

Додаток А

Апробація результатів кваліфікаційної роботи

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки
(КІТАР)



МАТЕРІАЛИ

II Всеукраїнської конференції
«Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки»
(Computer-integrated technologies, automation and robotics)

CITAR'25

16-17 травня 2025

[електронне видання]

Харків 2025

Рисунок А.1 – Титульний аркуш

УДК: 005:004.896:62-65:338.3

Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки 2025: матеріали II-ї Всеукраїнської конференції, Харків, 16-17 травня 2025.: тези доповідей / [редкол. І.Ш. Невлюдов (відповідальний редактор)].-Харків: [електронний друк], 2025. – 132 с.

У збірник включені тези доповідей, які присвячені сучасним автоматизованим технологіям Industry 4.0 та їх впровадження; інформаційні управляючі системи технологічного призначення; математичні методи в системах автоматизації; розробка та програмування в робототехніці; штучний інтелект та машинне навчання в автоматизації; інтеграція технологій у виробництві та промисловості; сенсорні технології та взаємодія людини з роботами в Industry 5.0; ефективність використання роботизованих систем у виробництві; етика та правові аспекти в робототехніці; Інтернет речей та Інтегровані системи в комп'ютерно-інтегрованих технологіях, автоматизації та робототехніки; технологічні виклики та інновації у світі робототехніки.

Редакційна колегія: І.Ш. Невлюдов, В.В. Євсєєв.

Computer-integrated technologies, automation and robotics 2025: Proceedings of II st All-Ukrainian Conference, Kharkiv, May 16-17, 2025: Theses of Reports / [Ed. I.Sh. Nevlyudov (chief editor).] .- Kharkiv .: [electronic version], 2025. - 132 p.

The collection includes abstracts devoted to modern automated technologies of Industry 4.0 and their implementation; information control systems for technological purposes; mathematical methods in automation systems; development and programming in robotics; artificial intelligence and machine learning in automation; integration of technologies in production and industry; sensor technologies and human interaction with robots in Industry 5.0; efficiency of using robotic systems in production; ethics and legal aspects in robotics; Internet of Things.

Editorial board: Igor.Sh. Nevlyudov, Vladyslav.V. Yevsieiev

© Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), ХНУРЕ, 2025

Рисунок А.2 – Опис конференції

ЗМІСТ

<i>O.O. Chala, D.O. Kryvenko</i> Challenges and trends of automation of logistics processes in bond warehouses using INDUSTRY 5.0 concepts	6
<i>М. Ю. Лазаренко, В. В. Сосєєв, О.М. Цимбал</i> Ефективність використання роботизованих систем у виробництві	9
<i>Vladyslav Yevsieiev</i> Using multi-agent systems in the management of collaborative robots	13
<i>Svitlana Starykova</i> Using free web applications for designing mobile robots in general secondary education institutions (GSEI)	18
<i>Тинченко Ю.О., С.В. Хрустальова</i> Аналіз баз даних систем автоматизації	23
<i>M. S. Achkan, S. V. Sotnik</i> Integration of cloud technologies into modern SCADA systems: prospects and challenges ...	26
<i>Берест Б.Р., Гурін Д.В.</i> Актуальність віртуалізації гнучких виробничих ділянок на виробництві	30
<i>Белый Я.В., Сичова О.В.</i> Розпізнавання голосу за допомогою офлайн-бібліотеки VOSK в робототехніці	34
<i>Ігор Голод</i> Кіберфізичні системи в управлінні мікрокліматом: аналіз сучасних підходів	38
<i>Гурін Д.В.</i> Індустрія 5.0 та колаборативні роботи: перспективи та виклики	43
<i>Дихтенко А.І., Гурін Д.В.</i> Аналіз сучасних систем моніторингу та аналізу даних на виробництві	47
<i>М.Ю. Білаусов, М.Г. Стародубцев, С.В. Шибанов</i> Метод покращення стратегії керування технологічними процесами	50
<i>С.О. Єрофєєв Д.В. Гурін</i> Автоматичні диспенсери для ліків: сучасний стан та перспективи розвитку	57
<i>В.Я. Коваленко</i> Інтелектуальні SCADA-системи	60
<i>O. R. Kolbasa, S. V. Sotnik</i> The significance and necessity of automating the selection of sensors and actuators	63
<i>A. Konieva, S. Sotnik</i> Main trends in the development of automated image processing systems	68
<i>Д.В. Лукиєнко, Д.В. Гурін</i> Аналіз технологій для вебсайту-помічника абітурієнта: чому NextJS та Google таблиці – оптимальне рішення	73
<i>Г.С. Макарєнко, М.Г. Стародубцев, С.В. Шибанов</i> Вибір керуючих впливів на основі оперативної ідентифікації технологічного об'єкту ...	76
<i>R.V. Marunich, S. V. Sotnik</i> Features of IOT application in the security sector	80
<i>K. A. Polikanov, S.V. Sotnik</i> Overview of modern technologies for residential automation	85

