, за яких конкретні види та сорти зберігаються в конкретних екологічних умовах, виробники біопрепаратів повинні враховувати стан усіх цих факторів. Вплив факторів навколишнього середовища на рівень і якість врожаю в основному виражається в технології виробництва.

Регулювати умови зберігання біопрепаратів потрібно за допомогою різноманітних технічних прийомів. При цьому розглядаються й економічні аспекти виробництва — економіка, організація, управління. Отже, щоб оволодіти наукою, яка керує ростом і розвитком організмів, кількістю і якістю продукції, необхідно інтегрувати знання з багатьох фундаментальних і прикладних наук.

Відмінною рисою розвитку сучасної техніки є широке впровадження компонентів і пристроїв автоматизації, інформаційно-вимірювальної техніки в будь-який виробничо-технологічний процес з метою досягнення автоматизації. В сучасних економічних умовах автоматизація є одним із основних напрямів прогресу та розвитку науки і техніки і застосовується в різних галузях і сферах життєдіяльності людини.

Для підвищення ефективності та якості роботи, створені біотехнологічні об'єкти – деякі будівлі оснащені технічним обладнанням, яке представляє собою створення сприятливих мікрокліматичних умов для біооб'єктів усередині будівлі для підвищення якості продукції та продуктивності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В даний час існує багато сучасних методів автоматизації управління обладнанням складних біотехнологічних об'єктів. Розглянемо деякі з них.

Фрагментована (хаотична) автоматизація є одним із найбільш неефективних видів інвестицій у розвиток бізнесу. Хаотичний характер цієї частини процесу означає відсутність стратегічного планування. Часто при такому підході процес впровадження інформаційних технологій диктується негайними локальними завданнями, а не реальними потребами бізнесу. Критеріями прийняття рішення в цих випадках можуть бути: рівень знань та переваги особи, яка приймає рішення, можливість придбати певне обладнання чи програмне забезпечення зараз з ексклюзивною знижкою тощо. Часто підприємства отримують у кращому випадку різні прикладні системи з витратами на інтеграцію, які в деяких випадках можна порівняти із загальною вартістю складного рішення. Найгірший сценарій полягає в тому, що інформаційна інфраструктура та прикладні системи залишаються з незавершеними фрагментами, які неможливо використовувати для фактичної діяльності

підприємства. У той же час підприємства також несуть додаткові витрати на дублювання функцій, які повинні мати інформаційні системи, і підтримку незавершених прикладних систем, які були створені.

Однією з причин такого підходу може бути нерозуміння ролі та функцій відділу інформаційних технологій. [1-4]

Формулювання цілей статті

Складні біотехнологічні об'єкти можуть легко забезпечити суспільство необхідними рівнями виробництва, тому постають складні науково-технічні завдання, щоб раціонально планувати, управляти та максимально реалізувати параметри управління та моніторингу біотехнологічних об'єктів. економічний ефект. Для подальшого розвитку, необхідно провести дослідження моделей та методів автоматизованого керування складними біологічними об'єктами.

Виклад основного матеріалу

Під автоматизацією сегментації розуміється процес автоматизації різних виробничих або управлінських підрозділів підприємства за допомогою функціональних характеристик. Наприклад, такі сфери, як упаковка та маркування, облік тощо. Подібні шляхи автоматизації вибираються, коли:

- Інвестиційні ресурси підприємства недостатні для комплексного вирішення завдань автоматизації;
- У деяких сферах використання автоматизованих систем може мати значні економічні ефекти, наприклад за рахунок скорочення персоналу;

- Технологія виробництва або інші умови не дозволяють використовувати автоматизовані системи.

Найчастіше цей підхід використовується для автоматизації виробничих ділянок. Основним засобом автоматизації є спеціалізована автоматизована система керування. Застосування принципів автоматизації підприємства на кількох бізнес-підрозділах є єдино можливим способом поліпшення економічних показників при обмежених інвестиційних ресурсах. Стратегічні та оперативні плани автоматизації необхідні для того, щоб автоматизація сайту була ефективною. У той же час, якщо обирається сегментована стратегія автоматизації, повинна регулярно переглядатися стратегічний план автоматизації, принаймні раз на рік. При перегляді стратегічних планів особливу увагу слід приділяти безперервності набору стандартів інформаційних технологій, які підтримує підприємство.

Доменна автоматизація передбачає автоматизацію певних сфер діяльності компанії, таких як виробництво, продажі та управління фінансами. При використанні систем типу MRPII і ERP, коли кінцевою метою роботи є повна автоматизація підприємства, зазвичай використовуються методи, пов'язані зі спрямованою автоматизацією. [5, 6]

Цей підхід відрізняється від часткової автоматизації наступним чином. Автоматизація сфери діяльності передбачає участь у процесі всіх організаційних підрозділів, функції яких відносяться до сфери автоматизації. Як правило, будь-який напрямок діяльності охоплює практично всі підрозділи підприємства. Наприклад, процес постачання. У цьому процесі задіяні всі відділи, починаючи з виробництва (частина, яка планує закупівлю сировини, комплектуючих і обладнання) до адміністрації (канцтовари, меблі), а також безпосередньо відділ безпосереднього постачання і транспортні служби. Тому методи, пов'язані з керованою автоматизацією, в принципі не можна вважати частковими. Його реалізація принаймні актуальна для створення телекомунікаційної інфраструктури підприємства. У більшості випадків спрямована автоматизація пов'язана з перепроєктуванням бізнес-процесів і вимагає створення моделі всього підприємства.

Перегляд стратегічного плану автоматизації необхідно проводити після завершення автоматизації в будь-якому напрямку та оцінки отриманих результатів.

