

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет будівництва та транспорту
Кафедра будівельних, дорожніх машин і будівництва

Магістерська робота

**на тему: МОНІТОРИНГ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОЛІЙ
МОСТОВИХ КРАНІВ ЗА КРИТЕРІЄМ ВЕРТИКАЛЬНИХ
ВІДХИЛЕНЬ ВІД ПРОЕКТНОГО ПОЛОЖЕННЯ**

Допустити до захисту

Завідувач кафедри БДМБ, к.т.н., професор

В.А. Настоящий

" ____ " _____ 2021 р.

Керівник магістерської роботи, д.т.н., професор

В.А. Пашинський

" ____ " _____ 2021 р.

Консультант з охорони праці, к.т.н., доцент

В.В. Дарієнко

" ____ " _____ 2021 р.

Виконав студент 6 курсу

спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Д.О. Сорокін

" ____ " _____ 2021 р.

Кропивницький – 2021 рік

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Метою дослідження є аналіз висотних відхилень кранових колій мостових кранів від проектного положення, виконання імовірнісного опису та виявлення закономірностей змін у процесі експлуатації досліджених цехів.

За результатами геодезичних вимірювань у цехах машинобудівного заводу в середовищі Microsoft Excel створено електрону базу даних з перепадами висот кранових рейок для 18-ти прольотів за 3...4 роки зйомок. За результатами статистичної обробки вибірок перепадів висот вздовж та поперек прольоту отримані числові характеристики та закони розподілу. Придатність закону розподілу модуля випадкової величини для опису перепадів висот перевірена за критерієм узгодженості Пірсона,.

За отриманими числовими характеристиками розраховано імовірності виходу відхилень за допустимі межі. Імовірність перевищення допустимих меж для перепадів поперек прольоту не перевищує 0,09, що робить їх практично неможливим. Імовірність перевищення для перепадів вздовж прольоту коливається в межах 0,02...0,44, тобто досягає істотних значень.

Побудовано графіки змін числових характеристик у часі, які дозволяють встановити швидкості зростання перепадів головок кранових рейок вздовж та поперек прольоту. Проведений аналіз узагальнених даних швидкостей наростання перепадів не дозволив виявити закономірностей залежно від цеху та прольоту. Проте, на основі цих даних та наведених в нормах допусках виконано орієнтовне прогнозування необхідної періодичності рихтовки кранових колій. Встановлені необхідність щорічної геодезичної зйомки та рихтування висотних перепадів вздовж колон одного ряду; необхідність рихтування для колон протилежних рядів, може виникнути лише раз на 2...5 років.

Проведена робота вказує на доцільність та результативність проведення моніторингу технічного стану колій за критеріями відхилень від вертикального положення.

SUMMARY

The purpose of the study is to analyze the height deviations of the crane tracks of overhead cranes from the design position, perform a probabilistic description and identify patterns of changes in the operation of the studied workshops.

Based on the results of Geodetic measurements in the workshops of a machine-building plant, an electronic database with differences in the heights of crane rails for 18 spans over 3...4 years of filming was created in Microsoft Excel. Based on the results of statistical processing of samples of height differences along and across the span, numerical characteristics and distribution laws are obtained. The suitability of the law of distribution of the random weichina modulus for describing height differences was checked by the Pearson consistency criterion,.

Based on the obtained numerical characteristics, the probabilities of deviations exceeding the permissible limits are calculated. The probability of exceeding the permissible limits for differences across the span does not exceed 0.09, which makes them almost impossible. The probability of excess for differences along the span varies between 0.02.0.44, that is, it reaches significant values.

Graphs of changes in numerical characteristics over time are constructed, which allow us to determine the growth rates of differences in crane rail heads along and across the span. The analysis of generalized data on the growth rates of differences did not allow us to identify patterns depending on the workshop and span. However, based on these data and the tolerances given in the standards, an approximate forecast of the required frequency of straightening of crane tracks was made. The need for annual Geodetic Survey and straightening of height differences along columns of the same row has been established; the need for straightening for columns of opposite rows may occur only once every 2...5 years.

The work carried out indicates the expediency and effectiveness of monitoring the technical condition of tracks according to the criteria of deviations from the vertical position.

З М І С Т

В С Т У П.....	3
РОЗДІЛ 1. ВИКОРИСТАННЯ МОСТОВИХ КРАНІВ У ВИРОБНИЧИХ БУДІВЛЯХ.....	6
1.1. Призначення, типи та конструктивні схеми виробничих будівель з мостовими кранами	6
1.2. Мостові крани та вертикальні навантаження на кранові колії.....	11
1.3 Вплив положення кранових колій на вертикальні навантаження від мостових кранів.	14
1.4. Допустимі відхилення кранових колій від проєктного положення....	15
1.5. Методи геодезичного контролю положення кранових рейок	17
1.6. Висновки з розділу та завдання досліджень	25
РОЗДІЛ 2. РЕЗУЛЬТАТИ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ ТА ЇХ ПОПЕРЕДНІЙ АНАЛІЗ.....	29
2.1 Об'єкти дослідження.....	29
2.2 Методика геодезичних вимірювань відхилень кранових колій від проєктного положення по висоті.....	33
2.3. Приклад подання результатів геодезичних вимірювань	35
2.4 Результати геодезичних спостережень за положенням кранових колій по висоті.....	36
2.5 Електронна база даних геодезичних вимірювань.....	38
2.6 Висновки з розділу	40
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА І РЕЗУЛЬТАТИ СТАТИСТИЧНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ З ВИСОТНОГО ПОЛОЖЕННЯ КРАНОВИХ КОЛІЙ.....	42
3.1 Завдання й методика статистичного аналізу перепадів висоти головок кранових рейок.....	42
3.2 Числові характеристики перепадів висоти головок кранових рейок..	51
3.3 Закони розподілу перепадів висоти кранових рейок.....	54
3.4 Висновки з розділу	60

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Сорокін Д.О.				Моніторинг технічного стану колій мостових кранів за критерієм вертикальних відхилень від проєктного положення	Літ.	Арк.	Акрушив
Перевірів	Пашинський В.А.						1	82
Реценз.						ЦНТУ гр. БІ-20 М		
Н. Контр.	Дарієнко В.В							
Затвердив	Настоящий В.А							

РОЗДІЛ 4. ЗМІНИ В ЧАСІ ПЕРЕПАДІВ ВИСОТ КРАНОВИХ КОЛІЙ.....	62
4.1 ПОПЕРЕДНІЙ АНАЛІЗУ ЗМІН В ЧАСІ ПЕРЕПАДІВ ВИСОТИ КРАНОВИХ РЕЙОК	62
4.3 ШВИДКІСТЬ НАРОСТАННЯ ПЕРЕПАДІВ ВИСОТ КРАНОВИХ КОЛІЙ ПОПЕРЕК ПРОЛЬОТУ	67
4.4 ПЛАНУВАННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ РИХТОВОК КРАНОВИХ КОЛІЙ ЗА ПРОГНОЗОМ РОЗВИТКУ ВЕРТИКАЛЬНИХ ВІДХИЛЕНЬ ВІД ПРОЕКТНОГО ПОЛОЖЕННЯ.....	72
4.5 ВИСНОВКИ З РОЗДІЛУ	74
ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	76
CONCLUSIONS RESULTS OF RESEARCH	78
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	80
ДОДАТОК А. БАЗА ДАНИХ З РЕЗУЛЬТАТАМИ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ	84
ДОДАТОК Б. ГІСТОГРАМИ РОЗПОДІЛУ ВЕРТИКАЛЬНИХ ВІДХИЛЕНЬ КРАНОВИХ КОЛІЙ	102
ДОДАТОК В. ЗМІНИ В ЧАСІ ВЕРТИКАЛЬНИХ ВІДХИЛЕНЬ ВІД ПРОЕКТНОГО ПОЛОЖЕННЯ	120
ДОДАТОК Г. ОХОРОНА ПРАЦІ	126

ВСТУП

Актуальність теми. Мостові крани є незамінною частиною сучасного промислового виробництва. Безперервна робота, особливості конструкції та технологічні процеси, що потребують переміщення важкої і габаритної продукції або устаткування, спричиняють великі навантаження на кранові колії. Навантаження можуть викликати зміну положення кранових колій, що призводить до неправильної роботи крану та може викликати його відмову. Проведення моніторингу стану кранових колій за результатами систематичних геодезичних вимірювань, прогнозування росту відхилень від проектного положення та прогнозування періодичності рихтовки колій може забезпечити вчасний ремонт конструкцій, безперебійну та безпечну роботу крану.

Мета дослідження: за результатами наявних геодезичних вимірювань проаналізувати вертикальні відхилення колій мостових кранів від проектного положення, виконати їх імовірнісний опис та виявити закономірності зміни в процесі експлуатації досліджених цехів.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі **завдання:**

1. Проаналізувати наявні результати геодезичних спостережень за положенням кранових колій в цехах машинобудівного заводу, вибрати для аналізу прольоти з достатньо повними даними та в середовищі Microsoft Excel створити базу даних з результатами геодезичних вимірювань.

2. За наявними результатами геодезичних вимірювань в обраних цехах і прольотах обчислити перепади висот головок кранових рейок на суміжних колонах одного ряду та на колонах протилежних рядів однієї поперечної рами для усіх рядів колон і поперечних рам, де були виконані вимірювання.

3. Виконати статистичну обробку вибірок вертикальних відхилень кранових колій від проектного положення для кожного з досліджених прольотів, обґрунтувати вид закону розподілу для їх імовірнісного подання.

4. Отримати статистичні характеристики вертикальних відхилень кранових колій від проектного положення для усіх прольотів і років

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		3

спостереження та імовірності виходу відхилень за встановлені нормами допустимі межі.

5. Проаналізувати зміни в часі експлуатації статистичних характеристик вертикальних відхилень кранових колій від проектного положення та виявити загальні закономірності цих змін.

6. Встановити швидкості наростання вертикальних відхилень кранових колій від проектного положення (швидкості розладки кранових колій) у процесі експлуатації та спрогнозувати експлуатаційні періоди, протягом яких відхилення набувають недопустимих значень.

7. Розробити рекомендації щодо періодичності виконання геодезичних спостережень та рихтування кранових колій з метою приведення їх до нормального працездатного стану.

Об'єкт дослідження: зміни просторового положення колій мостових кранів у процесі експлуатації цехів машинобудівного заводу.

Предметом дослідження вертикальні відхилення колій мостових кранів від проектного положення та закономірності їх розвитку в часі.

Методи дослідження: аналіз результатів геодезичних вимірювань положення кранових колій методами теорії імовірності та математичної статистики.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному:

- 1) запропонована й реалізована методика статистичного аналізу результатів геодезичних спостережень за вертикальним положенням колій мостових кранів в діючих цехах машинобудівного заводу;
- 2) доведена можливість використання закону розподілу модуля випадкової величини для імовірнісного опису вертикальних відхилень кранових колій;
- 3) за даними статистичного аналізу вертикальних відхилень визначена швидкість розладки кранових колій, за якою можна спрогнозувати необхідну періодичність рихтовки колій.

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		4

Практичне значення отриманих результатів полягає у наступному:

- 1) на основі раніше виконаних геодезичних вимірювань у середовищі Microsoft Excel створена систематизована база даних, яка може використовуватись для дослідження стану кранових колій;
- 2) виконана статистична обробка відхилень кранових колій від проектного положення дозволила проаналізувати зміни в часі перепадів відміток головок кранових рейок та імовірностей їх виходу за допустимі межі, а також оцінити загальний технічний стан кранових колій;
- 3) за визначеними швидкостями наростань відхилень кранових колій від вертикального положення прогнозована необхідна періодичність геодезичних зйомок та рихтовки колій.

Апробація та публікація результатів роботи.

Основні положення магістерської роботи представлені на III Всеукраїнській студентській науково-практичній конференції «Досвід впровадження в навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій» (м. Кропивницький, жовтень 2021 р.).

Результати досліджень опубліковані в **статті**:

Сорокін Д.О. Комп'ютерна база геодезичних даних і завдання аналізу положення колій мостових кранів / Сорокін Д.О., Чевільча Р.Р. // Досвід впровадження в навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій. Збірник матеріалів III Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції. – Кропивницький: ЦНТУ, 2021. – С. 18-19.

Структура роботи. Робота містить 136 сторінок, у тому числі 14 таблиць, 53 рисунки, список з 27 використаних джерел, анотацію українською та англійською мовами. Текст роботи складається зі вступу, 4 розділів, висновків за результатами досліджень та чотирьох додатків. Ілюстраційні матеріали представлені мультимедійною презентацією з 26 слайдів.

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
						5
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Розділ 1

ВИКОРИСТАННЯ МОСТОВИХ КРАНІВ У ВИРОБНИЧИХ БУДІВЛЯХ

1.1. Призначення, типи та конструктивні схеми виробничих будівель з мостовими кранами

Мостові крани встановлюють у виробничих будівлях, в яких технологічний процес передбачає переміщення важкого устаткування, сировини, та великогабаритної продукції (рис. 1.1 – 1.2). Зазвичай це одноповерхові будівлі, які поділяються на одно- або багатопролітні, з прольотами однієї або різних висот, в яких технологічний процес розташований горизонтально. Кожен з прольотів може бути обладнаний декількома мостовими кранами різної вантажопідйомності [7, 11].

Такі будівлі проєктують за каркасною системою (рис 1.3, 1.4), оскільки технологія виробництва вимагає великих висот приміщень та значних прольотів. Каркас може бути залізобетонним, сталевим або змішаним.

Складається каркас з поперечних рам, що виконують головну несучу роль, які в свою чергу складаються з колон та ригелів (кроквяних ферм або балок). Уздовж будівлі кріплять поздовжні елементи каркасу, такі як покрівельні прогони, підкранові конструкції тощо. Просторова жорсткість забезпечується горизонтальними та вертикальними зв'язками між колонами та покриттям відповідно [7].

У одноповерхових сталевих каркасних будівлях проліт може становити – 18, 24, 30, 36 м та більше; крок колон у повздовжньому напрямку приймають 6 або 12 м. Висота рами від підлоги до низу кроквяної ферми повинна кратною 1,2 м, якщо висота до 10,8 м та 1,8 м, якщо висота перевищує 10.8 м [7, 11].

Приклади загального виду одноповерхових виробничих будівель наведені на рисунках 1.1 та 1.2. На рисунках 1.3 та 1.4 показані конструктивні схеми будівель з мостовими кранами.