Рисунок А.3 – Зміст конференції

<i>О.Ю. Посашков, О.М. Цимбат</i>	
Аналіз систем динамічного планування виробництва в умовах невизначеності.....	90
<i>Д.С. Проценко</i>	
Порівняння методів взаємодії з асистентами	93
<i>Пустовойтенко Ф.А.</i>	
Аналіз існуючих рішень серед систем планування ресурсів підприємства та їх проблематики	97
<i>М. Rudenko, S. Sotnik</i>	
Overview of algorithmic approaches to forecasting in CRM systems	101
<i>О. О. Сиріця Д.В Гурін</i>	
Сферичний робот для гуманітарного розмінування: доступне рішення для безпечного майбутнього	106
<i>О.В. Суботін, Я.І. Петрухін</i>	
Проектування модулю отримання первинної інформації для систем контролю технологічних параметрів	110
<i>A. D. Yechevskyi, S. V. Sotnik</i>	
Research of orientation methods of autonomous mobile robots in industrial conditions	115
<i>Юрченко О.Д.</i>	
Роль SCADA-системи з використанням концепції IOT	120
<i>Д.А. Янушкевич, Л.С. Іванов, К.С. Редькін</i>	
Сучасні технології систем управління якістю Quality 5.0 та їх впровадження на підприємствах	125
<i>Б. Місан, І. Неаждов, О. Рубан</i>	
Перспективи 3D друку усних фільмів	129

Рисунок А.4 – Друга сторінка змісту конференції

THE SIGNIFICANCE AND NECESSITY OF AUTOMATING THE SELECTION OF SENSORS AND ACTUATORS

O. R. Kolbasa, S. V. Sotnik

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av., 14

E-mail: oleksandr.kolbasa@nure.ua, svetlana.sotnik@nure.ua

Abstract: The theses are dedicated to the significance and necessity of automating the process of selecting sensors and actuators in technical process automation systems. An overview of the main approaches to implementing automated component selection is provided, including modern software tools and intelligent systems. Examples of sensor and actuator manufacturers are presented. The advantages of the automated approach compared to manual selection are analyzed. Conclusions are drawn regarding the effectiveness of this approach and the prospects for the development of relevant technologies.

Keywords: automated sensor selection, actuators, expert systems, industrial automation, Industry 4.0.

ЗНАЧЕННЯ ТА НЕОБХІДНІСТЬ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИБОРУ СЕНСОРІВ І ВИКОНАВЧИХ МЕХАНІЗМІВ

О. Р. Колбаса, С. В. Сотник

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: oleksandr.kolbasa@nure.ua, svetlana.sotnik@nure.ua

Анотація: Тези присвячені значенню та необхідності автоматизації процесу вибору сенсорів і виконавчих механізмів у системах автоматизації технічних процесів. Проведено огляд основних підходів до реалізації автоматизованого вибору компонентів, зокрема сучасних програмних засобів та інтелектуальних систем. Наведено приклади виробників сенсорів та виконавчих механізмів. Проаналізовано переваги автоматизованого підходу порівняно з ручним вибором. Зроблено висновки щодо ефективності такого підходу та перспектив розвитку відповідних технологій.