Total Control Automation як система складається з великої кількості елементів на різних рівнях і з різними цілями. До них відносяться підсистеми, модулі, блоки керування, завдання, гіпервізори, функції, операції тощо. Базова система типу ERP зазвичай є багаторівневою структурою, що складається з основних програм управління, призначених для включення в автоматизовану систему управління.

Інтеграція означає уніфікацію та координацію функцій і процедур управління для забезпечення оптимізації поведінки в процесі управління підприємством. Інтеграція присутня у всіх без винятку функціональних і допоміжних підсистемах.

У підсистемі технічної підтримки це локальні комп'ютерні мережі, які забезпечують зв'язок підприємства із зовнішнім середовищем через глобальну мережу. У підсистемі інформаційного забезпечення ведення бази даних здійснюється під контролем системи управління базами даних. Інтеграція математичної підтримки в основному відображається в координації вхідних і вихідних даних математичної моделі, інтеграції різних моделей (таких як прогнозування, планування), а також цілісності та послідовності системи математичної моделі. Інтеграція програмного забезпечення проявляється в тому, що воно будується у вигляді складних і в той же час гнучких програмних комплексів, які дозволяють виконувати програми в необхідній послідовності і в необхідних комбінаціях. Інтегрована автоматизована система управління побудована на базовій ERP-системі та дозволяє підприємствам вийти на новий рівень інтеграції організаційної підтримки за рахунок уніфікації інтерфейсу користувача. Цей ефект особливо помітний у великих системах автоматизованого керування, де нові системи заміняють сотні старих локальних систем. Практичним результатом переходу на нову систему є єдиний на підприємстві стандарт взаємодії користувачів із системою.

Система управління підприємством (ERP), автоматизація виробництва (CAM), автоматизація проектування продукції та процесів (CAD) об'єднані в комп'ютерно-інтегроване виробництво (CIM). [7, 8]

Єдина комп'ютерна система дозволяє системам бути прозорими одна для одної. Наприклад, на етапі проектування можна змоделювати можливий вплив дизайнерських і технічних рішень на виробничий процес.

ERP-системи інтегруються з об'єктами і системами, розташованими за межами підприємства.

Тому комплексна автоматизація управління допомагає подолати бар'єри між різними службами управління. Одним із проявів цього процесу є використання в різних службах однієї і тієї ж функціональності, необхідної для підготовки різних управлінських рішень. Наприклад, перевірка рівня запасів на складі виконується під час введення зовнішніх замовлень і при формуванні виробничих замовлень або замовлень на кушівлю.

Інтеграція між підсистемами є першим кроком внутрішньої інтеграції ERP. Представляє собою обмін даними між підсистемами ERP. Ці дані часто ініціюють події та процеси в інших підсистемах.

Гнучкість реалізації конкретних структур управління створює нові можливості для інтеграції базових функцій системи, оскільки функціональні компоненти, що містяться в підсистемах конкретної системи автоматичного керування, можуть не точно узгоджуватися з функціональним змістом підсистем системи. Базова система.

Побудова автоматизованих систем управління орієнтована на управління всім виробничим процесом, а не на автоматизацію діяльності окремої ланки управління. При цьому можлива невідповідність функціонального наповнення підсистеми системи автоматизації управління функціональним обов'язкам кожного підрозділу.

Інтеграція інформації з кількох різнорідних джерел у рішення часто відображається в плануванні високого рівня. При цьому вибір ресурсів залишається за менеджерами. Інтеграція управління на кожній стадії життєвого циклу продукту полягає в перетворенні управління окремим етапом в управління всім циклом. Інтегрованість управління на кожному етапі виробництва знаходить відображення в забезпеченні безперервності управління на кожному етапі. Функції управління об'єднані в структурну форму планування, обліку, контролю, регулювання, аналізу та інших функцій для забезпечення взаємозв'язку та безперервності прийняття рішень у процесі управління. Управлінська інтеграція між усіма процесами, що перетворюють ресурси на продукти, полягає в управлінні всіма процесами та забезпеченні безперервності управління ними.

Ці структури об'єднуються по вертикалі в більш складні ієрархії взаємозв'язків. Забезпечити інтеграцію між функціями, входами, виходами та частотою вирішення адміністративних завдань шляхом їх координації. Наприклад, завдання глибшого планування по суті є контрольними завданнями верхнього рівня. Цикли планування та цикли контролю двох суміжних рівнів можуть мати однаковий зв'язок.

Перерахований інтеграційний підхід є основою для формування складної функціональної структури, що складається з великої кількості взаємопов'язаних функцій управління. Перерви в інтеграційних зв'язках, втрата необхідної функціональності або неякісне виконання знижують ефективність управління, оскільки створюють «вузькі місця», «тупики», призводять до вирішення завдань на основі неточної/або неповної інформації та знижують якість проектування та операційних систем, питання інтеграції повинні бути пріоритетними. [9]

Таким чином, комплексний метод автоматизації керування має такі характеристики:

- Цей метод підвищує економічну ефективність (за часткою та спрямованістю) порівняно з іншими методами;

- Надзвичайно високі вимоги до якості управління процесом впровадження системи.

Подана оперативна інформація повинна містити відомості про проблеми, що виникли під час реалізації плану.

У найзагальнішому вигляді біотехнологічна система визначається як сукупність біологічних і технологічних елементів, об'єднаних в єдину функціональну систему з цілеспрямованою поведінкою [1-6]. Однією з головних переваг таких систем є те, що вони оптимально поєднують інтелект людського розуму з цілим комплексом переваг технічних систем (точність виконання закладених у них функцій, потужність механізму виконання, величезна простота доступу та практично безпомилковий обсяг інформації тощо).

У будь-якій біотехнологічній системі, що вирішує завдання управління, можна виділити її системоутворюючі фактори: об'єкт управління (ОУ) і людину-оператора (систему управління) (ЛО).