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
						6
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		



Рис. 1.1 – Переміщення ковша з розплавленою сталлю
за допомогою мостового крану



Рис. 1.2 – Цех вагонобудівного заводу

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
						7
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

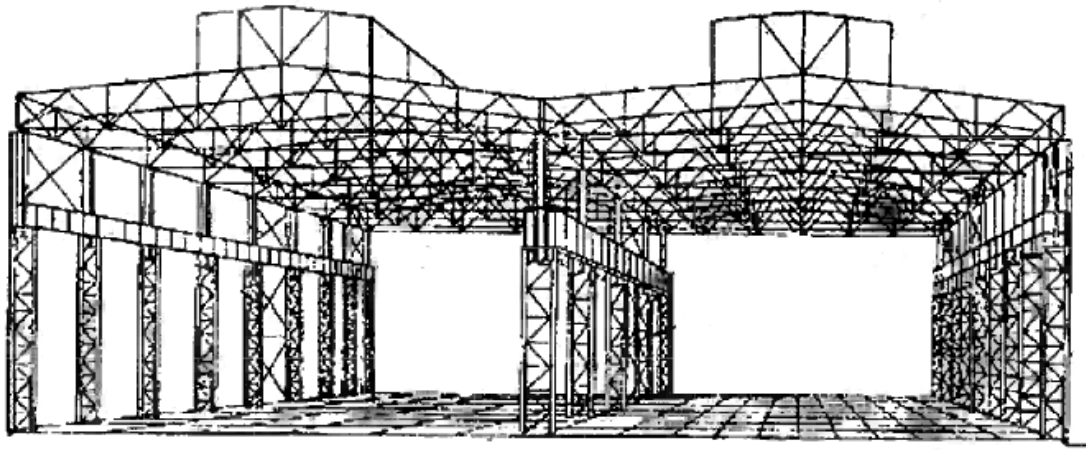


Рис. 1.3 – Схема каркасу двохпролітної виробничої будівлі.

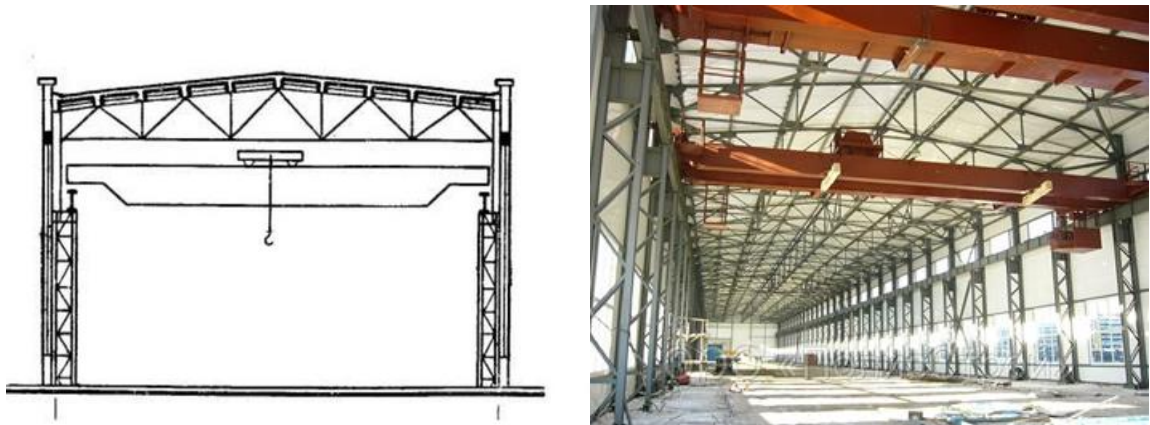


Рис. 1.4 – Схема та реальний вигляд прольоту з мостовим краном

Переміщення крану відбувається по кранових коліях, які обирають в залежності від вантажопідйомності крану. Колії змонтовані на підкранових конструкціях, що можуть бути (рис. 1.5) [8]:

- а) *Суцільними розрізними.* Часто застосовуються, легко монтуються та несприйнятливі до осідання колон.
- б) *Суцільними нерозрізними.* Відчутна економія металу (12...!5%), проте є проблеми при експлуатації.
- в) *Гратчасті з жорстким верхнім поясом.* Застосовуються при використанні легкого крану та великих кроках колон. Трудомісткі у виробництві, не є надійними при важких режимах роботи крану але легші за суцільні.

г) Підкраново-підкроквяні ферми. Використовують при великих кроках колон. Труднощі у виготовленні та при монтажі але є економічними при великих прольотах порядку 18...36 м.

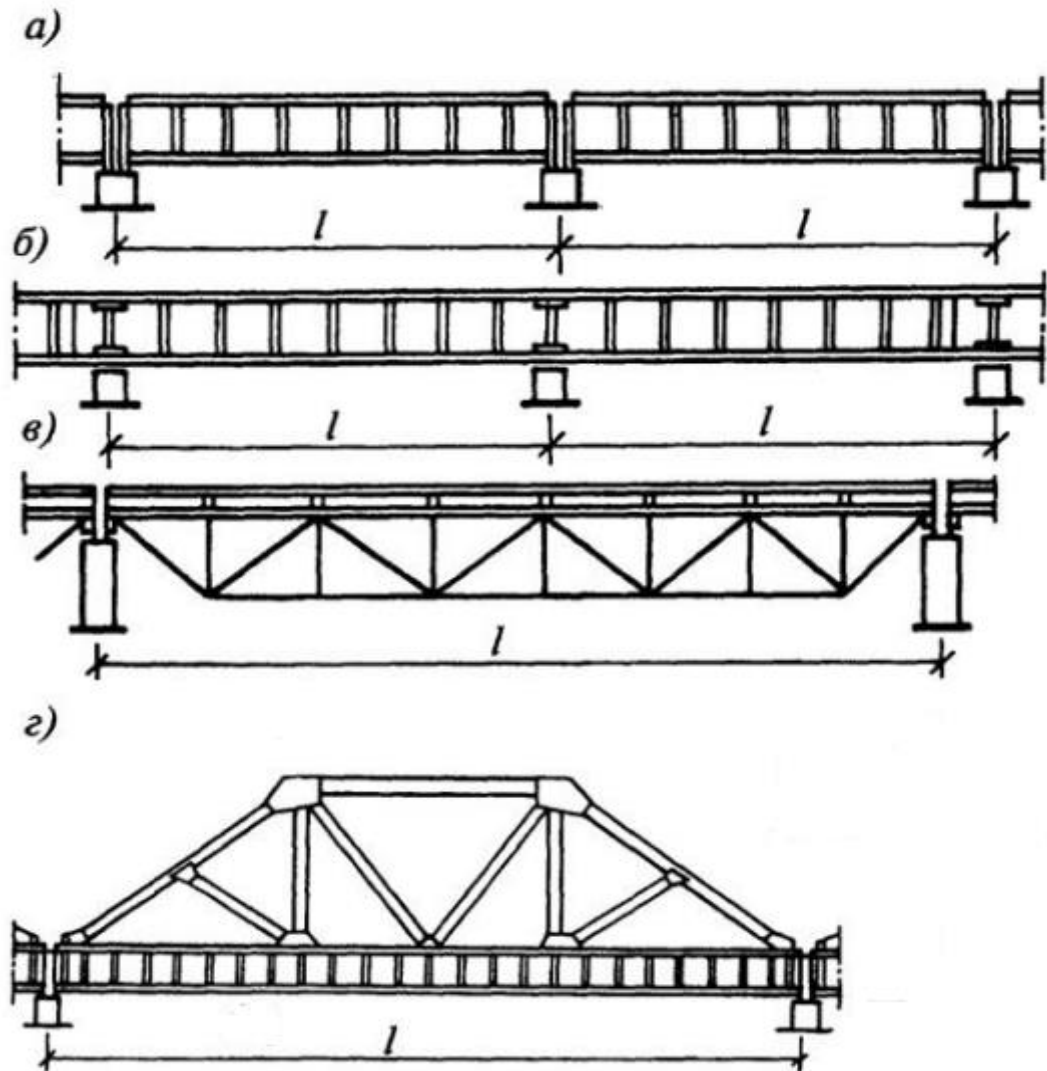


Рис. 1.5 – Типи підкранових конструкцій.

Конструктивне рішення суцільних підкранових балок залежить від прольоту, навантаження та режимів роботи кранів. При вантажопідйомності до 500 кН та прольоті 6 м використовуються прокатні двотаврові профілі, які підсилюються кутниками чи горизонтальними листами (рис. 1.6 а, б). Балки мають суцільну вертикальну стінку, симетричний або асиметричний переріз [5, 8]. При прольоті більше 6 метрів та вантажопідйомністю більше ніж 500 кН постає необхідність конструювання спеціальних гальмівних ферми або балки, зображених на рисунку 1.6 в...д.

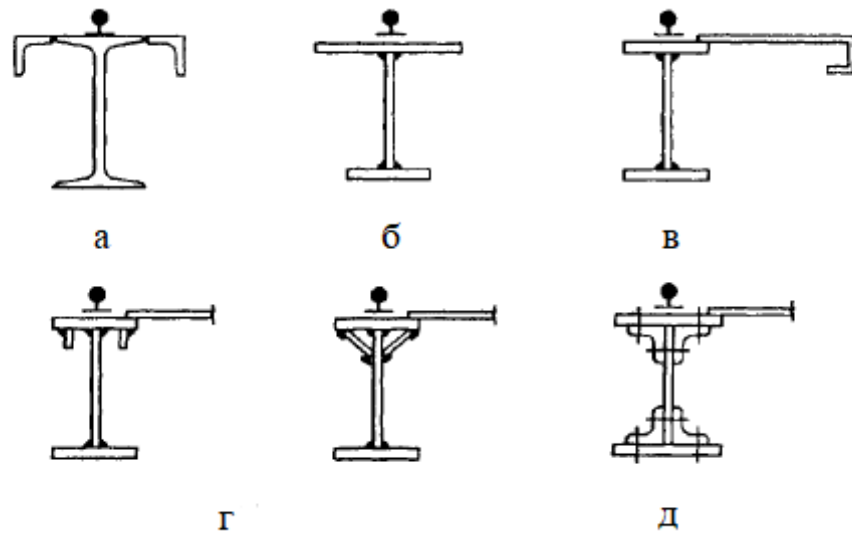


Рис. 1.6 – Балки підкранові сталеві, суцільного перерізу:

- а) – прокатний двотавр; б) – асиметричний складений двотавр;
в) – симетричний двотавр з гальмівною конструкцією; г) – підсилений двотавр;
д) – заклепкове з'єднання.

Наскрізні балки-ферми, показані на рисунку 1.7, використовуються коли вантажопідйомність кранів не перевищує 300 кН а величина прольотів 18 м або більше. Має вигляд ферми з паралельними поясами та трикутними решітками [8].

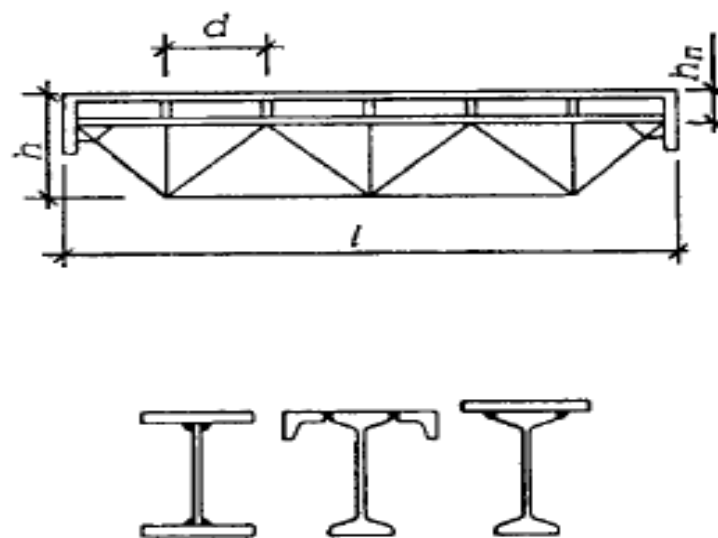


Рис. 1.7 – Наскрізна підкранова балка, схема та переріз верхнього поясу

1.2. Мостові крани та вертикальні навантаження на кранові колії

Мостовий кран – це механізм, який виконує роботи по переміщенню в певній обмеженій зоні, такій як цехи заводів тощо. Такий кран складається з підкранових колій з рейками, моста чи балки та візка з лебідками, що показано на рисунках 1.5 –1.7. Вантажопідйомність мостових кранів досягає 600 т, а в окремих випадках навіть більше, тому вони спричиняють значний тиск на кранові колії [12]. За призначенням їх поділяють на:

- *Крани загального призначення;*
- *Спеціальні крани;*
- *Металургійні крани;*



Рис. 1.8 – Ливарний мостовий кран.

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
						11
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		



Рис. 1.9 – Мостовий кран загального призначення



Рис. 1.10 – Грейферний мостовий кран спеціального призначення

При русі колеса мостового крана передають на колії вертикальні D , горизонтальні поперечні T та повздовжні S навантаження (рис. 1.8), які в свою чергу передаються підкрановими балками на колони у вигляді горизонтальних та вертикальних опорних реакцій.

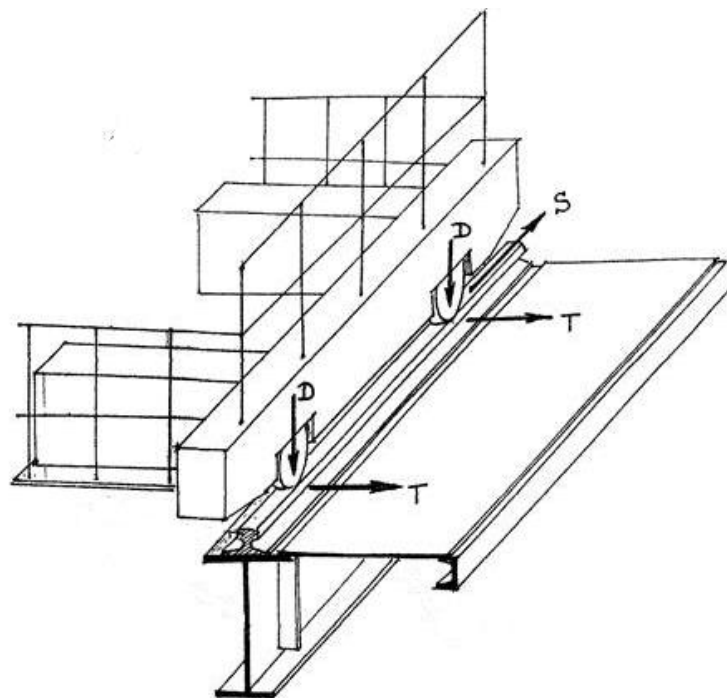


Рис. 1.11 – Схема навантажень на кранові колії.