Ключові слова: автоматизація вибору сенсорів, виконавчі механізми, експертні системи, промислова автоматика, Індустрія 4.0.

RELEVANCE OF THE WORK. The rapid development of technologies and the variety of sensors and actuators used in automated systems significantly complicate the process of their selection [1-6]. The efficiency and reliability of the automation system significantly depends on the correct selection of these components. Traditional manual selection of sensors and actuators requires a significant investment of time and often depends on the experience of the engineer. Under these conditions, the automation of the process of selecting components is becoming more and more relevant and necessary [7, 8]. Automated selection of sensors and actuators involves the use of specialized software tools or algorithms that help determine the optimal components for specific tasks or systems.

Thus, the development of methods for automated component selection is an important direction in the design of modern control systems. This article discusses the main approaches to the implementation of automated selection of sensors and actuators, provides examples from the industry, and analyzes the advantages of the automated approach compared to traditional manual selection.

MATERIALS AND RESEARCH RESULTS. Automation of the choice of sensors and actuators is a key stage in the design of modern control and automation systems. Let's determine the advantages of an automated approach over manual selection:

1. Reducing time waste. Automated systems quickly analyze a large number of possible options for sensors and actuators, which significantly reduces the selection time. Specialized software tools allow engineers to quickly get a list of optimal components without the need to manually browse catalogs.

2. Minimization of errors and the impact of the human factor. Automated systems work according to clear algorithms and selection criteria, which reduces the likelihood of human error. A subjective approach is excluded, which can influence the choice due to the engineer's limited experience or personal preferences.

3. Complex analysis of parameters. Automated systems can take into account a large number of factors at the same time: specifications, compatibility with other components, cost, reliability, energy efficiency, etc. Multi-criteria optimization allows you to choose the best solution taking into account all system requirements.

4. Compatibility and integration into digital platforms. Many manufacturers offer online catalogs with integrated configurators, which allows you to quickly adapt the selected components to a specific project. Automated picking systems can be integrated into CAD/CAE environments, which facilitates design and reduces the need for repeated inspections.

5. Scalability and reuse of solutions. Automated approaches make it easy to store component selection templates that can be used in future projects. Digital databases and machine learning algorithms can improve the quality of choices based on previous experience, which contributes to the continuous improvement of the design process.

Despite the significant advantages of automated selection of sensors (Fig. 1) and actuators, testing them in real conditions can be difficult and costly.

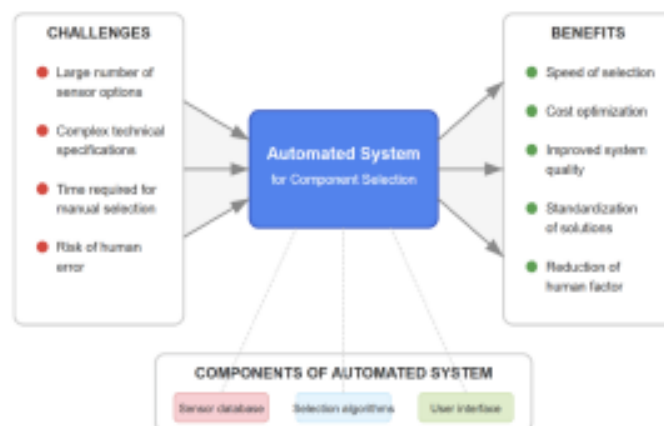


Figure 1 – Key aspects of the importance and need to automate the selection of sensors and actuators

Therefore, there is a need to use virtual environments that allow simulating the operation of drones without risking equipment and with less resource consumption. Features of the virtual environment for simulating the operation of drones:

1. Physical modeling and realism. The efficient simulator accurately reproduces the physical characteristics of the drone, including aerodynamics, power consumption, and control response. This allows you to transfer the skills acquired in the virtual environment to real conditions.