Взаємодіючі ОУ та ЛО піддаються постійному впливу середовища, яке може бути дуже дружнім, агресивним або навіть ворожим. Навколишнє середовище, як фон для функціонування біотехнологічних систем, саме зазнає впливу ОУ та ЛО, що, у свою чергу, впливає на його стан.

Визначимо більш детально роль біологічних об'єктів у біотехнологічних системах (БТС):

– джерелами вимірювальної інформації для оцінки характеристик та окремих параметрів життєдіяльності є біологічні об'єкти (БО);

– на організм впливають, щоб він змінив свій стан у бажаному напрямку;

– біологічний об'єкт як підсистема, яка аналізує інформацію про стан досліджуваного об'єкта (наприклад, ОУ) для формування уявлення про його стан та оцінки прогнозів щодо поведінки об'єкта;

– біологічні об'єкти як підсистема, що відповідає за прийняття рішень щодо методів управління статусом об'єкта дослідження.

Перші дві функції відносяться до БТС, в якому біологічні об'єкти є об'єктами управління, а людина-оператор може використовувати технічні засоби для вирішення завдання оцінки та управління людьми, тваринами, рослинами, екологічними умовами тощо. Тобто біологічними об'єктами.

Третя і четверта функції є характеристиками людей-операторів, які керують складними технічними системами, можливо взаємодіючи з іншими біологічними об'єктами (особливо тими, які обслуговують технічну систему). При цьому вважається, що поведінка операторів багато в чому визначає надійність роботи БТС в цілому.

Сучасним варіантом організації управління складними виробничими комплексами є виконання функцій ЛО автоматизованим комплексом прийняття рішень, який, так би мовити, не передбачає безпосередньої участі людей. Однак у пакетах додатків, у яких працює комплекс, формалізований людський досвід і знання вбудовані в інші його компоненти на основі даних, які використовує комплекс для формування рішень. Тому в цій версії системи ЛО є неявним і впливає на якість системи в цілому. Крім того, оперативний контроль всього комплексу автоматизації здійснюється спеціально навченим персоналом (тобто ЛО), що фактично робить комплекс автоматизації типовою біотехнологічною системою.

В даний час працює і проектується велика кількість базових станцій різного типу і призначення. На рисунку 1 наведено узагальнений структурний варіант БТС, на якому показано різні види технічних засобів підтримки функціонування біотехнологічних систем та забезпечення оптимізації режимів їх роботи [7]. Якщо

оператор не тільки за допомогою органів чуття оцінює стан об'єкта управління, а й отримує додаткову «тонку» і «вичерпну» інформацію за допомогою сучасної технології оцінки стану, ефективність роботи БТС може бути значно підвищена ТЗОС). [5]

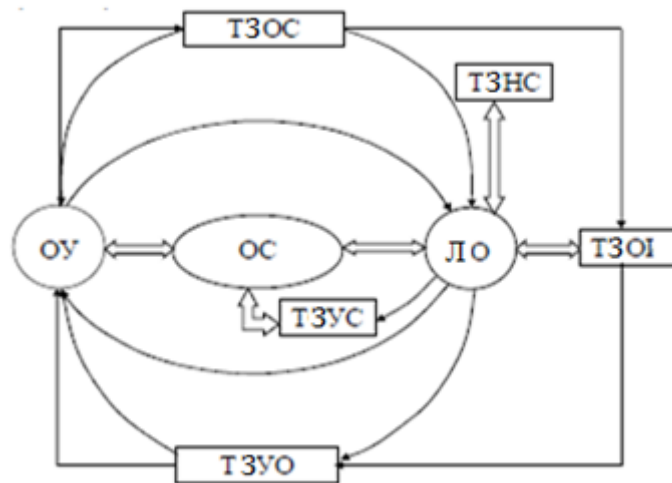


Рис. 1 – Структура комплексу технічних засобів обслуговування роботи БТС

З точки зору моделювання системи БТС є складним об'єктом. Складність моделювання полягає в тому, що більшість факторів, які формують модель, недостатньо вивчені та мають переважно стохастичну поведінку. Якщо розглядати процес виробництва біопрепаратів із загальносистемних критеріїв, то можна побачити, що це процес взаємодії біологічної, соціальної, технічної та інформаційної підсистем з метою отримання кінцевого результату, тому ця біотехнологічна система є складною.

За ступенем формалізації методи управління поділяють на експертні та формальні. Експертний підхід використовується, коли проаналізувати та врахувати вплив багатьох факторів практично неможливо через складність керованого об'єкта. Формальні методи застосовуються, якщо об'єкт управління можна описати формальною моделлю з прийнятним ступенем адекватності.

Часто, якщо формальні методи недоступні безпосередньо, корисно розділити процес на два етапи. Спочатку зробіть експертний прогноз. Тоді на основі спостереження за об'єктом і аналізу відповідності прогнозованих результатів фактичному стану об'єкта дослідження може з'явитися додаткова інформація, яка дозволяє переходити до формального підходу.

Формальні методи відрізняються точністю та рівнем абстрактності використовуваних моделей. Більшість авторів сходяться на думці, що найважливішою метою прогнозування є формування наукової передумови для прийняття управлінських рішень. Для цього спочатку прагнуть використовувати абстрактні математичні моделі. [5-8]

Базовий набір методів математичного моделювання можна представити такими класами:

- методи екстраполяції;
- ймовірнісне моделювання;
- кореляційний і регресійний аналіз;
- методи розпізнавання образів;
- стохастичні моделі часових рядів;
- спектральний аналіз;
- детерміновані математичні моделі.