Навантаження від мостових кранів визначають в залежності від:

- Груп режимів роботи;
- Способу підвісу вантажу;
- Типу приводу.

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		12

Кранове навантаження є змінним, визначається за вказівками розділу 7 ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи». Для них встановлено чотири види розрахункових значень [2, 12]:

- Граничні, які використовуються при перевірці міцності підкранових конструкцій та елементів каркасу
- Циклічні, які використовуються при перевірці витривалості підкранових конструкцій
- Експлуатаційні, які використовуються при перевірці жорсткості підкранових конструкцій та поперечних рам
- Квазіпостійні які використовуються при урахуванні повзучості в залізобетонних підкранових балках

Граничні розрахункові значення вертикального кранового навантаження мостових кранів визначаються за формулою [2, 19]:

$$F_m = \gamma_{fm} \Psi F_0 \quad (1.1)$$

Експлуатаційні розрахункові значення:

$$F_e = F_{01} \quad (1.2)$$

Циклічні розрахункові значення:

$$F_{c \max} = \gamma_{fc \max} F_{01}; F_{c \min} = \gamma_{fc \min} F_{01} \quad (1.3)$$

Квазіпостійні розрахункові значення:

$$F_p = \gamma_{fp} F_{01} \quad (1.4)$$

де γ_{fm} , γ_{fe} , γ_{fc} , γ_{fp} – коефіцієнт надійності за крановим навантаженням;

F_0 – характеристичне значення вертикального навантаження від двох найбільш несприятливих за впливом кранів;

Ψ – коефіцієнт сполучення кранових навантажень.

Характеристичні значення вертикальних навантажень, що передаються крановими колесами на кранові колії приймаються за нормативними документами або паспортними даними крану. За відсутності таких даних, нормативний тиск може бути обчислений за певними формулами [19, 20]:

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
						13
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

1) Максимальний тиск зі сторони крану до якої найближче розташований навантажений візок:

$$F_{max}^n = \left| \frac{G_m}{2} + \frac{(Q+G_T)(L_{cr}-a)}{L_{cr}} \right| \frac{1}{n_0}, \quad (1.5)$$

2) Мінімальний тиск на іншій стороні крану:

$$F_{min}^n = \left| \frac{G_m}{2} + \frac{(Q+G_T)a}{L_{cr}} \right| \frac{1}{n_0}, \quad (1.6)$$

де Q – вантажопідйомність крану;

G_m – вага моста крану;

G_T – вага візку крана;

L_{cr} – проліт крану;

a – мінімальне наближення кранового крюка до осі рейки;

n_0 – кількість коліс на одній зі сторін крану.

1.3 Вплив положення кранових колій на вертикальні навантаження від мостових кранів.

Вертикальні навантаження від кожного окремого колеса крану можуть відрізнятися від паспортних значень. Так як кран являє собою статично невизначену просторову систему, котра у вертикальному напрямі має велику жорсткість, то на практиці чотириколісний кран рухаючись по коліях у певні моменти може спиратися колесами в трьох або лише в двох точках (за діагоналлю). Тому навантаження можуть збільшуватись або зменшуватись [12]. Головною причиною такого ефекту служить нерівність кранових колій за вертикальними відмітками.

Відхилення від проєктного положення кранових колій призводить до збільшення вертикального тиску мостових кранів, що в свою чергу прискорює зношування кранових коліс та рейок.

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
						14
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Цю особливість враховано шляхом множення тиску кранового колеса на коефіцієнт нерівномірності [20, 21]:

$$\gamma_H = 1 + \frac{\Delta F}{F^n}, \quad (1.7)$$

де ΔF – збільшення тиску на колесо;

F^n – максимальний нормативний тиск.

Значення коефіцієнта нерівномірності обґрунтовані за даними натурних експериментальних досліджень, результати яких узагальнені в монографії [12]. У процесі цих досліджень здійснювалося зважування кранів за допомогою домкратів та експериментальним шляхом фіксувалися навантаження на окремі колеса у процесі роботи в різних положеннях крана.

За нормами, при врахуванні місцевого і динамічного впливу зосередженого вертикального навантаження від одного колеса крану при розрахунках міцності підкранових балок, характеристичне значення цього навантаження необхідно помножити коефіцієнт γ_H , що дорівнює [2]:

- 1,6 – для групи режиму роботи кранів 8К із жорстким підвісом вантажу;
- 1,4 – для групи режиму роботи кранів 8К із гнучким підвісом вантажу;
- 1,3 – для групи режимів роботи крану 7К;
- 1,1 – для інших груп режимів роботи кранів.

1.4. Допустимі відхилення кранових колій від проєктного положення

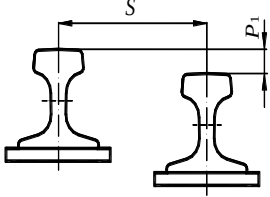
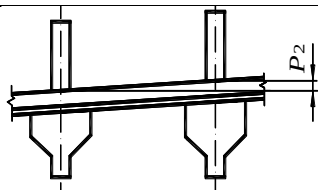
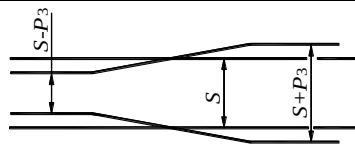
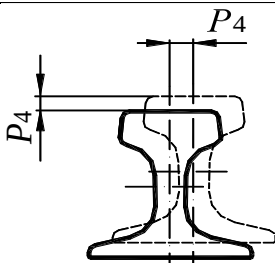
Допустимі відхилення кранових колій від проєктного положення під час експлуатації регламентуються «Правилами охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання» [13], відхилення змонтованих металевих конструкцій встановлені

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		15

у ДСТУ Б В. 2.6-200:2-14 [6]. Значення допустимих відхилень кранових колій від проєктного положення наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Допустимі відхилення кранових колій від проєктного положення

Відхилення	Зображення відхилення	Допустимі відхилення, мм	
		При експлуатації [13]	При монтажі [6]
Різниця позначок головок рейок рядів у поперечному перерізі P_1 мм. (S – ширина колії)		40	15
Різниця позначок рейок на сусідніх колонах P_2 мм.		10	10
Звуження або розширення кранової колії P_3 мм.		15	10
Взаємний зсув торців рейок, що стикаються, у плані та по висоті P_4 мм.		2	2
Зміщення осі рейки з осі підкранової балки			15
Відхилення осі рейки від прямої на довжині 40 м.			15

З таблиці можна зробити висновок, що в процесі монтажу контролюється більший перелік відхилень. У результаті експлуатації відбувається розладка колій, яку неможливо повністю усунути. Тому допустимі відхилення положення кранових колій при експлуатації є помітно більшими, ніж при

монтажі. Вони обмежуються вимогами до нормальної експлуатації кранів та умовами, при яких не виникають надмірно великі, аварійні навантаження на кранові колії.

1.5. Методи геодезичного контролю положення кранових рейок

Геодезичні роботи не обмежуються лише монтажем кранових колій при будівництві. Через вплив силових навантажень від крану, осадки фундаментів, деформації колон змінюється положення кранових колій. Тому існує необхідність періодичного моніторингу контролю планового та висотного положення колій. Для цього виконуються операції по виміру відстані між рейками, визначення непрямолінійності та нівелювання підкранових колій. [22]. Геодезичні методи контролю надземних кранових колій можна поділити на:

- Контроль планового положення
- Контроль колій по висоті
- Одночасний контроль колій по висоті та у плані

Вибір методики геодезичних вимірювань залежить від доступності кранових колій для зйомки. Тому за цим критерієм підкранові колії можна поділити на [26]:

- **Доступні.** Характеризуються можливістю вільного переміщення персоналу та наявністю площадок для вимірного обладнання.

- **Важкодоступні.** Переміщення відбувається лише краном, неможливість встановлення обладнання, тому виміри на рівні колій частково або повністю неможливі.

- **Недоступні.** Відсутня можливість переміщення і встановлення обладнання, та повна неможливість проведення вимірів на рівні кранових колій.

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
						17
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Визначення планового положення складається з контролювання прямолінійності колій та їх взаємного розміщення методами непрямого або безпосереднього вимірів [23].

Безпосередній спосіб вимагає задання оптичного, струнного або променевого створу біля обраної рейки для визначення її непрямолінійності. Непрямолінійність іншої рейки визначають певними обчисленнями по значенням виміру ширини колії (Рис. 1.9) [26].

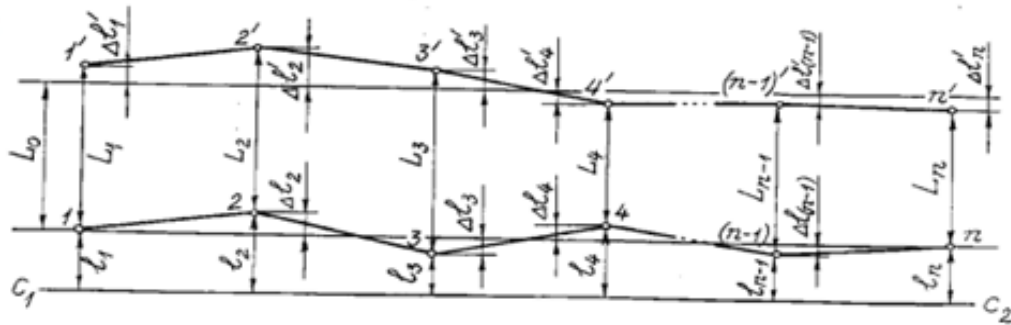


Рис. 1.12 – Схема визначення планового положення підкранових колій

Створ C_1 C_2 краще розміщувати на однаковій відстані від початкової та кінцевої точки вимірювань. Знаючи відстані від створу до осі колії $l_1, l_2, \dots, l_n$ та ширину колії $L_1, L_2, \dots, L_n$ вираховують відхилення осі дві прямої лінії:

$$\Delta l_i = l_i - l_n, \quad (1.8)$$

При проведенні паралельної до 1-n лінії на величину L_0 , тобто номінальне значення ширини колії, ця лінія відповідатиме проектному положенню другої рейки по відношенню до проектного положення 1-n першої рейки. Відхилення в такому випадку обчислюється:

$$\Delta l'_i = \Delta l_i + L_i - L_0 \quad (1.9)$$

Відхилення рейки від лінії 1'-n' обчислюється так:

$$\Delta l'_i = \Delta l_i + L_i - \frac{n-i}{n-1} L_1 - \frac{i-1}{n-1} L_n \quad (1.10)$$

Де i – номер осі,

n – кількість точок.

Найбільш простим способом задати створ є використання візирної осі зорової труби теодоліта, відхилення при цьому визначаються методом бокового нівелювання за допомогою спеціального пристрою [25, 26].

На початку рейкового шляху встановлюється теодоліт та з допомогою ниткового чи оптичного виска на рейці пристрою беруть відлік l_1 . У кінці рейкового шляху знову встановлюється пристрій, візирну вісь зорової труби орієнтують по лінії $C_1 C_2$, навівши вертикальну нитку сітки на відлік по рейці $l_n = l_1$ (Рис. 1.10)

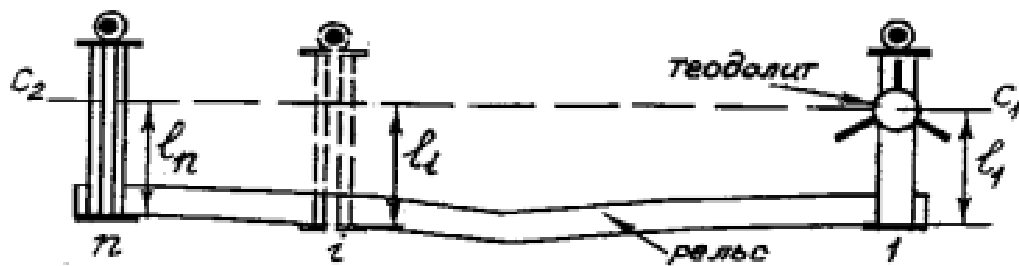


Рис. 1.13 – Схема бокового нівелювання за допомогою теодоліта

Пристрій послідовно встановлюється в необхідних точках, у яких беруть відлік $l_{i, 1}$, $l_{i, 2}$, де спочатку бокова грань стикається з одною щогою пристрою, а потім з іншою (Рис. 1.11). Середнє арифметичне з цих відліків дає наведену до осі відстань l_i до створу $C_1 C_2$ [25].

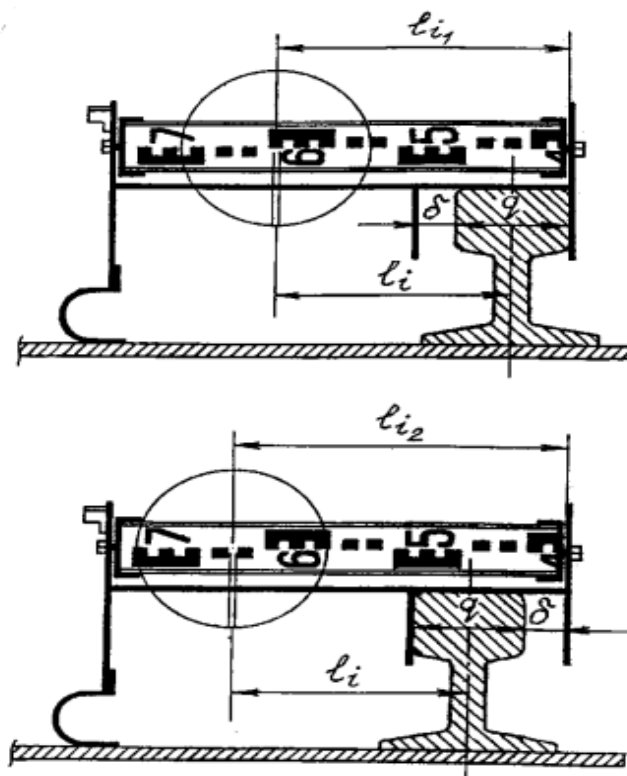


Рис. 1.14 – Рейка для бокового нівелювання за допомогою теодоліта

Фотографічний спосіб. Створ АВ, довжиною до 500 м розбивається на рівні частини та фотографується з мосту крану. Фотографії виконуються так, що остання точка котра вимірюється, на знімку попереднього створу повинна бути початковою для наступного створу.