2. Visual environment and sensors. Simulators create a detailed visual environment with different landscapes and objects. They also simulate the operation of sensors such as cameras, lidars and GPS, which brings the workout closer to real conditions.

3. Visual environment and sensors. Simulators create a detailed visual environment with different landscapes and objects. They also simulate the operation of sensors such as cameras, lidars and GPS, which brings the workout closer to real conditions.

4. Modeling of weather conditions and obstacles. Simulators allow you to recreate different weather conditions, such as wind, precipitation and fog, as well as dynamic obstacles. This helps prepare pilots for difficult situations.

5. Program interfaces and compatibility. Modern simulators support integration with real control systems and APIs for the development of autonomous algorithms. This allows you to test new technologies and improve drone software.

Effective automation of the process of selecting sensors and actuators requires the use of appropriate algorithms and techniques. For a better understanding of this process, let's consider the main approaches used for automated component selection. An overview of the main approaches to the automated selection of sensors and actuators.

There are several approaches to automated selection of sensors and actuators that are currently being researched and implemented.

One of the basic methods is to create electronic databases of components with the ability to filter by technical characteristics. Such databases (e.g. online manufacturer catalogs) allow you to automatically select models of sensors or actuators that meet specified requirements, such as measurement range, accuracy, operating conditions, etc.

Another area is the use of expert systems and decision support systems. Such systems have accumulated specialist knowledge about the choice of components: the rules and criteria by which a certain type of sensor or mechanism is suitable for a particular process. Based on the process parameters entered (e.g., temperature range, pressure, required force, or speed), the expert system can recommend the optimal type of sensor or actuator.

With the development of artificial intelligence methods, more complex approaches appear [9-11]. For example, the use of machine learning algorithms to analyze large amounts of data about the operation of various sensors and actuators can help predict which component will be best in certain conditions. Optimization methods (genetic algorithms, multi-criteria optimization) are also being investigated, which allow you to automatically select a set of components for the system, taking into account several criteria at the same time – cost, energy efficiency, reliability, etc. It is worth noting that some modern software complexes for design (CAD/CAE systems) already contain integrated modules that help the engineer select components. For example, when designing pneumatic systems, software can recommend the type of cylinder and valve according to the specified load and speed requirements, which simplifies the selection process.

Let's consider examples of well-known manufacturers of sensors and actuators. There are many manufacturers of sensors and actuators on the modern market, whose products are used in automated systems around the world. Among the manufacturers of sensors are companies such as Siemens, Honeywell and Bosch, which offer a wide range of devices for measuring various parameters (temperature, pressure, position, etc.) and are known for their high quality and reliability of products. In the field of actuators, Festo, SMC and Schneider Electric are leading companies – they specialize in the production of pneumatic and electric actuators, valves, servo motors and other equipment necessary for the implementation of movements and control in automated processes. It is important

that these manufacturers not only produce the components themselves, but also offer engineers digital tools for their selection (online catalogs, configurator programs), which is actually an example of the practical implementation of the concept of automated selection.

Automating the selection of sensors and actuators is an important step towards improving the efficiency of automation system development. The analysis shows that the use of automated approaches allows you to optimize the design process, reduce time costs and improve the quality of technical solutions. With the development of AI technologies and the concept of Industry 4.0, automated selection tools are expected to become even more powerful and integrated. A promising direction is the creation of complex systems capable of selecting and adjusting sensors and drives for specific tasks in real time. Such systems will be able to automatically adapt to changes in process conditions or requirements.