Метод екстраполяції полягає у встановленні динамічної послідовності розвитку показників процесу протягом минулих базових ліній і майбутніх періодів попередження. Найпростішою процедурою екстраполяції є лінійний фільтр, як показано нижче:

$$z_t = \sum_{i=1}^m \alpha_i y_{t-1}, \sum_{i=1}^m \alpha_i = 1, \alpha_1 = 1, \alpha_i > 0, t = m+1, m+2, \dots, \quad (1)$$

де z_t – значення показника в момент t , яке моделюється;

α_i – i -й ваговий коефіцієнт;

$L = 2m + 1$ – апертура змінного фільтра.

Якщо в досліджуваному процесі є значні перешкоди у вигляді викидів, можна перейти до нелінійності (зазвичай медіанної фільтрації), яка виражається наступним чином:

$$z_k^{LD} = \text{med}\{y_{k-m}, \dots, y_{k-1}\}. \quad (2)$$

Основним недоліком цих процедур є те, що вони не враховують швидкі зміни в динаміці. Однак, незважаючи на це, ковзні середні можуть бути корисними для досить стаціонарних процесів і для попереднього аналізу процесу.

Є способи врахувати цей недолік усереднення змінних. Тут можна розрізнити адаптивне згладжування та екстраполяційне моделювання.

Адаптивне згладжування дозволяє побудувати самокоригувальну модель, яка враховує результати розрахунків на попередньому кроці. Адаптивні методи можуть бути успішно використані для BTS зі значною періодичністю. [8-9]

Найпростішим прикладом адаптивного методу є експоненціальне згладжування, реалізоване як:

$$z_t = \alpha y_t + (1 - \alpha) z_{t-1}, \quad 0 < \alpha < 1, \quad (3)$$

де α – параметр згладжування, що контролює реакцію моделі на динамічні зміни, одночасно відфільтровуючи випадкові відхилення.

В даний час пропонуються більш складні адаптивні процедури - Holt, Brown et al. Вони працюють за тим же принципом, що й експоненціальне згладжування.

Основною проблемою використання адаптивного згладжування є неоднозначність у виборі типу та параметрів моделі та неможливість формалізації. Здебільшого ця проблема вирішується емпірично.

Моделі структурних детермінованих рядів (екстраполяційні моделі) мають вигляд описових виразів:

$$y_t = z_t + \varepsilon_t, \quad (4)$$

де $z_t = f(t)$ – детермінована складова, яка називається трендом часового ряду;

ε_t – випадкова складова.

Параметри детермінованої складової в (4) оцінюються методом найменших квадратів. Якщо щільність ймовірності випадкових компонентів має довгі хвости (правило «трьох сигм» не працює), для розрахунків можна використовувати найменш модульний метод.

Переваги екстраполяційних моделей:

- добре описувати тенденції процесу;
- аналітичні уявлення та моделі мають змістовні пояснення;

- розробка налаштування регресійного аналізу для побудови моделей.

Недоліки:

- неможливо формалізувати процедуру вибору найкращої моделі або набору на основі знання загальних закономірностей процесу, інакше можуть бути використані різні методи виявлення залежностей;
- випадкові елементи не мають суттєвого значення;
- нестабільність оцінки параметрів при нестационарності випадкових складових;
- не враховуються можливі кореляції між досліджуваним показником та іншими показниками.

Розглянемо ймовірнісне моделювання, найпоширенішими з яких є ланцюги Маркова та системи масового обслуговування. [8, 9]

Якщо система має фіксоване число станів і деякі фіксовані моменти можуть переходити з одного стану в інший, систему можна представити у вигляді ланцюга Маркова і ймовірність переходу з одного стану в інший повинна бути задана або оцінена.

Ланцюги Маркова в основному використовуються як можливий опис поведінки досить добре структурованих процесів з невеликою кількістю різних станів за умови, що ймовірність переходу з одного стану в інший відома. Наприклад, ці статуси можуть бути якісними оцінками результату: високий, середній, задовільний, поганий тощо. Ключовим при використанні ланцюгів Маркова є призначення або оцінка матриці ймовірності переходу.

У багатьох областях важливу роль відіграють спеціальні типи систем, які багаторазово виконують одні й ті ж завдання. Така система називається системою масового обслуговування.

Кореляційно-регресійний аналіз має моделі причинної залежності умовного середнього від багатьох факторів, один із найпоширеніших факторів. Кореляційно-регресійний аналіз використовується для побудови та аналізу таких моделей. Сила зв'язку оцінюється за допомогою коефіцієнта кореляції, а сам зв'язок описується рівнянням регресії. Незалежні змінні можна розділити на три групи:

- метеорологічні та агрометеорологічні показники, що характеризують погодні умови вирощування сільськогосподарських культур;
- індикатори вимірювання рослин, що відображають стан вирощування;
- агротехнічні показники, що характеризують рівень культури землеробства.

У деяких випадках змінні з відставанням вводяться в моделі регресії. Наприклад, інвестиції дають результат лише через деякий час, тому їх введення в модель рекомендується відкласти на кілька років. Іноді це трапляється, коли існує багато факторів, але деякі з них мають різні кореляції із залежною змінною. Тому ці фактори є статистично значущими. Цю ситуацію можна виправити шляхом введення в модель значень залежної змінної з попередніх періодів часу як факторів.

Оцінки параметрів регресійної залежності зазвичай знаходять за допомогою MNC або MNM.