За допомогою цифрових камер можна виконати знімки контрольних точок створу, розташувавши оптичну вісь камери вздовж нього. В такому випадку створ може використовуватись як референтна лінія, що за допомогою редакторів зображення дозволяє вимірювати відхилення контрольних точок (Рис 1.12) [10, 25].

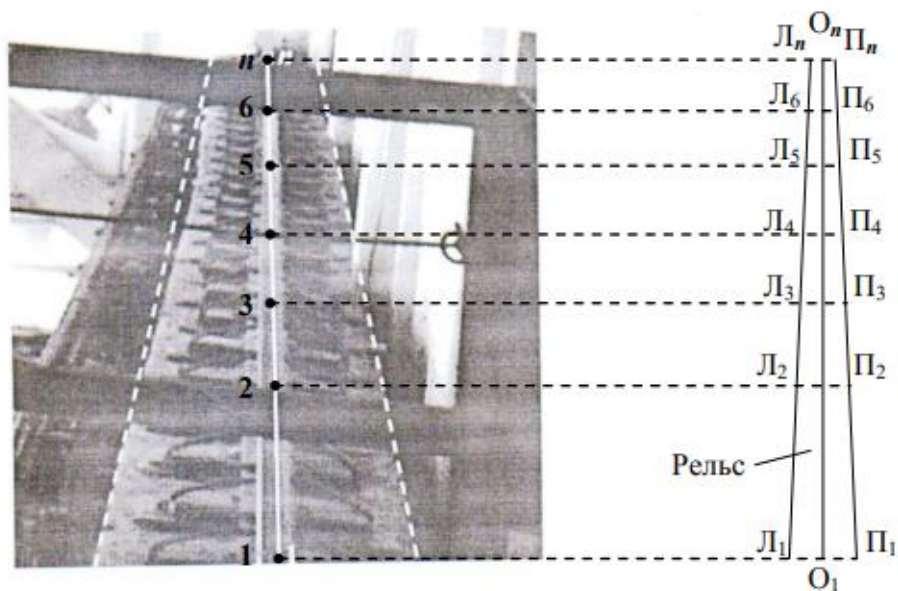


Рис. 1.15 – Референтна лінія та схема вимірювань.

Способи визначення ширини колії поділяються на *непрямі* та *безпосередні*.

Безпосередні визначення можна поділити на контактні та механічні.

Розглянемо контактний – найбільш простий спосіб. Це вимірювання відстані за допомогою звичайної або лазерної рулетки, дроту або штрихової стрічки. Використовується якщо ширина колії не перевищує довжини приладу а підкранові колії доступні для вимірів. Осьові точки при такому способі розмічають кернером, також необхідно вносити поправки на компарування, прогин, та температури [25, 26].

Вимірювання лазерною рулеткою між осями рейок можуть проводитись за декількома схемами:

1. Відстань вимірюється від рулетки, прикладеної до внутрішньої грані правої рейки, до відбиваючого екрану який закріплений на зовнішній грані лівої рейки. Знос граней може впливати на точність вимірювань, запобігти цьому можна роблячи виміри з осей рейок з використанням спеціальних пристроїв (Рис. 1.13)

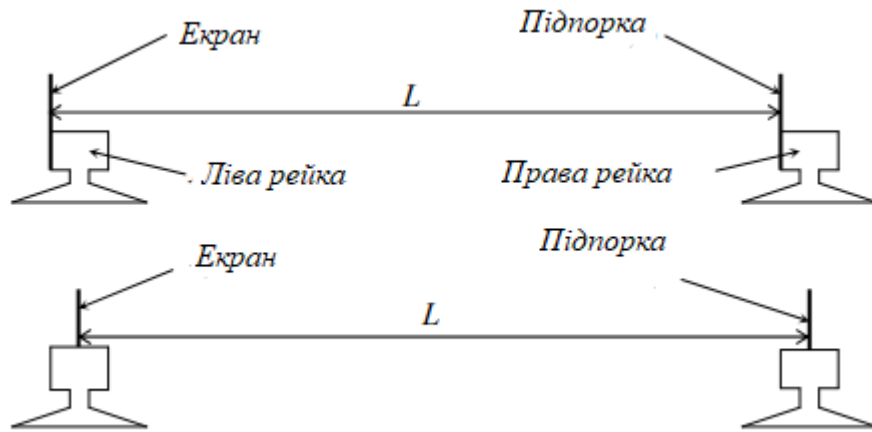


Рис. 1.16 – Перша схема вимірювань лазерною рулеткою

2. Вимір проводиться безпосередньо між осями з використанням підпорки та екрану, що кріпляться на головках рейок за допомогою струбцин або магнітних фіксаторів. Відстань між стінками основ підпорки і екрану однакові та перевищують ширину головки q на величину δ . Спочатку вимір відстані проводять коли стінка основи прилягає на лівій рейці до зовнішньої грані а на правій до внутрішньої грані. Вимір повторюється ще раз але навпаки, на лівій рейці стінка основи прилягає до внутрішньої грані а на правій до зовнішньої (Рис. 1.14).

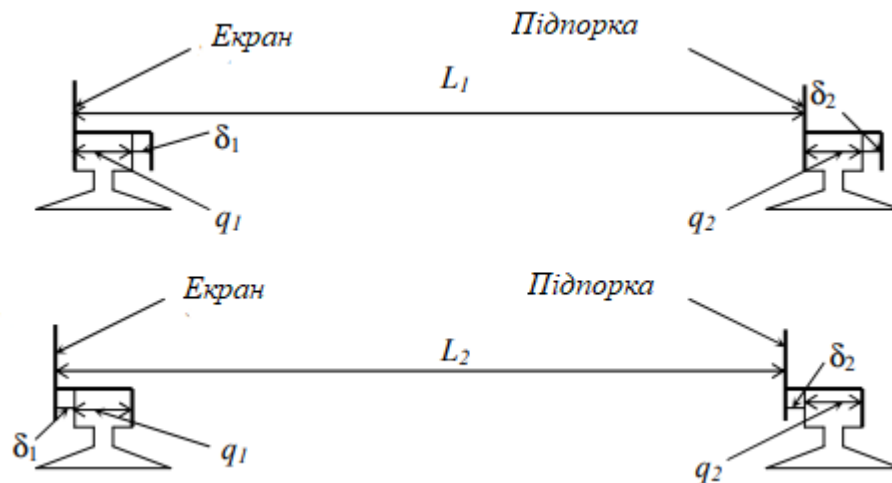


Рис. 1.17 – Друга схема вимірювань лазерною рулеткою

У першому випадку відстань між рейками буде дорівнювати:

$$L = L_1 - \frac{q_1}{2} + \frac{q_2}{2}, \quad (1.10)$$

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
						22
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

У другому випадку:

$$L = L_2 - \epsilon_1 - \frac{q_1}{2} + \epsilon_2 + \frac{q_2}{2}. \quad (1.11)$$

Врахувавши два результати, за умови, що $(\epsilon_1 + q_1) = (\epsilon_2 + q_2)$, отримаємо

$$L = \frac{1}{2}(L_1 + L_2) \quad (1.12)$$

Середнє арифметичне надасть результат наведений до осі рейок [26].

Непрямі способи заключаються у визначенні ширини колії та непрямолінійності рейок через лінійно-кутові побудови.

Таким способом вимірювань являється базисний спосіб. При використанні цього способу обираються точки А та В, так, щоб вони були розташовані на початку та кінці кранового шляху. Лінія АВ повинна бути паралельною рейковому шляху.

За вісь Х в умовній системі координат приймають АВ, перпендикулярна їй лінія буде вважатися віссю У. Вимірювальний візок має відбивач призначений для визначення висотного та планового положення візку і може розташовуватись як вертикально так і горизонтально. Полярно просторовою засічкою з точки А

З візка, котрий рухається у точки 1...5 та 1'...5' підкранових рейок, методом полярної просторової засічки з точки А визначають прямокутні координати x, y, z відбивача візку. З точки В виконується зйомка іншої частини точок (рис)

Фактична ширина колії L_i обчислюється за формулою:

$$L_i = y_i - y_{i'}, (i, i' = 1 \dots n), \quad (1.13)$$

Відхилення від проєктного значення L_0 визначається як різниця $L_i - L_0$.

Так як лінія АВ паралельна рейкам, то відхилення Δl від прямої обчислюється [26]:

$$\Delta l_i^n = y_i - \frac{\sum y_i}{n}, \Delta l_{i'}^n = \Delta L_i + \Delta l_i^n \quad (1.14)$$

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
						23
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

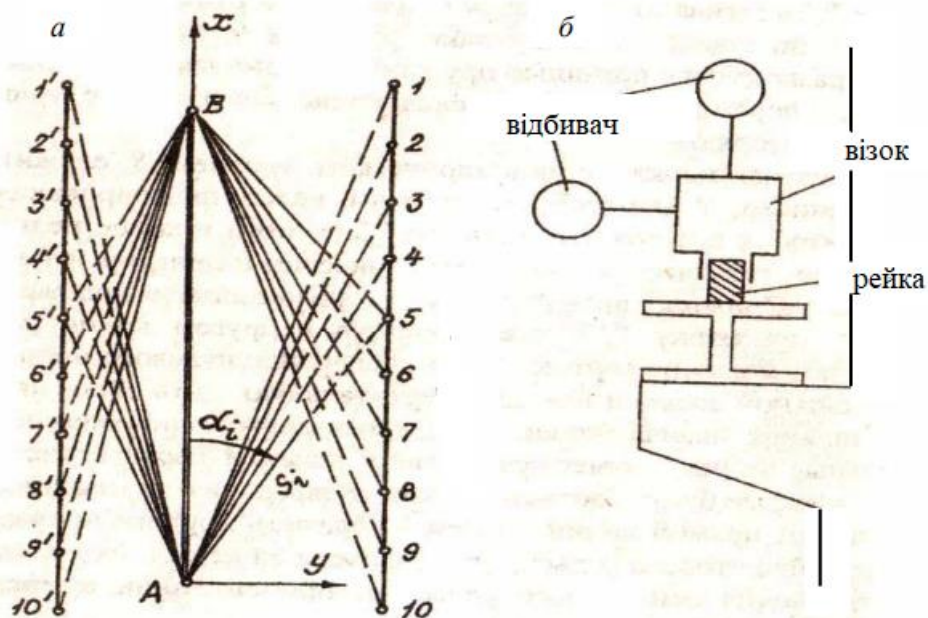


Рис. 1.18 – а) вимірювання за допомогою електронного тахеометра; б) вимірювального візка.

При необхідності визначення висотного положення рейок може застосовуватись геометричне нівелювання. Нівелір встановлений на крані або на підлозі (виміри проводяться за підвішеною до мостового крану рейці). Кран переміщується по заданим точкам. Найбільш поширені схеми зображені на рис. 1.16 та рис. 1.17.

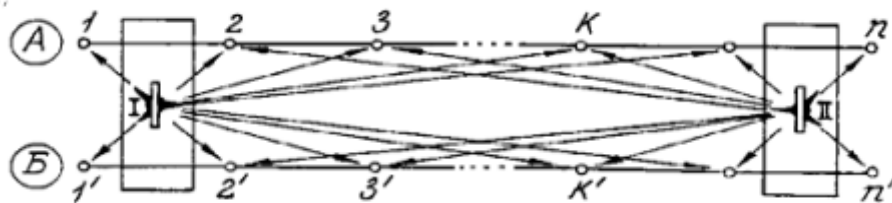


Рис. 1.19 – Схема нівелювання при важкодоступних шляхах

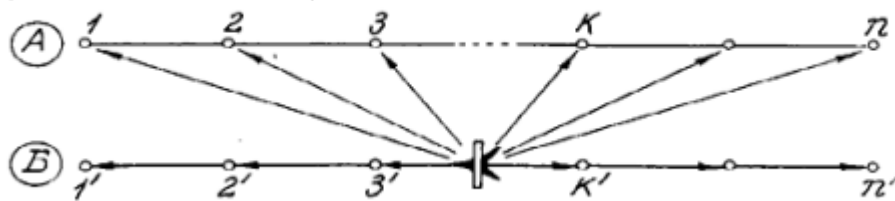


Рис. 1.20 – Схема нівелювання при доступних кранових шляхах

Перша схема використовується для важкодоступних шляхів. Нівелір встановлюється на одному крані, а робочі переміщуються по іншому. Точка К і К' використовуються як сполучні при нівелюванні з декількох станцій.

Для доступних кранових шляхів використовується друга схема. З однієї станції, що розташовується на одній з рейок виконується нівелювання усіх точок ділянки.

Нівелювання також можна виконувати з підлоги цеху, за допомогою рейки, котра підвішується до горизонтально встановленого бруску на головці кранової рейки (Рис. 1.18) [22, 25, 26].

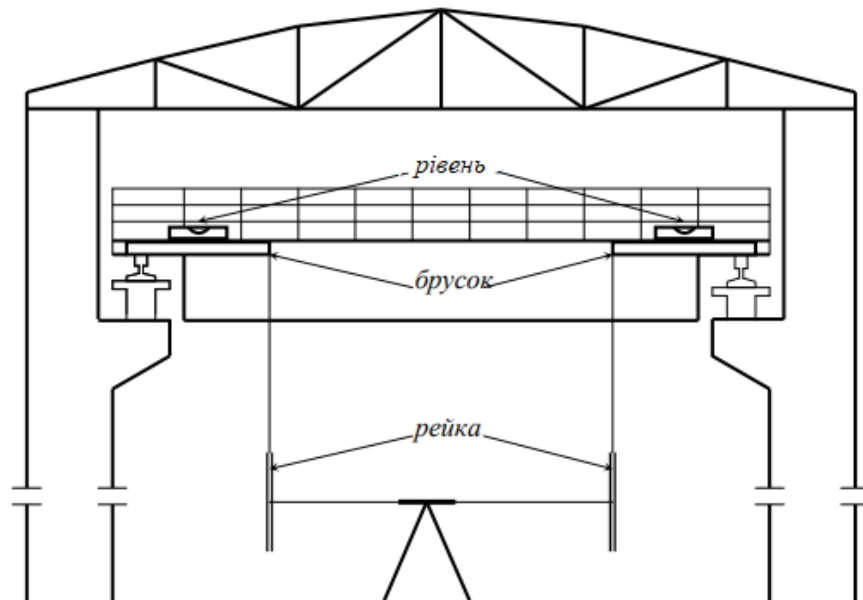


Рис. 1.21 – Схема нівелювання шляхів з підлоги цеху

Окрім того, використовується тригонометричне нівелювання і гідростатичне нівелювання.