CONCLUSIONS. Automation of the choice of sensors and actuators is an important direction in the modern design of control and automation systems. The use of automated approaches allows you to significantly reduce the time of component selection, minimize errors, provide a comprehensive analysis of parameters and improve compatibility with digital platforms. The considered methods of automated selection, such as the use of electronic databases, expert systems, machine learning algorithms and optimization approaches, demonstrate high efficiency in selecting optimal components for specific tasks. The implementation of such approaches contributes to improving the quality of design, reducing costs and improving the reliability of automated systems. The further development of artificial intelligence methods and the integration of automated selection systems with CAD/CAE environments open up new opportunities for improving the process of selecting sensors and actuators.

REFERENCES:

1. Sotnik, S. V. (2024). Development of automated control system and registration of metal in continuous casting. *Radio Electronics, Computer Science, Control.* – pp. 197-211
2. Sotnik, S. V. (2024). Integration of IoT into security systems: opportunities and risks. *International Journal of Academic Engineering Research (IJAER).* – 8 (11). – pp. 56-61
3. Hubar, A.Y., Sotnik, S.V. Impact of automation and CALS technologies on human factor in production. The 5th International scientific and practical conference "Perspectives of contemporary science: theory and practice" (June 24-26, 2024) SPC "Sci?conf.com.ua", Lviv, Ukraine, 2024. – pp. 243-249
4. Khalimonov, Y., & et al. (2024). Approaches to ensuring proper working conditions using sensor technologies IoT. *International Conference «DIGITAL INNOVATION & SUSTAINABLE DEVELOPMENT 2024»*, 2024 - pp. 24-25
5. Rudenko, M., & et al. (2024). Overview of approaches to scaling relational databases in development and adaptation of web applications. *Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій: Тези доповідей XII Міжнародної науково-практичної конференції (10-12 грудня 2024 р., м. Запоріжжя).* – pp. 398-402
6. Khalimonov, Y. I., & et al. (2024). Monitoring and optimising conditions in production environment. *Proceedings of the XVII International scientific and practical conference «Information technologies and automation- 2024»*, 2024. – pp. 256-258
7. Sotnik, S. V. (2024). Features of using REST architecture for development of ARS for information systems. *Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи в управлінні проектами та програмами», Коблево, 9–13 вересня 2024 р. Збірник праць.* – Харків: ХНУРЕ. – pp. 42 – 45.

Рисунок А.8 – Перелік джерел посилань, перша сторінка

8. Danylenko, M. M., & et al. (2025). Comparative analysis of modern SCADA packages for production automation. *International Journal of Academic Engineering Research (IJAER)*. – Vol. 9. – 2. – pp. 26-34
9. Polikanov, K., & et al. (2024). Smart home with house module: overview of automation technologies. *International Conference «DIGITAL INNOVATION & SUSTAINABLE DEVELOPMENT 2024»*, 2024 - pp. 20-21
10. Lykho, T. A. & et al. (2024). Pattern recognition and computer vision technologies in decision support systems of robotic systems. *Proceedings of the XVII International scientific and practical conference «Information technologies and automation – 2024»*. – pp. 645-648
11. Danylenko, M. M., & et al. (2025). Comparative analysis of modern SCADA packages for production automation. *International Journal of Academic Engineering Research (IJAER)*. – Vol. 9. – 2. – pp. 26-34

Рисунок А.9 – Перелік джерел посилань, друга сторінка

Додаток Б
Листінг програми Python

```

from django.db import models

from django.conf import settings

from django.contrib.auth.models import AbstractUser

from django.contrib.auth import get_user_model

from django.db.models.signals import post_save

from django.dispatch import receiver

from django.db.models import Sum

from django.contrib import admin


class User(AbstractUser):

    ROLE_CHOICES = (

        ('admin', 'Адміністратор'),

        ('manager', 'Менеджер'),

        ('client', 'Клієнт'),

    )

    role = models.CharField(max_length=20, choices=ROLE_CHOICES, default='client')

    phone = models.CharField(max_length=20, blank=True)


class Component(models.Model):

    CATEGORY_CHOICES = [

        ('equipment', 'Складське обладнання'),

        ('transport', 'Підйомно-транспортна техніка'),

        ('integration', 'Інтеграційне обладнання'),

        ('actuator', 'Виконавчий механізм'),

        ('sensor', 'Сенсор'),

    ]

    ]

    SUBCATEGORY_CHOICES = [