Труднощі використання регресійного аналізу:

- проблема відбору елементів ускладнюється тим, що регресійні моделі не містять фізичних аргументів і справедливі лише для обмежених умов, за яких будується модель;
- вихідний обсяг вибірки даних невеликий; при регресійному аналізі для отримання статистично достовірних оцінок параметрів моделі кількість змінних повинна бути в кілька разів меншою (в 3-7 разів для різних джерел; на практиці ця умова часто не виконується);
- мультиколінеарність вхідних змінних призводить до зміни оцінок коефіцієнтів відповідних змінних, для її усунення використовуються різні методи - ридж-регресія, факторний аналіз або метод головних компонент, але не кожен з них гарантує правильний результат;
- зазвичай вихідні дані не є випадково однорідними і можуть містити ненормальні спостереження, викиди тощо, що вимагає участі надійних методів регресійного аналізу.

Перевагами моделі лінійної регресії є чітке пояснення, просте визначення параметрів і можливість оцінити точність прогнозів шляхом побудови довірчих інтервалів.

Якщо кореляція між вхідною змінною та залежною змінною не є лінійною, використовується модель нелінійної регресії. Зазвичай вони вибираються в категорії Linearized models, що дозволяє перемикатися на лінійні моделі шляхом заміни змінних. Однак це не є принциповим обмеженням, оскільки були розроблені чисельні методи побудови нелінійних регресійних залежностей. Слід також відзначити питання вибору форми нелінійної моделі. Як правило, вибір обмежений декількома типовими нелінійними варіантами.

Якщо форма залежності невідома і не може бути надійно знайдена з експериментальних даних, альтернативою є непараметричний регресійний аналіз. Суть полягає в тому, що замість рівняння регресії кожне значення залежної змінної згладжується вхідною змінною в деякому околі відповідної точки.

Статистичні методи розпізнавання образів можна використовувати як методи розпізнавання образів у багатьох задачах. Існує різниця між ненавченим розпізнаванням (кластерний аналіз) і навченим розпізнаванням (дискримінантний аналіз). Необхідно звернути увагу, що дискримінантний аналіз може розрізнити кластери (стани) не тільки з лінійними розділовими гіперплощинами, але також і з нелінійними гіперплощинами.

Іншим підходом до розпізнавання навчання є логістична регресія, де розділювальна гіперплощина будується як бінарна модель або, загалом, як модель множинного вибору.

За допомогою статистичних методів ідентифікації можна оцінити стан досліджуваного об'єкта, представленого у вигляді вектора складових. Результатом є не конкретне значення того чи іншого показника чи довірчий інтервал для його значення, а віднесення об'єкта до того чи іншого кластера та оцінка ймовірності цього результату.

Основним недоліком є те, що для забезпечення прийнятної надійності потрібна досить велика кількість даних.

Стохастичні моделі часових рядів. Загальною передумовою всіх стохастичних моделей часових рядів є припущення, що поточне значення процесу y_t значною мірою визначається його історією, тобто значення y_t породжується значеннями y_{t-1} , y_{t-2} , Відповідно до характерних рис динамічного ряду. Математично це припущення виражається у формі рівняння 5:

$$y_t = f(y_{t-1}, y_{t-2}, \dots) + \varepsilon_t, \quad (5)$$

де, як і в (4), ε_t являє собою помилку моделі в момент t .

Ці моделі є альтернативою регресійному аналізу, коли важко сформулювати групу істотних ознак через їх занадто великої кількості або неможливості вимірювання деяких з них.

Для всіх стохастичних моделей часових рядів постулюється, що функція в співвідношенні (5) висловлює характер взаємозв'язків, що склалися в даному часовому ряду. При вдалому підборі цієї функції «детермінована» частина виразу (5) буде в деякому сенсі близька до реальних значень цього ряду. Як і раніше ступінь близькості зазвичай встановлюють за властивостями помилок, включаючи мінімум дисперсії, відповідність білого шуму, нормальність розподілу.

В даний час набули поширення лінійні стохастичні моделі часових рядів (формули 6-8):

– авторегресії порядку p (AR (p)) – модель):

$$y_t = \sum_{i=1}^p a_i y_{t-i} + \varepsilon_t; \quad (6)$$

– змінного середнього порядку q (CC (q)) - модель):

$$y_t = \varepsilon_t + \sum_{j=1}^q b_j \varepsilon_{t-j}; \quad (7)$$

– авторегресії скользящего середнього порядку p, q (АРСС (p, q)-модель):

$$y_t = \sum_{i=1}^p \alpha_i y_{t-1} + \varepsilon_t + \sum_{j=1}^q b_j \varepsilon_{t-j}. \quad (8)$$

Моделі (6)-(8) можуть описувати як стаціонарні, так і нестаціонарні процеси, коефіцієнти a_i, b_j вважаються постійними значеннями довільних знаків і ε_t відносно обмежені стаціонарністю в широкому сенсі. Поки що аналіз стаціонарних процесів був досить формальним. У випадку нестаціонарних процесів у часі ряд зазвичай моделюють у вигляді формули:

$$y_t = x_t + g(t), \quad (9)$$

де x_t - стаціонарний часовий ряд виду (6) - (8);

$g(t)$ – деяка нестаціонарна складова трендового вигляду.

Для процесу (9) компонент тренду спочатку виділяється. Слід зазначити, що ця теорія ще не була сформульована для випадку довільних трендів. Наразі запропонований метод придатний лише для окремого випадку поліномів порядку d . Ця модель називається інтегральною авторегресійною моделлю ковзних середніх порядків p, d, q і позначається АRIX (p, d, q), де d — диференціальний (інтегральний) порядок для досягнення стаціонарності процесу $\Delta^d y_t = \Delta^{d-1} y_t - \Delta^{d-1} y_{t-1}, (\Delta^0 y_t = y_t)$.

де t - стаціонарний часовий ряд виду (6) - (8);

y_t – деяка нестаціонарна складова трендового вигляду.