1.6. Висновки з розділу та завдання досліджень

Результати виконаного бібліографічного огляду наукової та довідкової літератури з питань використання мостових кранів у виробничих будівлях та

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		25

впливу положення кранових колій на їх технічну експлуатацію дозволили зробити такі висновки:

1. Мостові крани широко використовуються в одноповерхових виробничих будівлях у якості внутрішньоцехового транспорту. Крани рухаються по коліях, технічний стан яких істотно впливає на роботу кранів та навантаження від них.
2. Мостові крани створюють вертикальні та горизонтальні навантаження на кранові колії, розрахункові значення яких визначаються згідно з вимогами ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи" з урахуванням конструкції та паспортних даних кранів.
3. На роботу мостових кранів та навантаження від них істотно впливають відхилення кранових колій від проектного положення. Зокрема, відхилення колій від горизонтального положення можуть збільшувати вертикальні навантаження від мостових кранів за рахунок нерівномірного тиску коліс.
4. Відхилення кранових колій від проектного положення виникають як унаслідок неточностей монтажу, так і в процесі експлуатації будівлі за рахунок осадок фундаментів та деформування конструкцій каркасу при дії великих змінних навантажень від кранів. Допустимі відхилення монтажу та в процесі експлуатації регламентуються ДСТУ Б В. 2.6-200:2014 "Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу" та НПАОП 0.00-1.80-18 "Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів".
5. Положення кранових колій слід контролювати геодезичними методами. Для цього періодично виконуються геодезичні зйомки положення головок кранових рейок по висоті та в плані. Використовуються різноманітні методи геодезичних вимірювань, розроблені з урахуванням обмеженого доступу до кранових колій та необхідності гарантування безпеки персоналу при виконанні геодезичних вимірювань.
6. За результатами геодезичних вимірювань визначаються перепади висот головок кранових рейок на суміжних колонах одного ряду та на колонах протилежних рядів однієї поперечної рами. За результатами порівняння

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		26

фактичних відхилень з допусками, встановленими в наведених вище нормативних документах, робиться висновок щодо необхідності рихтовки кранових колій.

7. Геодезичні спостереження за положенням кранових колій є необхідним елементом технічної експлуатації виробничих будівель, який сприяє нормальній експлуатації мостових кранів та зменшенню надмірних навантажень на каркаси будівель.

Виконаний огляд літературних джерел дозволив сформулювати таку **мету досліджень** в магістерській роботі: за результатами наявних геодезичних вимірювань проаналізувати вертикальні відхилення колій мостових кранів від проектного положення, виконати їх імовірнісний опис та виявити закономірності зміни в процесі експлуатації досліджених цехів.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі **завдання**:

1. Проаналізувати наявні результати геодезичних спостережень за положенням кранових колій в цехах машинобудівного заводу, вибрати для аналізу прольоти з достатньо повними даними та в середовищі Microsoft Excel створити базу даних з результатами геодезичних вимірювань.
2. За наявними результатами геодезичних вимірювань в обраних цехах і прольотах обчислити перепади висот головок кранових рейок на суміжних колонах одного ряду та на колонах протилежних рядів однієї поперечної рами для усіх рядів колон і поперечних рам, де були виконані вимірювання.
3. Виконати статистичну обробку вибірок вертикальних відхилень кранових колій від проектного положення для кожного з досліджених прольотів, обґрунтувати вид закону розподілу для їх імовірнісного подання.
4. Отримати статистичні характеристики вертикальних відхилень кранових колій від проектного положення для усіх прольотів і років спостереження та імовірності виходу відхилень за встановлені нормами допустимі межі.

					KM3 1619204 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		27

5. Проаналізувати зміни в часі експлуатації статистичних характеристик вертикальних відхилень кранових колій від проектного положення та виявити загальні закономірності цих змін.
6. Встановити швидкості наростання вертикальних відхилень кранових колій від проектного положення (швидкості розладки кранових колій) у процесі експлуатації та спрогнозувати експлуатаційні періоди, протягом яких відхилення набувають недопустимих значень.
7. Розробити рекомендації щодо періодичності виконання геодезичних спостережень та рихтування кранових колій з метою приведення їх до нормального працездатного стану.

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		28

Розділ 2

РЕЗУЛЬТАТИ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ ТА ЇХ ПОПЕРЕДНІЙ АНАЛІЗ

2.1 Об'єкти дослідження

Об'єктами досліджень є цехи колісного заводу у м. Кременчук, оснащені мостовими кранами. Усі цехи являються одноповерховими багатопролітними будівлями. Крани мають вантажопідйомність 10...50 т. Частина кранів є ремонтними і мають легкий режим роботи 2К...3К. В заготовочних цехах і на складах металу мостові крани виконують роль технологічного транспорту і мають середній режим роботи 4К...6К. Інтенсивне використання мостових кранів у ролі технологічного транспорту призводить до розлагодження кранових колій і викликає необхідність систематичного нагляду за ними та періодичного рихтування.

У цехах проводились геодезичні спостереження за положенням кранових колій у плані та по висоті. Положення кранових рейок у плані та по висоті визначалося напроти кожної з колон. Спостереження проводилися протягом чотирьох років. Унаслідок обмеження доступу до кранових колій на місцях стоянки мостових кранів неможливо було провести геодезичні вимірювання на усіх поперечних осях і навіть в різні роки вимірюваннями охоплювалися частково різні ділянки цехів.

Для аналізу були обрано 18 прольотів різних цехів. Детальний перелік прольотів наведений у підрозділі 2.4, таблиця 2.1 На рис. 2.1 – 2.8 наведені схематичні плани прольотів, на яких заштриховані ділянки, що відповідають найширшим зонам вимірювань протягом усього часу спостережень.

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
						29
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