```

```

# equipment
('shelf', 'Стелаж'),
('container', 'Контейнер'),
('pallet', 'Піддон'),

# transport
('stacker', 'Штабелер'),
('forklift', 'Навантажувач'),
('conveyor', 'Конвеєр'),
('transporter', 'Транспортер'),

# sensor
('rfid', 'RFID сенсор'),
('temperature', 'Температурний сенсор'),
('vibration', 'Вібраційний сенсор'),
('motion', 'Сенсор положення'),
('presence', 'Сенсор присутності'),
('distance', 'Сенсор відстані'),

# integration

# actuator
('electric_cylinder', 'Електроциліндр'),
('pneumatic_cylinder', 'Пневматичний клапан'),
('rotary_drive', 'Обертовий привід'),
('actuator_other', 'Інше'),

]

name = models.CharField(max_length=200)

```

```

    article = models.CharField(max_length=100, unique=True, blank=True, null=True,
verbose_name="Артикул")

    category = models.CharField(max_length=50, choices=CATEGORY_CHOICES)

    subcategory = models.CharField(max_length=50, choices=SUBCATEGORY_CHOICES)

    brand = models.CharField(max_length=100, blank=True, null=True)

    description = models.TextField(blank=True)

    datasheet = models.URLField(blank=True, null=True)

    image = models.ImageField(upload_to='components/', blank=True, null=True)


    load_capacity = models.PositiveIntegerField(blank=True, null=True) # кг

    temperature_min = models.IntegerField(blank=True, null=True)

    temperature_max = models.IntegerField(blank=True, null=True)

    power_supply = models.CharField(max_length=50, blank=True, null=True) # 24V, 10–30V
DC

    signal_type = models.CharField(max_length=50, blank=True, null=True) # 0–10 V, 4–20mA,
аналоговий

    IP = models.CharField(max_length=20, blank=True, null=True)

    pressure_range = models.CharField(max_length=50, blank=True, null=True) # 3–8 бар

    interface = models.CharField(max_length=50, blank=True, null=True) # RS232, WiFi

    material = models.CharField(max_length=100, blank=True, null=True)

    price = models.DecimalField(max_digits=10, decimal_places=2, blank=True, null=True)


    legacy_name = models.CharField(max_length=200, blank=True, null=True)

    specs = models.JSONField(blank=True, null=True, verbose_name="Характеристики")

    advantages = models.TextField(blank=True, null=True, verbose_name="Переваги")

    compatibility = models.TextField(blank=True, null=True, verbose_name="Сумісність")


    def __str__(self):

        return f"{self.name} ({self.brand})"

```

```

class Project(models.Model):

    user = models.ForeignKey(User, on_delete=models.CASCADE)

    name = models.CharField(max_length=100)

    created_at = models.DateTimeField(auto_now_add=True)

    components =
models.ManyToManyField('Component',through='ProjectComponent',related_name='projects')


    def __str__(self):

        return self.name


class ProjectComponent(models.Model):

    project =
models.ForeignKey(Project,on_delete=models.CASCADE,related_name='project_components')

    component = models.ForeignKey(Component, on_delete=models.CASCADE)

    quantity = models.PositiveIntegerField(default=1)


User = get_user_model()


class Message(models.Model):

    chat = models.ForeignKey('Chat', related_name='messages', on_delete=models.CASCADE)

    sender = models.ForeignKey(User, on_delete=models.CASCADE)

    content = models.TextField()

    timestamp = models.DateTimeField(auto_now_add=True)

    is_read = models.BooleanField(default=False)


class Meta:

    ordering = ['timestamp']