Для процесу (9) компонент тренду спочатку виділяється. Слід зазначити, що ця теорія ще не була сформульована для випадку довільних трендів. Наразі запропонований метод придатний лише для окремого випадку поліномів порядку d . Ця модель називається інтегральною авторегресійною моделлю ковзних середніх порядків p, d, q і позначається АRIX (p, d, q), де d — диференціальний (інтегральний) порядок для досягнення стаціонарності процесу .

Переваги стохастичних моделей часових рядів:

- можливість моделювання випадкових процесів;
- розвиток теорії моделювання стаціонарних випадкових процесів;
- формальні процедури ідентифікації моделі.

Недоліки:

- описує скінченний клас нестаціонарних процесів відносно середнього;
- як правило, немає інтерпретації параметрів моделі;
- нестабільність оцінювання параметрів за нестаціонарних умов випадкових складових.

Іншим багатообіцяючим підходом, заснованим на стохастичних часових рядах, є інтеграція та коінтеграція змінних. Цей метод дозволяє дослідити, чи існує лінійна кореляція між різними показниками в динаміці.

Детерміновані математичні моделі мають чітку інтерпретацію, але через стохастичний характер факторів їх можна успішно використовувати лише в першому наближенні. Основними їх недоліками є обмежений час і низька надійність (оскільки не враховуються випадкові фактори).

Слід зазначити, що ці методи можуть бути використані для вирішення різноманітних задач оптимізації та мутації для підвищення ефективності управлінських рішень [10].

Під повною автоматизацією мається на увазі впровадження АСУ технічного обладнання та технічних засобів, які можуть повністю здійснювати та контролювати всі виробничі процеси підприємства без участі людини. Цей метод підходить для стабільних великих заводів з повними і незмінними механізмами для виконання безперервних операцій або для роботи в умовах, шкідливих для організму людини.

Комплексна автоматизація відбувається в межах заводу, цеху чи іншого структурного підрозділу і охоплює всі етапи виробництва, залишаючи людині лише організацію праці та керування обладнанням.

Як правило, часткова автоматизація здійснюється без зупинки основного виробництва, оскільки являє собою заміну невеликих технічних вузлів, що виконують однотипні прості операції [9].

Оскільки впровадження автоматизованих процесів є досить складним і трудомістким, виділяють наступні методи автоматизації виробництва:

- виробничий рівень, автоматизовані прості щоденні виробничі процеси: підтримка встановлених параметрів, збереження заданих режимів роботи та ін.;
- тактичні підходи передбачають автоматизацію розподілу завдань між виробничими процесами;
- стратегічний підхід, при якому процеси, необхідні для управління бізнесом, автоматизовані. Це може бути аналіз збору та розв'язання задач, прогнозування тощо.

Залежно від фінансової ситуації та потреб компанії вирішить, як компанія буде впроваджувати автоматизацію.

Оскільки проведення подібного заходу є широкоспрямованим процесом, розглянемо цілі автоматизації виробництва. Воно включає підвищення якості виробничого процесу, зниження собівартості, зниження собівартості виготовлення продукції та підвищення точності виконуваних операцій [9].

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

У роботі аналізуються математичні моделі, біотехнологічні об'єкти, автоматизовані методи та сучасні системи управління. Аналіз біотехнологічних об'єктів показує, що біотехнологічні об'єкти складаються з технічних об'єктів, біологічних об'єктів, навколишнього середовища та систем управління, які взаємопов'язані та впливають одна на одну, і називаються біотехнологічними системами (БТС).

В даний час розроблено різноманітні математичні методи. Ці методи можуть враховувати як кількісні, так і якісні показники. У першому випадку можуть бути успішно застосовані екстраполяція, імовірнісне моделювання, кореляційно-регресійний аналіз і моделі стохастичних часових рядів. По-друге, методи розпізнавання образів, спектральний аналіз і детерміновані математичні моделі. Застосування того чи іншого математичного методу має базуватися на вивченні конкретних обставин конкретної проблеми, формуванні попередньої моделі досліджуваного явища в межах предметної області, а не навпаки. Це дасть змогу підібрати більш надійний математичний метод, який базуватиметься на відповідних математичних моделях і забезпечуватиме максимальну достовірність.

Проаналізовано автоматизовані методи для складних біотехнологічних об'єктів, продемонстровано доцільність використання комплексних методів. Також було проаналізовано існуючі сучасні системи автоматизованого керування для визначення їх переваг та характеристик.

Результатом проведеного аналізу стала ідентифікація проблеми автоматизованого керування виробничими лініями обладнання складних біотехнологічних об'єктів.

Література

1. Біотехнічні системи і технології. Комп'ютерний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», освітньої програми «Обладнання

- фармацевтичних та біотехнологічних виробництв» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. М. Мельник, О. В. Воробйова. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,6 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 80 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/33484>
2. Мустецов Т. М. Теорія біотехнічних систем : навчальний посібник / Т. М. Мустецов, А. С. Нечипоренко. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. – 188 с
 3. Інформаційна технологія моніторингу, підтримки прийняття рішень та ідентифікації здоров'я студентів / С. В. Тимчик, М. В. Московко, С. М. Злепко, О. Л. Лаугс // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2015. – № 1. – С. 162–166.
 4. Pavlov S. V. Information Technology in Medical Diagnostics //Waldemar Wójcik, Andrzej Smolarz, July 11, 2017 by CRC Press - 210 Pages. 13. Wójcik W., Pavlov S., Kalimoldayev M. Information Technology in Medical Diagnostics II. London: (2019). Taylor & Francis Group, CRC Press, Balkema book. – 336 Pages.
 5. Оптико-електронні засоби діагностування периферичного кровообігу з підвищеною достовірністю (Монографія) / [Павлов С. В., Козловська Т. І., Василенко В. Б.] – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 140 с.
 6. Фізичні основи біомедичної оптики (Монографія) / [Павлов С. В., Кожем'яко В. П., Колісник П. Ф. Козловська Т. І., Думенко В. П.] – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 155 с.
 7. Реєстрація, обробка та контроль біомедичних сигналів : навчальний посібник / В. Г. Абакумов, С. М. Злепко, З. Ю. Готра та ін. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 352 с.
 8. Біотехнічні системи медичного призначення : лабораторний практикум / С. М. Злепко, О. В. Белоусова, Д. Х. Штофель, І. С. Тимчик. – Луцьк : СПД Галяк Жанна Володимирівна, 2011. – 88 с.
 9. Злепко С. М. Біотехнічні системи медичного призначення. Ч. 1. Біологічні та біотехнічні системи як об'єкти дослідження : навч. посіб. / С. М. Злепко, М. М. Данильчук, Л. В. Загоруйко. – Вінниця : ВНТУ, 2008. – 76 с.