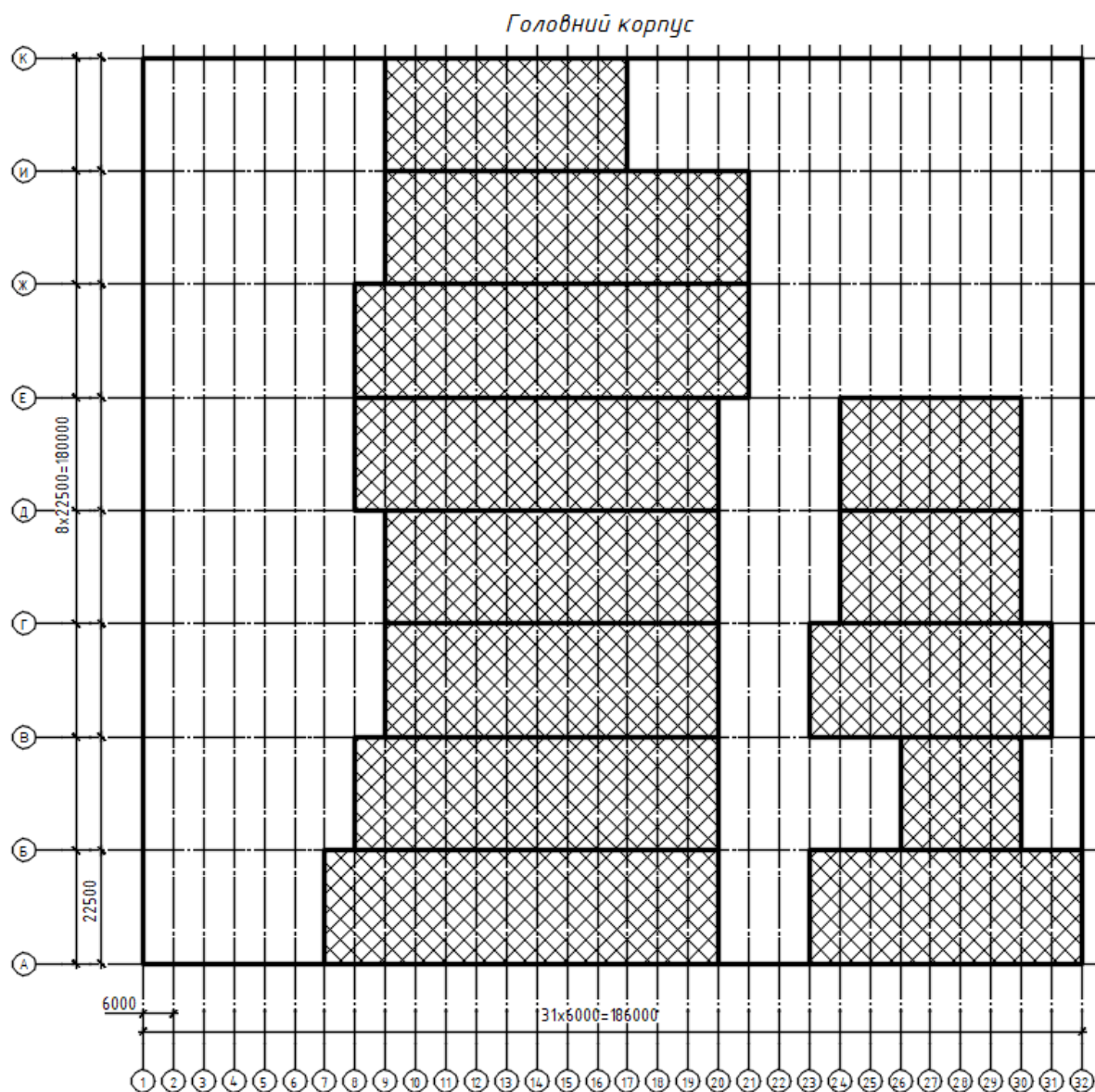


Рис. 2.1 – Високі та низькі прольоти головного корпусу в осях А-К

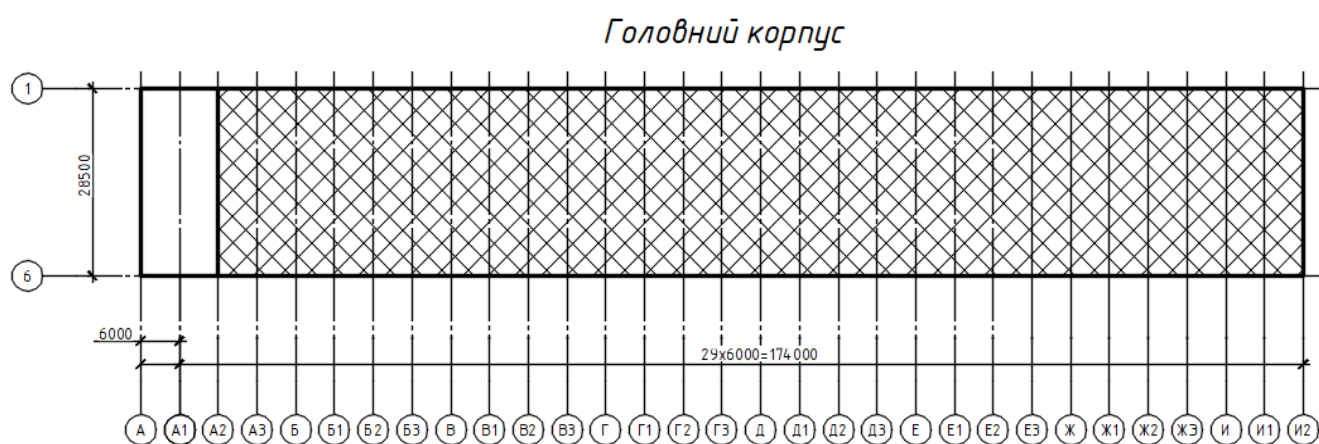


Рис. 2.2 – Головний корпус в осях 1-6

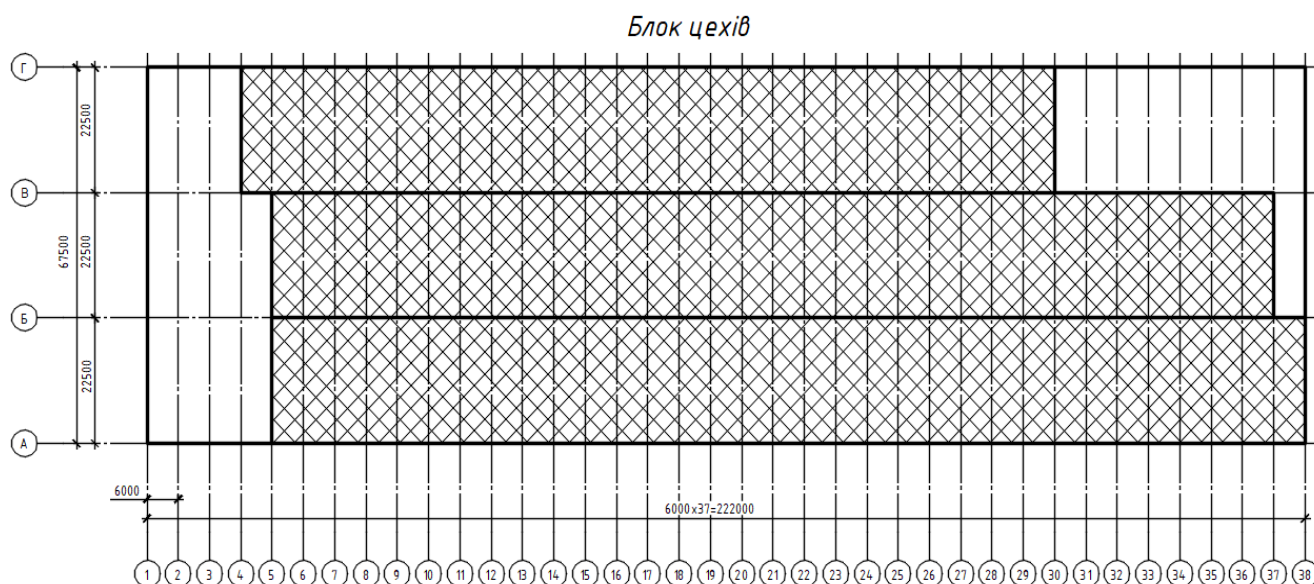


Рис. 2.3 – Прольоти блоку основних цехів

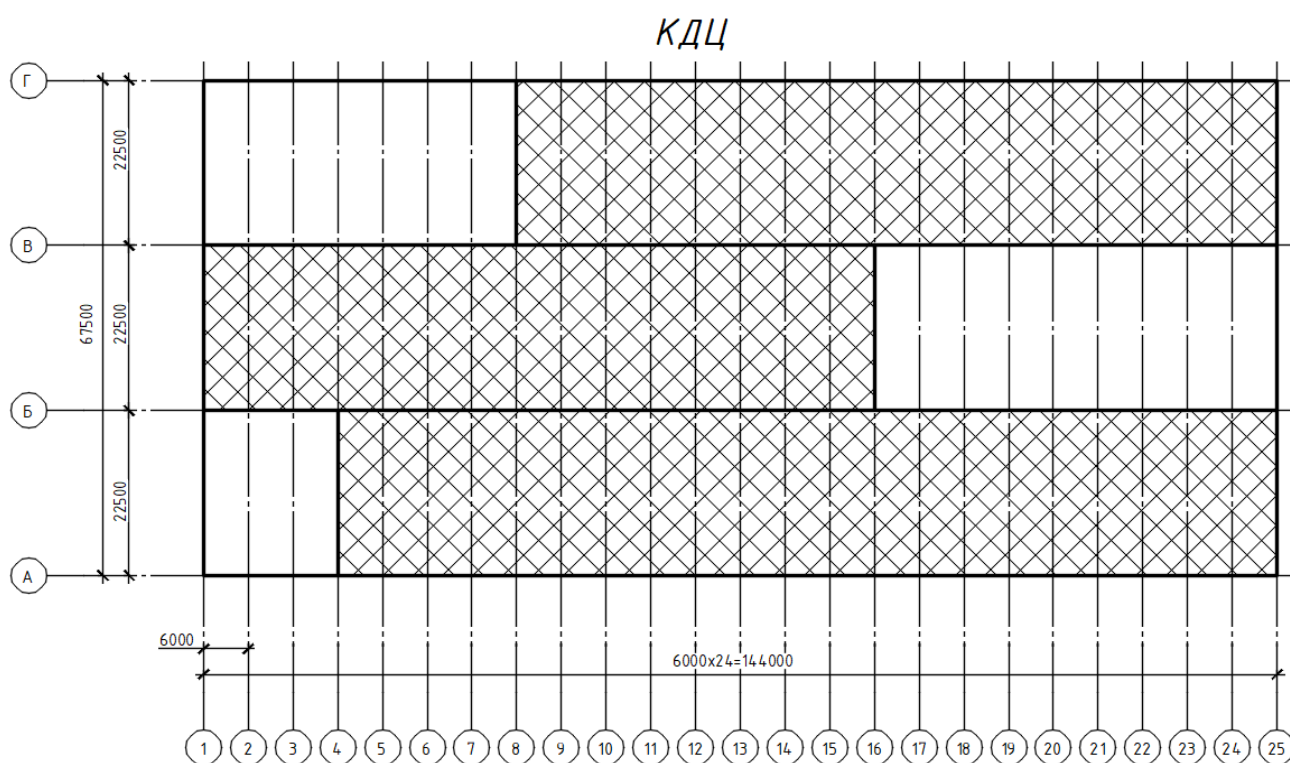


Рис. 2.4 – Прольоти корпусу допоміжних цехів

СГП-1, 40-41

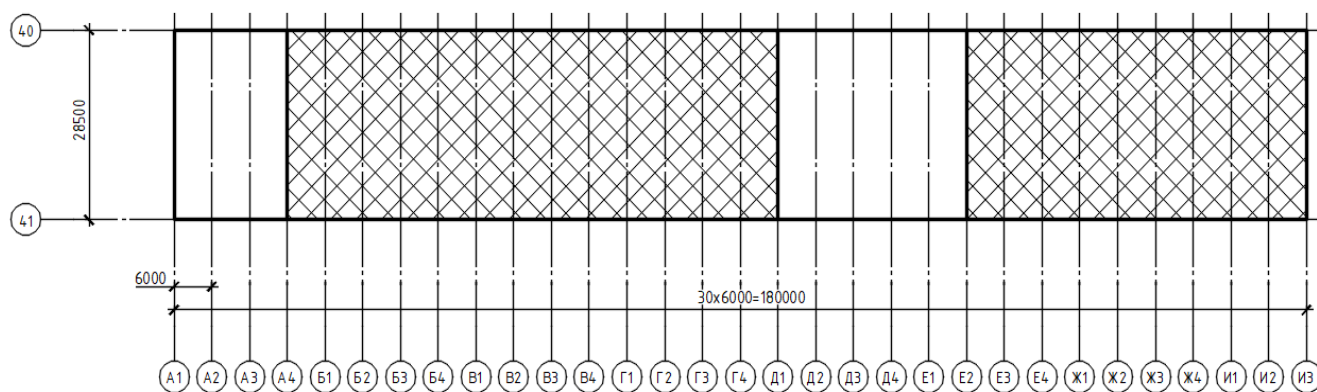


Рис. 2.5 – Проліт складу готової продукції №1 в осях 40-41

СГП-2

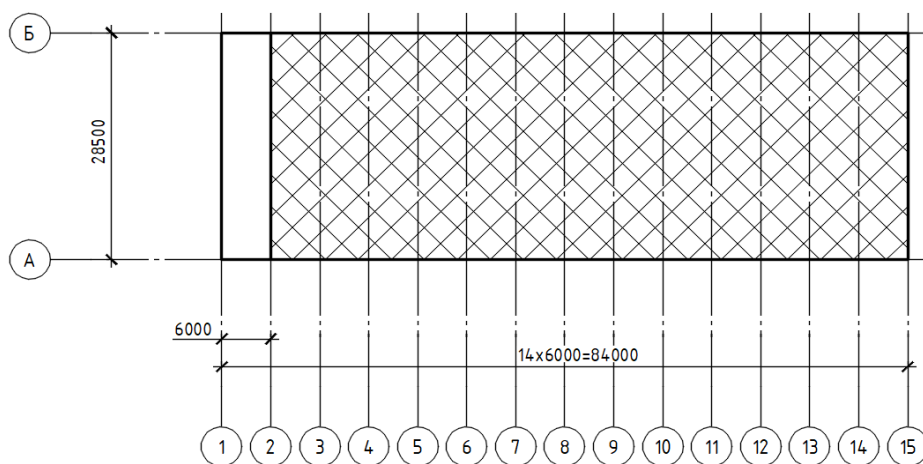


Рис. 2.6 – Проліт складу готової продукції №2

СГП-3

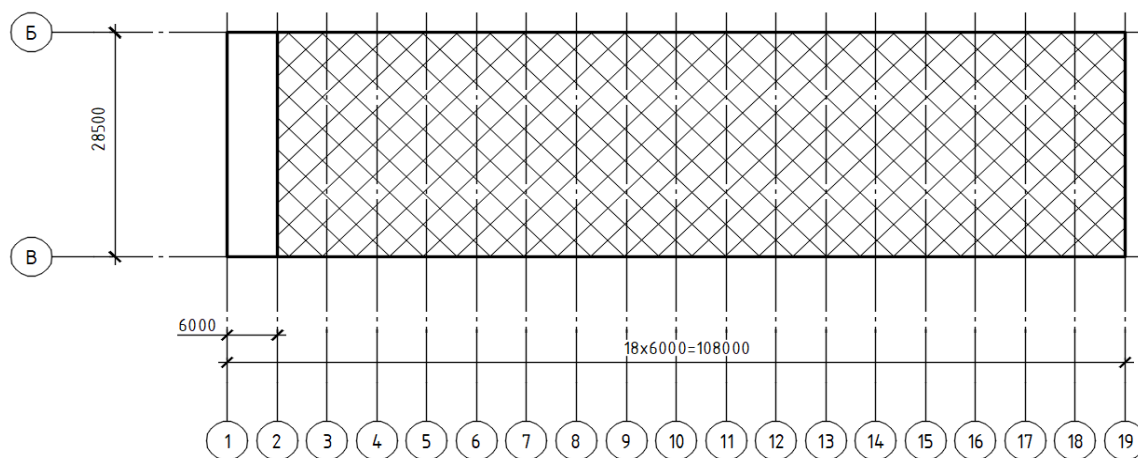


Рис. 2.7 – Проліт складу готової продукції №3

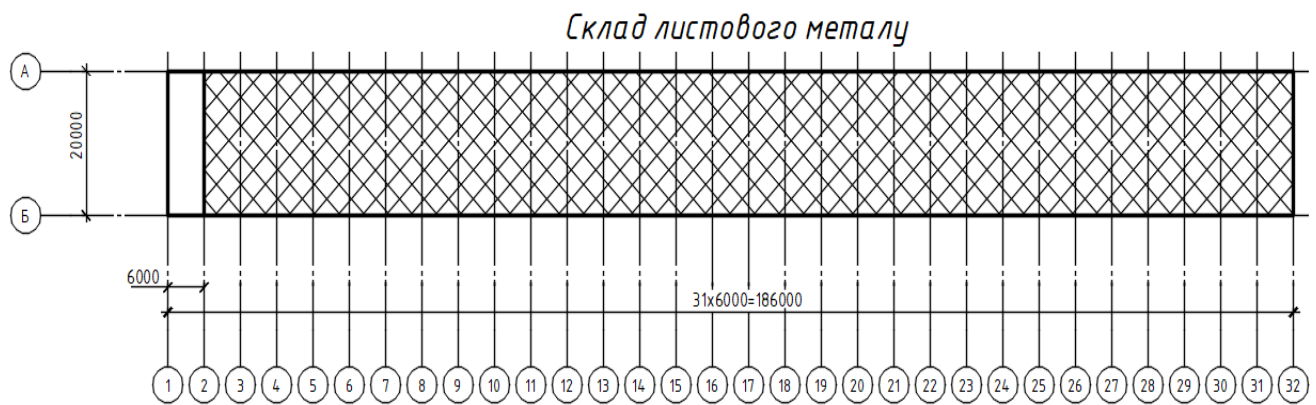


Рис. 2.8 – Проліт складу листового металу

Рисунки 2.2 – 2.8 дають загальне уявлення про планування та габарити об'єктів дослідження, а також про обсяг виконаних геодезичних вимірювань. Посилання на ці рисунки в наступних розділах дадуть змогу зорієнтуватися в результатах виконаних вимірювань.

2.2 Методика геодезичних вимірювань відхилень кранових колій від проектного положення по висоті

Висотне положення кранових колій може визначатися такими видами нівелювання як: геометричне, тригонометричне, фотографічне, гідростатичне. Найпоширенішим є спосіб, при якому нівелір встановлюється безпосередньо на звичайному штативі на рівні кранових колій а нівелірну рейку при цьому встановлюють на головки кранових колій та переміщують вздовж прольоту. Схема нівелювання з рівня кранових колій зображена на рис. 2.10. Нівелювання ділянки відбувається з однієї станції, нівелір встановлюється на одній з ниток кранових рейок.

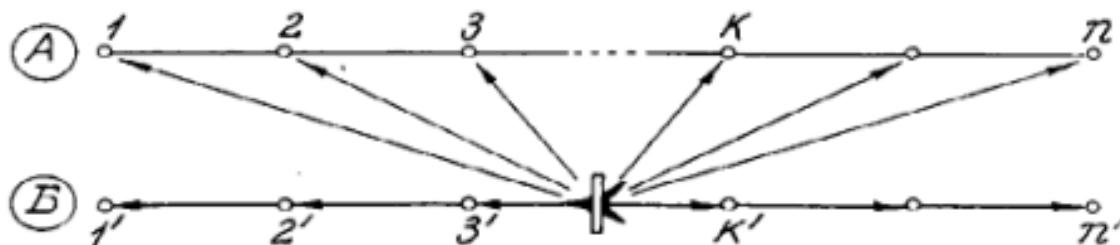


Рис. 2.9 – Схема нівелювання підкранових колій.

Якщо вздовж колон наявний вільний простір то нівелювання може відбуватися на підлозі цеху, відліки в такому випадку знімаються по нівелірній рейці чи рулетці з вантажем, що підвішена до моста крану, як це показано на рисунку 2.10 [26].

Положення кранових колій також може контролюватися різноманітними лазерними приладами. Відхилення колій від лазерного променя вимірюються за допомогою спеціального екрана з координатною сіткою або з використанням фотореєструючого приладу [25].

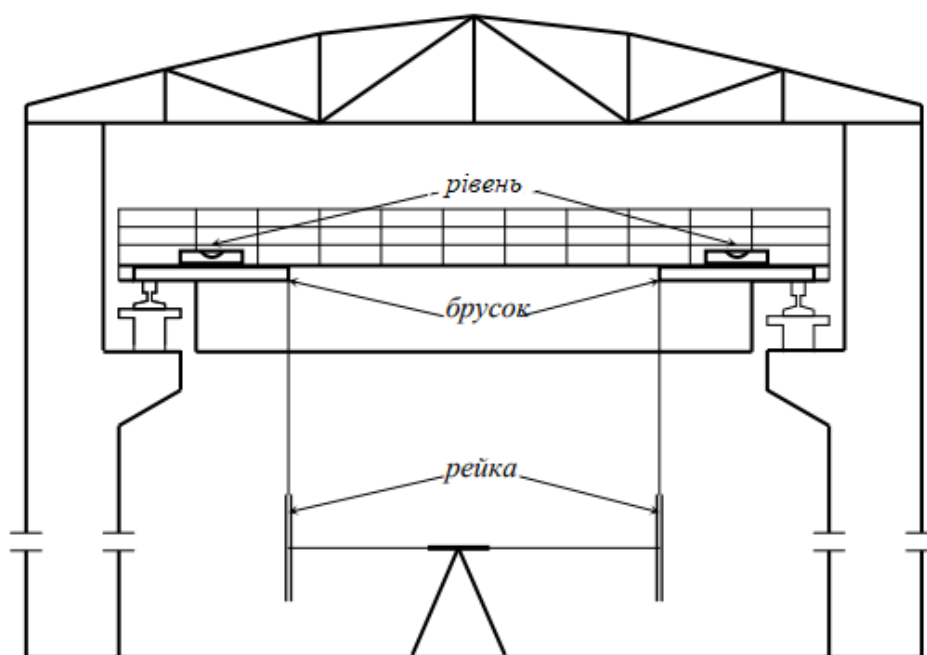


Рис. 2.10 – Приклад нівелювання з підлоги цеху.

В нашому випадку вимірювання проводилися за допомогою нівеліра, який встановлювався на гальмівних площадках кранових колій, або за допомогою лазерного візиру, котрий створює горизонтальний промінь (візирний створ), направлений вздовж кранової колії. Відліки знімалися за шаблоном з координатною сіткою, прикладеному до головки рейки напроти кожної з колон цеху. Шаблон встановлювався працівником при проході уздовж кранових колій. Результати вимірювань передавалися за допомогою радіозв'язку і фіксувалися для подальшої обробки [17]. Вимірювання за допомогою лазерного візиру є більш раціональними, оскільки вони дозволяють за один прохід уздовж кранових колій проконтролювати положення головок підкранових рейок як по висоті, так і в плані.