```

```

def __str__(self):
    return f"{self.sender}: {self.content[:20]}"

def save(self, *args, **kwargs):
    if self.chat.is_closed and self.sender == self.chat.client:
        self.chat.is_closed = False

    self.chat.save(update_fields=['is_closed'])
    super().save(*args, **kwargs)

```

```

class Chat(models.Model):
    client = models.ForeignKey(User, related_name='client_chats',
on_delete=models.CASCADE)

    manager = models.ForeignKey(User, related_name='manager_chats',
on_delete=models.SET_NULL, null=True, blank=True)

    order = models.ForeignKey('Order', null=True, blank=True, on_delete=models.SET_NULL)
    created_at = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
    updated_at = models.DateTimeField(auto_now=True)
    is_closed = models.BooleanField(default=False)

```

```

class Meta:
    constraints = [
        models.UniqueConstraint(fields=['client'], name='unique_chat_per_client')
    ]

```

```

class Order(models.Model):
    STATUS_CHOICES = [
        ('new', 'Hobe'),

```

```

('in_work', 'В роботі'),
('closed_won', 'Виконано'),
('closed_lost', 'Скасовано'),
]

```

```

project = models.ForeignKey(Project, on_delete=models.CASCADE)

manager = models.ForeignKey(User, on_delete=models.SET_NULL, null=True, blank=True,
related_name='managed_orders')

status = models.CharField(max_length=20, choices=STATUS_CHOICES, default='new')

created_at = models.DateTimeField(auto_now_add=True)

def __str__(self):
    return f"Замовлення #{self.id} ({self.status})"

```

```

class Movement(models.Model):

```

```

    IN = 'in'

    OUT = 'out'

    MOVEMENT_CHOICES = [

        (IN, 'Надходження'),

        (OUT, 'Списання'),

    ]

```

```

    batch = models.ForeignKey('MovementBatch', on_delete=models.CASCADE,
related_name="movements", null=True)

    component = models.ForeignKey(Component, on_delete=models.CASCADE)

    movement_type = models.CharField(choices=MOVEMENT_CHOICES, max_length=3)

    quantity = models.PositiveIntegerField()

    comment = models.TextField(blank=True, null=True)

    date = models.DateTimeField(auto_now_add=True)

```

```
def __str__(self):
    return f"{self.movement_type} {self.component.name} x{self.quantity}"
```

```
@staticmethod
```

```
def get_stock(component):
    in_total = Movement.objects.filter(component=component,
movement_type='in').aggregate(Sum('quantity'))['quantity__sum'] or 0

    out_total = Movement.objects.filter(component=component,
movement_type='out').aggregate(Sum('quantity'))['quantity__sum'] or 0

    return in_total - out_total
```

```
Order._original_save = Order.save
```

```
def custom_order_save(self, *args, **kwargs):
    if self.pk:
        old = Order.objects.get(pk=self.pk)

        if old.status != self.status:

            if old.status == 'closed_won' and self.status == 'closed_lost':

                for pc in self.project.project_components.all():

                    Movement.objects.create(

                        component=pc.component,

                        movement_type='in',

                        quantity=pc.quantity,

                        comment=f'Повернення через скасування замовлення #{self.pk}'

                    )

            elif self.status == 'closed_won' and old.status != 'closed_won':

                for pc in self.project.project_components.all():
```

```

Movement.objects.create(
    component=pc.component,
    movement_type='out',
    quantity=pc.quantity,
    comment=f'Списання через завершення замовлення #{self.pk}'
)

return Order._original_save(self, *args, **kwargs)

```

```
Order.save = custom_order_save
```

```
class MovementBatch(models.Model):
```

```
    created_at = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
```

```
    comment = models.TextField(blank=True, null=True)
```

```
    def __str__(self):
```

```
        return f"Партія #{self.id} — {self.created_at.strftime('%Y-%m-%d')}"
```

```
Component.stock = property(lambda self: Movement.get_stock(self))
```

Додаток В
Демонстраційний матеріал