References

1. Biotekhnichni systemy i tekhnologii. Kompiuternyi praktykum [Elektronnyi resurs] : navchalnyi posibnyk dlia studentiv spetsialnosti 133 «Haluzeve mashynobuduvannia», osvithoi prohramy «Obladnannia farmatsevtichnykh ta biotekhnolohichnykh vyrobnytstv» / KPI im. Ihoria Sikorskoho ; uklad.: V. M. Melnyk, O. V. Vorobiova. – Elektronni tekstovi dani (1 fail: 3,6 Mbait). – Kyiv : KPI im. Ihoria Sikorskoho, 2020. – 80 s. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/33484>
2. Mustetsov T. M. Teoriia biotekhnichnykh system : navchalnyi posibnyk / T. M. Mustetsov, A. S. Nechyporenko. – Kh. : KhNU imeni V. N. Karazina, 2015. – 188 s
3. Informatsiina tekhnolohiia monitorynhu, pidtrymky pryiniattia rishen ta identyfikatsii zdorovia studentiv / S. V. Tymchik, M. V. Moskovko, S. M. Zlepko, O. L. Lauhs // Vymiriuvalna ta obchysliuvalna tekhnika v tekhnolohichnykh protsesakh. – 2015. – № 1. – S. 162–166.
4. Pavlov S. V. Information Technology in Medical Diagnostics //Waldemar Wójcik, Andrzej Smolarz, July 11, 2017 by CRC Press - 210 Pages. 13. Wójcik W., Pavlov S., Kalimoldayev M. Information Technology in Medical Diagnostics II. London: (2019). Taylor & Francis Group, CRC Press, Balkema book. – 336 Pages.
5. Optyko-elektronni zasoby diahnostuvannia peryferychnoho krovoobihu z pidvyshchenoiu dostovirnistiu (Monohrafiia) / [Pavlov S. V., Kozlovska T. I., Vasylenko V. B.] – Vinnytsia : VNTU, 2014. – 140 s.
6. Fyzychni osnovy biomedychnoi optyky (Monohrafiia) / [Pavlov S. V., Kozhemiako V. P., Kolisnyk P. F. Kozlovska T. I., Dumenko V. P.] – Vinnytsia : VNTU, 2010. – 155 s.
7. Reiestratsiia, obrobka ta kontrol biomedychnykh syhnaliv : navchalnyi posibnyk / V. H. Abakumov, S. M. Zlepko, Z. Yu. Hotra ta in. – Vinnytsia : VNTU, 2011. – 352 s.
8. Biotekhnichni systemy medychnoho pryznachennia : laboratornyi praktykum / S. M. Zlepko, O. V. Bielousova, D. Kh. Shtofel, I. S. Tymchik. – Lutsk : SPD Hadiak Zhanna Volodymyrivna, 2011. – 88 s.

9. Zlepko S. M. Biotekhnichni systemy medychnoho pryznachennia. Ch. 1. Biolohichni ta biotekhnichni systemy yak obiekty doslidzhennia : navch. posib. / S. M. Zlepko, M. M. Danylchuk, L. V. Zahoruiko. – Vinnytsia : VNTU, 2008. – 76 s.

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Боднар Дмитро Володимирович

Тема: Метод автоматизованого керування складними біологічними об'єктами

Спеціальність: 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість сторінок записки 96

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою роботи є розробити метод автоматизованого керування складними біологічними об'єктами.
2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню
3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому розділі математичні моделі, біотехнологічні об'єкти, автоматизовані методи та сучасні системи управління. Аналіз біотехнологічних об'єктів доводить, що біотехнологічні об'єкти складаються з технічного обладнання, біологічних об'єктів, навколишнього середовища та систем управління, оскільки вони взаємопов'язані та взаємозалежні і один без іншого не може ефективно працювати; їх зазвичай називають біотехнологічними системами (BTS). У другому розділі створена параметрична модель досліджуваної системи, що складається з наборів і підмножин, що містять усі змінні, що використовуються в системі. Визначено, що такою колекцією є досліджуваний біологічний об'єкт, що складається з різних видів консервованих об'єктів, які поділяються на різні різновиди. У третьому розділі запропоновано підхід до автоматизованого керування роботою технологічних ліній обладнання складних біотехнологічних об'єктів. На основі розроблених елементів, зв'язків і цілей, визначених за допомогою теорії множин, формується діаграма, що представляє взаємозв'язок між множинами щодо досягнення мети. За результатами досліджень розроблено алгоритм як спосіб автоматизації управління лініями обладнання складних біотехнологічних об'єктів. У четвертому розділі Проведено валідацію та оцінку рішення для розробленого програмного забезпечення для автоматичного керування виробничими лініями обладнання. Для порівняння та аналізу запропонованого рішення розробленого програмного засобу для автоматичного керування виробничими лініями обладнання було вибрано та детально описано аналогічне рішення іншого розробника. Це дозволило з'ясувати всі плюси і мінуси обох рішень, а також зробити висновки щодо перспектив розвитку
4. Позитивні сторони роботи: розроблено метод автоматизованого керування складними біологічними об'єктами

5. Негативні сторони роботи: недостатня кількість або якість практичних прикладів описаних технічних рішень

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

8. Інші зауваження: відсутні

9. Оцінка дипломної роботи: добре (4,00/5)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) Підченко
Сергій Костянтинівич, завідувач кафедри
ТМІТ, д.т.н., професор

"20" 12 2024 р.