2.3. Приклад подання результатів геодезичних вимірювань

Для статистичного аналізу вертикальних і горизонтальних відхилень кранових колій використані результати геодезичних вимірювань, наведені в науково-технічних звітах [15, 16]. Результати вимірювань в кожному з прольотів наведені в звітах у графічній та табличній формі. Наявні дані представляють собою схематичні зображення прольотів з числовими значеннями відхилень у плані та по висоті та доступні для подальшої обробки в паперовій формі.

На рисунку 2.11 наведено приклад подання результатів геодезичних вимірювань [14]. За визначеними при спостереженнях у прольоті Д–Е головного корпусу та наведеними в таблиці відмітками на кожній з поперечних осей розраховані їх висотні (ΔH_D , ΔH_E) та планові відхилення, які й вказані на побудованих на схемі схематичних зображеннях кранових колій. У верхній частині схеми знаходиться графічне зображення відхилення колій від висотного положення, у нижній частині зображені відповідні відхилення в плані. Даний приклад є типовим. Таке саме представлення даних використовується також для всіх інших прольотів та років вимірювань.

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		35

Аналізуючи таблицю, можна помітити, що вимірювання проводились не з першої по порядку осі. Кількість осей, на яких проводились вимірювання, може зменшуватись або збільшуватись у різні роки, як наприклад це зроблено для високих прольотів головного корпусу у осях А-Б. Причиною могла бути важкодоступність або неможливість зйомки унаслідок стоянки мостового крану чи інших обмежень доступу до кранових колій на певних поперечних осях.

Таблиця 2.1

Перелік прольотів та обсяг геодезичних вимірювань положення кранових колій

Назва цеху та прольоту	Роки спостереження			
	1981 р.	1982 р.	1983 р.	1984 р.
Головний корпус 1-6		A2...И2	A2...И2	A2...Ж
Головний корпус (високі прольоти) А-Б	10...20	10...19	10...19	7...20
Головний корпус (високі прольоти) Б-В	9...20	9...19	9...19	8...20
Головний корпус (високі прольоти) В-Г	10...20	10...19	10...19	9...19
Головний корпус (високі прольоти) Г-Д	9...20	10...19	9...19	9...20
Головний корпус (високі прольоти) Д-Е	9...20	9...19	9...19	8...14
Головний корпус (високі прольоти) Е-Ж	10...21	9...20	9...20	10...20
Головний корпус (високі прольоти) Ж-И	9...21	9...21	9...21	9...18
Головний корпус (високі прольоти) И-К	10...17	9...17	9...17	10...17
Головний корпус (низькі прольоти) А-Б	22...23	23...32	23...32	23...32
Головний корпус (низькі прольоти) Б-В	26...30	26...30	26...30	26...30
Головний корпус (низькі прольоти) В-Г	23...31	23...31	23...31	24...30
Головний корпус (низькі прольоти) Г-Д	26...30	25...30	25...30	24...30
Головний корпус (низькі прольоти) Д-Е	25...30	25...30	25...30	24...30

Назва цеху та прольоту	Роки спостереження			
	1981 р.	1982 р.	1983 р.	1984 р.
Блок цехів А-Б	5...28	14...38	14...38	15...35
Блок цехів Б-В	5...28	15...37	15...37	16...36
КДЦ А-Б	4...23	4...25	4...25	4...17
КДЦ Б-В	8...12	1...16	1...16	4...16
КДЦ В-Г	17...24	8...22	8...22	8...23
СГП-1 40-41	А4...И2	Б1...И3	Б1...И4	
СГП-2 А-Б	2...15	2...15	2...15	2...15
СГП-3 Б-В	4...19	2...17	2...17	
Склад листового металу А-Б	2...32	3...30	3...30	

Підрахунок по таблиці 2.1 показав, що на протязі чотирьох років були проведені по чотири вимірювання в 18 прольотах, по три вимірювання у трьох у прольотах і по два вимірювання у двох прольотах. Усього вимірювання проведені в 2308 точках 24 прольотів, проте для подальшого аналізу обрано найбільш повні дані 18-ти з них. Отримані дані мають достатньо великий обсяг для проведення статистичного аналізу результатів геодезичних спостережень за положенням кранових колій.

2.5 Електронна база даних геодезичних вимірювань

Для подальшої обробки, на основі результатів вимірювань у описаних вище звітах, була створена електронна база даних. База даних створена у середовищі Microsoft Excel та представляє собою робочий лист, приклад якого зображений на рисунку 2.12. Такі листи були зроблені для кожного з обраних прольотів за чотири

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		38

роки вимірювань. Представлений для прикладу лист був зроблений на основі показаного раніше прикладу оригіналу листа зі звіту (рис. 2.11).

Головний корпус, Осі Д-Е 1981 р.

Осі	Вздовж				Поперек				
	HD	HE	DD	DE	ΔHD	ΔHE	ΔHP	DB	ΔLi
7									
8									
9	25	35	0	0			10	22499	-1
10	29	38	-3	4	4	3	9	22499	0
11	34	32	10	4	5	6	2	22500	14
12	35	23	10	8	1	9	12	22500	18
13	35	30	10	3	0	7	5	22500	13
14	34	21	5	-6	1	9	13	22500	-1
15	21	11	1	-7	13	10	10	22501	-5
16	30	0	-1	5	9	11	30	22501	5
17	48	2	1	-1	18	2	46	22501	1
18	41	15	-3	-7	7	13	26	22501	-9
19	30	29	1	1	11	14	1	22502	4
20	27	21	0	0	3	8	6	22502	2
21									
22									
23									
24									
25	27	1	0	0			26	22500	0
26	24	-3	-1	-7	3	4	21	22500	-8
27	14	1	-2	-4	10	4	13	22500	-6
28	6	-6	-6	0	8	7	12	22500	-6
29	-15	-3	-3	-1	21	3	12	22500	-4
30	-14	-2	0	0	1	1	12	22500	0

Рис. 2.12 – приклад робочого листа бази даних

Зображений на рисунку 2.12 робочий лист містить 10 колонок, у яких наведена така інформація:

Осі – відповідно номери поперечних осей прольоту на яких виконувались вимірювання;

H_D, H_E – умовні висотні позначки головок кранових рейок двох рядів;

D_D, D_E – відхилення в горизонтальній площині від створів, орієнтованих на осі кранових рейок на початку та в кінці прольоту, знак «мінус» вказує на

відхилення колій всередину прольоту, знак «плюс» – назовні;

$\Delta H_D, \Delta H_E$ – абсолютні значення перепадів висот головок кранових рейок на колонах кожного ряду;

ΔH_{Π} – абсолютне значення перепадів висот на колонах різних рядів прольоту;

ΔL_i – обчислені шляхом інтерполювання відносно прямолінійних теодолітних створів відхилення ширини кранової колії від проектного значення.

Абсолютні значення перепадів висот кранових рейок уздовж ряду колон обчислюються за формулами:

$$\Delta_{H_{Di}} = |H_{Di} - H_{D(i-1)}|, \quad \Delta_{H_{Ei}} = |H_{Ei} - H_{E(i-1)}|. \quad (2.1)$$

Абсолютні значення перепадів висот кранових рейок уперек прольоту обчислюються за формулою:

$$\Delta_{H_{\Pi i}} = |H_{Di} - H_{Ei}|. \quad (2.2)$$

Відхилення ширини кранової колії від номінального проектного значення обчислюються за формулою:

$$\Delta_{Li} = L_{\Pi} - L + \Delta_{Di} + \Delta_{Ei} + \frac{L_K - L_{\Pi}}{i_K - i_{\Pi}} \times i, \quad (2.3)$$

де L_{Π} та L_K – фактична ширина кранової колії (відстань між головками рейок) на початку та в кінці створу вимірювань, які отримані за допомогою сталеві рулетки.

Повні результати всіх вимірювань за чотири роки наведені в додатку А.

2.6 Висновки з розділу

1. Об'єктами дослідження є кранові колії 18 прольотів основних та допоміжних цехів Кременчуцького колісного заводу. У кожному з цих прольотів протягом чотирьох років виконувалися геодезичні спостереження за положенням кранових колій у плані та по висоті.

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
						40
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2. Результати геодезичних вимірювань оформлювалися у вигляді щорічних звітів, де надана графічна й таблична інформація про фактичне положення кранових колій обстежених цехів.

3. Для виконання подальшого статистичного аналізу вертикальних і горизонтальних відхилень кранових рейок від проектного положення з наявних результатів геодезичних вимірювань у середовищі Microsoft Excel створена електронна база даних. Для кожного з обстежених прольотів на окремому робочому аркуші Microsoft Excel представлені результати вимірювань протягом чотирьох років спостережень.

4. Створена база даних містить результати вимірювань положення кранових рейок по вертикалі та в плані, які виконані прольотів протягом 3...4 років спостереження.

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		41

Розділ 3

МЕТОДИКА І РЕЗУЛЬТАТИ СТАТИСТИЧНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ З ВИСОТНОГО ПОЛОЖЕННЯ КРАНОВИХ КОЛІЙ

3.1 Завдання й методика статистичного аналізу перепадів висоти головок кранових рейок

У результаті виконаних геодезичних вимірювань отримана інформація щодо висотного положення головок кранових рейок у кожному з 18-ти прольотів за кожен рік спостережень. Для прикладу на рисунках 3.1...3.3 показані зміни уздовж прольоту Д-Е головного корпусу таких показників:

- відносна висота головок кранових рейок обох рядів (рис. 3.1);
- перепади висоти головок кранових рейок уздовж обох рядів (рис. 3.2);
- перепади висоти головок кранових рейок поперек прольоту (рис. 3.3).

Розриви графіків обумовлені неможливістю виконання вимірювань в осях 22...24 під час геодезичних спостережень внаслідок відсутності доступу до кранових колій на цих осях.

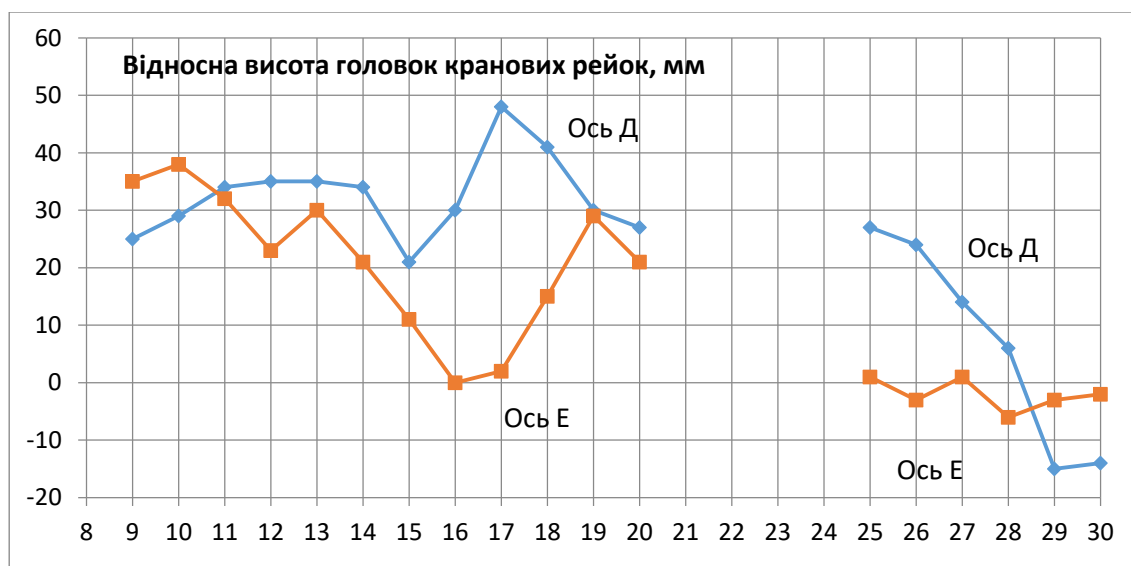


Рис. 3.1 – Відносна висота головок кранових рейок рядів Д і Е
головного корпусу

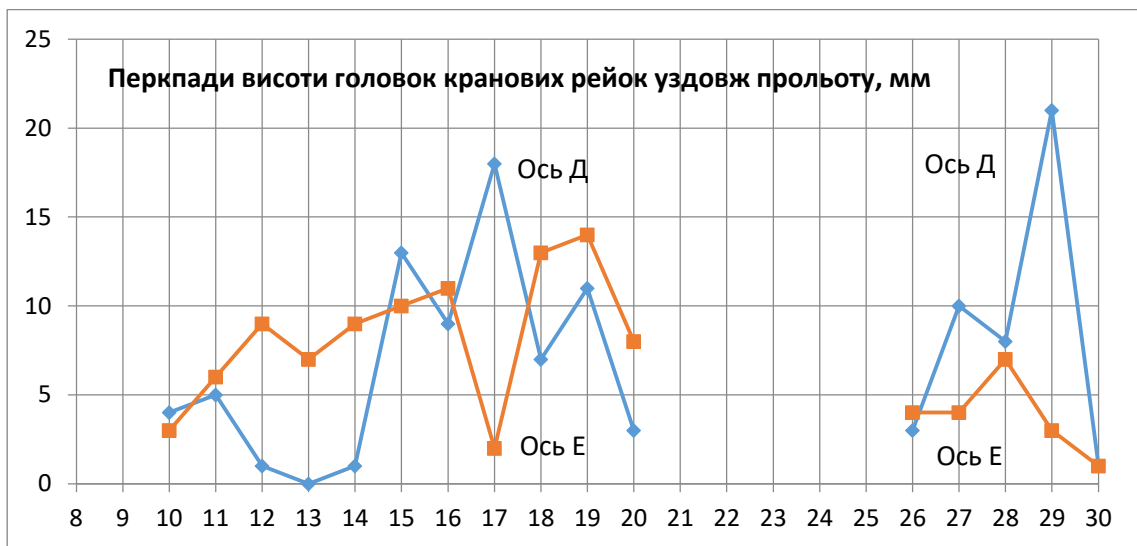


Рис. 3.2 – Перепади висоти головок кранових рейок уздовж рядів Д і Е головного корпусу