 (підпис)

Завідувачу кафедри АКІТтаР
д-ру техн. наук, проф. Мартинюку В.В.

Боднар Дмитро Володимирович

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 2 курс, групи АКІТРм-23-2

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений(а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (StrikePlagiarism та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

02.12.2024

дата

Д.В.

підпис

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 3.0%Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. **Помилко в документах: 9%**

ID: 161261 Назва: МКР Метод автоматизованого керування складними біологічними об'єктами Додано в БД: 2024-12-19 Автора: Дмитро БОДНАР Керівники: Юрій ФОРКУН Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	111048	841	4386 (4%)	61 (7%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

Fri Dec 20 01:19:09 EET 2024, Федула Микола Васильович, Хмельницький національний університет, ХНУ

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 36.0%Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. **Помилко в документах: 9%**

ID: 161618 Назва: МКР Метод автоматизованого керування складними біологічними об'єктами Назва теми Додано в БД: 2024-12-20 Автора: Дмитро БОДНАР Керівники: Юрій ФОРКУН Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	110470	847	39390 (36%)	369 (44%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми
161261	Назва: МКР Метод автоматизованого керування складними біологічними об'єктами Додано в БД: 2024-12-19 Автора: Дмитро БОДНАР Керівники: Юрій ФОРКУН Консультанти: Опоненти:	39390 (36.0%)	383 (45.0%)

Протокол аналізу звіту подібності науковим керівником

Заявляю, що я ознайомився (-лась) з Повним звітом подібності, який був згенерований Системою виявлення і запобігання плагіату щодо роботи:

Автор: Дмитро БОДНАР

Співавтор:

Назва: МКР Боднар

Науковий керівник: Юрій ФОРКУН

Підрозділ: Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Коефіцієнт подібності 1: 27%

Коефіцієнт подібності 2: 9.5%

Мікропробіли: 6

Заміна букв: 40

Інтервали: 0

Білі знаки: 0

Дата створення звіту: 2024-12-19 10:12:11.0

Після аналізу Звіту подібності констатую наступне:

Запозичення, виявлені в роботі є законними і не є плагіатом. Рівень подібності не перевищує допустимої межі. Таким чином робота незалежна і приймається.

Запозичення не є плагіатом, але перевищено граничне значення рівня подібностей. Таким чином робота повертається на доопрацювання.

Виявлено запозичення і плагіат або навмисні текстові спотворення (маніпуляції), як передбачувані спроби укриття плагіату, які роблять роботу невідповідною вимогам законодавства (Ст. 32. ЗУ Про вищу освіту, пункт 3.1, Ст. 42. ЗУ Про освіту) та вимог НАЗЯВО (Критерій 5), а також кодексу етики і процедурам. Таким чином робота не приймається.

Обґрунтування:

2024-12-19

Дата


експерт

Протокол аналізу звіту подібності науковим керівником

Заявляю, що я ознайомився (-лась) з Повним звітом подібності, який був згенерований Системою виявлення і запобігання плагіату щодо роботи:

Автор: Дмитро БОДНАР

Співавтор:

Назва: МКР Боднар в1

Науковий керівник: Юрій ФОРКУН

Підрозділ: Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Коефіцієнт подібності 1:10%

Коефіцієнт подібності 2:2.6%

Мікропробіли: 9

Заміна букв: 26

Інтервали: 0

Білі знаки: 0

Дата створення звіту: 2024-12-20 01:17:16.0

Після аналізу Звіту подібності констатую наступне:

Запозичення, виявлені в роботі є законними і не є плагіатом. Рівень подібності не перевищує допустимої межі. Таким чином робота незалежна і приймається.

Запозичення не є плагіатом, але перевищено граничне значення рівня подібностей. Таким чином робота повертається на доопрацювання.

Виявлено запозичення і плагіат або навмисні текстові спотворення (маніпуляції), як передбачувані спроби укриття плагіату, які роблять роботу невідповідною вимогам законодавства (Ст. 32. ЗУ Про вищу освіту, пункт 3.1, Ст. 42. ЗУ Про освіту) та вимог НАЗЯВО (Критерій 5), а також кодексу етики і процедурам. Таким чином робота не приймається.

Обґрунтування:

2024-12-20

Дата


експерт

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
РОБОТОТЕХНІКИ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Метод автоматизованого керування складними біологічними об'єктами

Автор: Боднар Дмитро Володимирович

Спеціальність: 174 – Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

Освітня програма: Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Науковий керівник: Форкун Юрій Вікторович, кандидат технічних наук, доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої й електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того, як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

1) у тексті кваліфікаційної роботи системами перевірки на плагіат виявлено схожість з деякими документами в частині загальноживаних обов'язкових словосполучень у стандартних бланках (титулка, відомість документів), у структурі змісту, назвах розділів/підрозділів тощо, у назвах публікацій у переліку джерел посилання;

2) усі запозичення є фрагментарними або мають належним чином оформленні посилання;

3) виявлені модифікації тексту не впливають на відсоток схожості.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів ідентичності/схожості, складає 10,03% і адресується до 6 джерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру теми і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи



Валерій МАРТИНЮК

Валерій МАРТИНЮК

Юрій ФОРКУН