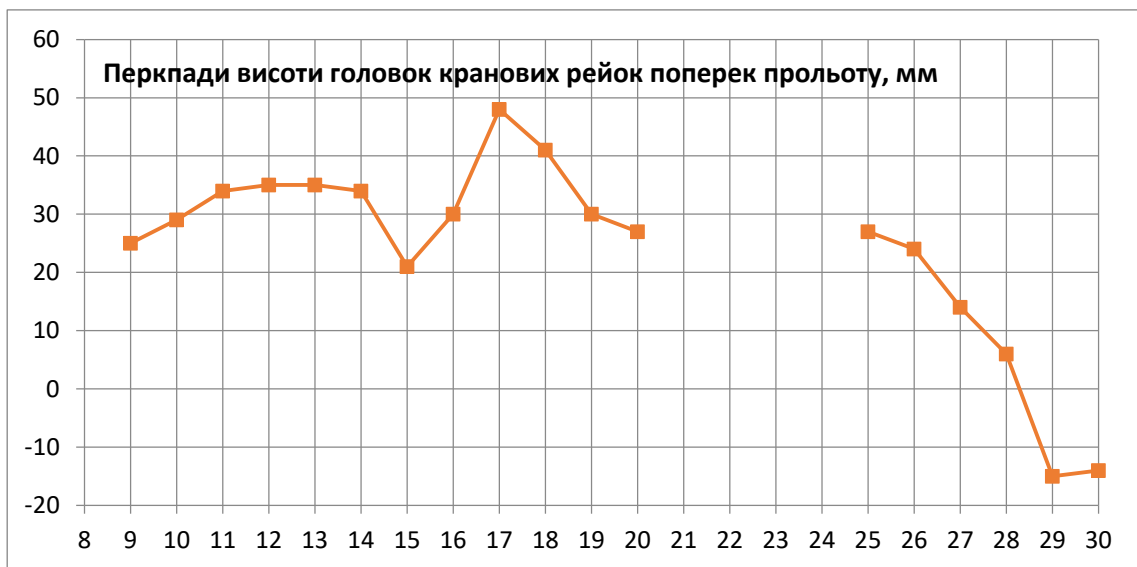


Рис. 3.3 – Перепади висоти головок кранових рейок поперек прольоту Д-Е головного корпусу

З наведених рисунків видно, що висотне положення кранових колій випадковим чином змінюється уздовж цеху. Висота колій двох рядів значною мірою змінюється не синхронно, що викликає значні перепади відміток поперек прольоту, показані на рисунку 3.3. Зміни висотного положення кранових колій в інших прольотах мають аналогічний характер. Випадковий характер даних по висотному положенню кранових колій спонукає до аналізу з використанням методів математичної статистики, які викладені в [1, 18, 24, 27].

Аналіз методами математичної статистики використовується для обробки експериментальних даних, в нашому випадку перепадів висот головок кранових рейок. Завданням аналізу є:

- Визначення числових характеристик (математичне сподівання, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації тощо);
- Вибір закону розподілу за обчисленими числовими характеристиками;
- Визначення імовірностей виходу відхилень за допустимі межі та їх зміни у часі.

Приведені дані геодезичних вимірювань являють собою випадкові величини, а тому характеризуються числовими характеристиками та законами розподілу. Числові характеристики для кожного прольоту були розраховані у середовищі Microsoft Excel. Всі розрахунки числових характеристик базуються на результатах вимірювань виконаних за 4 роки у 18-ти прольотах цехів машинобудівного заводу та наведені в додатку А. Приклад статистичної обробки описаний нижче на прикладі цеху головного корпусу в осях Д-Е за 1981 рік. Обробка виконана за методикою, викладеною в [24]

Визначення числових характеристик починається з формування вибірки, обсяг якої позначений як N , що охоплює висотні відхилення головок на суміжних колонах обох рядів в одному цеху Δ_{HD} та Δ_{HE} . Близькість цих величин дозволяє об'єднання їх в одну вибірку Δ_{HP} . Перепади висоти на колонах різних рядів позначено як Δ_{HP} (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Числові характеристики відхилень для прольоту Д-Е

	Δ_{HD}	Δ_{HE}	Δ_{HP}	Δ_{HP}
N	16,00	16,00	18,00	32,00
Min	0,00	1,00	1,00	0,00
Max	21,00	14,00	46,00	21,00
M	7,19	6,94	14,78	7,06
S	6,24	3,92	11,22	5,13

Для кожної вибірки визначається мінімальний та максимальний елемент вибірки позначені як *Min* та *Max* (розмах вибірки), тобто відхилення, що наприклад для Δ_{HP} змінюються від 1 до 46 мм.

Середнє значення або математичне сподівання, що позначено як **M** дозволяє визначити положення центру розподілу випадкової величини і обчислюється за формулою:

$$M = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i, \quad (3.1)$$

Далі розраховується стандартне відхилення **S**, що є характеристикою міри розкиду елементів вибірки відносно центра розподілу та дорівнює:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - M)^2}{N-1}}, \quad (3.2)$$

Обчислені числові характеристики необхідні для подальшої побудови гістограм розподілу та вибору закону розподілу.

Першим кроком при побудові гістограми є встановлення області визначення за допомогою отриманого раніше розмаху вибірки. Дана область ділиться на інтервали і залежно від обсягу вибірки обирається їхня кількість. Для обрання кількості інтервалів в [24] рекомендується таблиця 3.2, де **N** – обсяг вибірки, **L** – кількість інтервалів.

Таблиця 3.2

Рекомендації до кількості інтервалів.

N =	10 - 40	40 - 100	100 - 300	300 - 1000	1000 - 5000
L =	4 - 6	5 - 8	6 - 10	8 - 15	10 - 25

Межі інтервалів встановлюються за їх довжиною, що розраховується за формулою:

$$d = \frac{(X_{max} - X_{min})}{L}, \quad (3.3)$$

Наступним кроком є визначення вручну або в нашому випадку за допомогою функцій Microsoft Excel кількості відхилень що належать кожному

інтервалу. Для прикладу зображено таблицю 3.3 за допомогою якої будувалась гістограма, де кількість відхилень у кожному інтервалі позначено як N .

Таблиця 3.3

Дані для побудови гістограми розподілу

Уздовж						0,838
d	N	f_d	f_T	P_d	P_T	7
-0,00001	0		0,090619			2,083097
3	10	0,104166	0,085535	0,3125	0,266011	0,008125
6	5	0,052083	0,071931	0,15625	0,237261	0,027661
9	8	0,083333	0,053894	0,25	0,188748	0,019877
12	4	0,041667	0,035975	0,125	0,133926	0,000595
15	3	0,03125	0,021395	0,09375	0,084757	0,000954
18	1	0,010417	0,011337	0,03125	0,047841	0,005754
21	1	0,010417	0,005352	0,03125	0,024085	0,002131
24	0	0	0,002251		0,010815	
27	0	0	0,000843		0,004331	

Дослідна частота даних або імовірність попадання у визначені інтервали, позначена як P_d і обчислюється як кількість даних, що потрапили у інтервал поділена на обсяг вибірки:

$$P_d = \frac{N_i}{N}, \quad (3.4)$$

Обчислення частоти даних дозволяє розрахувати густину імовірності для кожного інтервалу. Позначається як f_d і розраховується як ділення частоти на довжину кожного інтервалу:

$$f_d = \frac{P_{di}}{(d_i - d_{i-1})}. \quad (3.5)$$

Розраховані значення слугують для побудови гістограми розподілу (рис. 3.4).

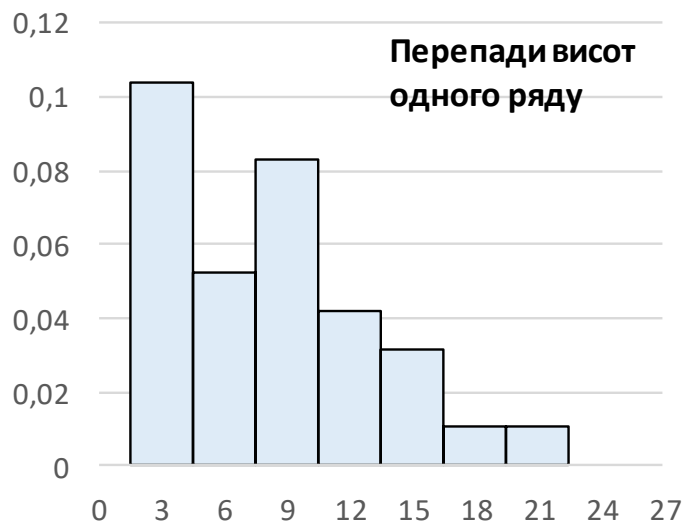


Рис. 3.4 – Гістограма розподілу відхилень ширини кранових колій

Беручи до уваги, що згідно з нормами перепади висот кранових рейок на суміжних колонах та в одному поперечному перерізі контролюються за абсолютною величиною, розподіли можуть описуватись законом розподілу модуля випадкової величини [17]. Сам розподіл є зрізаним нормальним розподілом з областю визначення $X \geq 0$, та має вираз:

$$f_T = \frac{2}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right], \quad (3.6)$$

де σ - єдиний параметр розподілу, котрий визначається через вирази середнього значення та стандартного відхилення (**M** та **S** відповідно).

$$M = \sigma\sqrt{\frac{2}{\pi}}, \quad S = \sigma\sqrt{\frac{1-2}{\pi}} \quad (3.7)$$

В нашому випадку наявна вибірка скінченного обсягу, тому для визначення параметра розподілу σ у (3.6) буде використовуватись перша з вище представлених формул (3.7), так як середнє значення при таких вибірках оцінюється більш точно, ніж стандартне відхилення. Виведена формула має вигляд:

$$\sigma = M\sqrt{\frac{\pi}{2}} \approx 1,25M, \quad (3.8)$$

Підставивши формулу (3.8) у (3.6) отримаємо вираз:

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
						47
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$f_T = \frac{2}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right] = 0,64 \exp\left[-\frac{0,32x}{M^2}\right], \quad (3.9)$$

Аналітичний вираз інтегральної функції розподілу для даного закону розподілу (3.6) не існує, але вона визначається через функцію нормального розподілу:

$$F_M(x) = 2F_H(x) - 1, \quad (3.10)$$

де $F_H(x)$ – інтегральна функція нормального розподілу.

Отримані при розрахунках результати занесені до колонки з відповідним підписом в таблиці на рис. 3.2. За обчисленими значеннями (3.6) на гістограму наноситься графік густини імовірності (рис. 3.5)

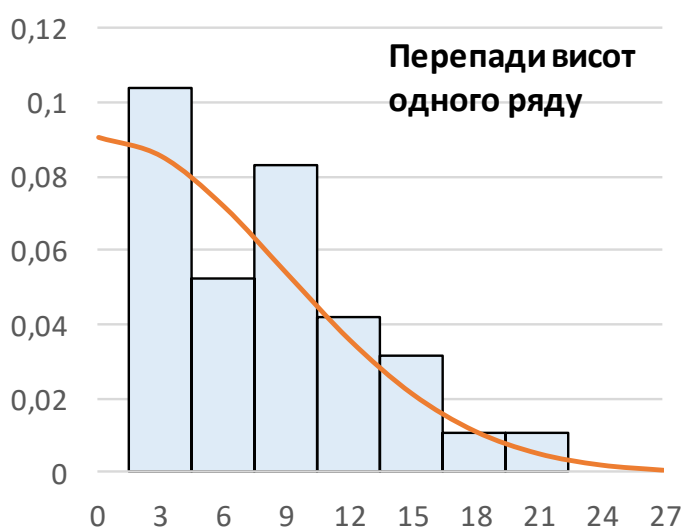


Рис. 3.5 – Гістограма розподілу відхилень ширини кранових колій з графіком густини імовірності

Близькість кривої густини розподілу до зображеної на рис. 3.4 гістограми розподілу візуально підтверджує можливість використання закону розподілу (3.6)

Для прийняття остаточного рішення про можливість застосування обраного закону розподілу (3.6) використовується критерій узгодження Пірсона хі-квадрат [24, 27], що обчислюється за формулою:

$$\chi^2 = N \sum_{i=1}^L \frac{(P_{Di} - P_{Ti})^2}{P_{Ti}}, \quad (3.11)$$

де L – кількість інтервалів;

N – обсяг вибірки;

P_{Di} – частота даних або імовірність попадання у визначені інтервали, за гістограмою розподілу;

P_{Ti} – теоретична імовірність попадання у визначені інтервали, за обраним законом розподілу.

Остання колонка таблиці 3.3 містить у собі три значення виділенні жирним шрифтом, де число **2,083** є результатом розрахунків за формулою (3.11); число **7** – кількість інтервалів у гістограмі розподілу L , що використовується для знаходження ступенів свободи k і в даному випадку буде дорівнювати 5, так як для експоненціального розподілу $k = L-2$. Число **0,838** – визначений рівень значимості α .

Для знаходження χ^2 , використовується теоретична імовірність P_{Ti} , що визначається за формулою:

$$P_{Ti} = F(d_i) - F(d_{i-1}), \quad (3.12)$$

де $F(d_i)$ та $F(d_{i-1})$ – значення функції розподілу обраного закону, з параметрами проаналізованої вибірки.

Значення теоретичної імовірності зображено у колонці позначеної як P_T таблиці даних 3.2.

При геодезичних вимірюваннях на рівні кранових колій у робочих цехах похибки спостережень можуть бути більшими від звичайної точності вимірювань. Через це можуть виникати сумніви у точності кожного окремого результату. Загальний стан кранових колій у такому випадку можна описати з використанням імовірності виходу за гранично допустимі межі. Ці імовірності обчислюються за формулами з підстановкою значень гранично-допустимих меж, наведених у розділі 1:

$$\begin{aligned} P(\Delta_{HP}) &= 1 - F_M(10) = 2F_H(10), \\ P(\Delta_{HP}) &= 1 - F_M(40) = 2F_H(40). \end{aligned} \quad (3.13)$$

де $F_M(x)$ – функція розподілу модуля випадкової величини.

Значення 10 мм і 40 мм у формулах (3.13) є допустимими відхиленнями, які встановлені в нормативному документі [7,8].

					KM3 1619204 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		49

Для наочного прикладу використано таблиці 3.4 з числовими характеристиками та імовірностями висотних відхилень на суміжних колонах та перепадів висот на колонах різних рядів. Наведені дані охоплюють чотири роки вимірювань. Зміни в часі продемонстровано графіком на рис. 3.3.

Таблиця 3.4

Числові характеристики з прорахованими імовірностями за 4 роки вимірювань

Вздовж	1	2	3	4
N	32,00	30,00	30,00	30,00
Min	0,00	1,00	0,00	0,00
Max	21,00	36,00	40,00	17,00
M	7,06	7,37	7,93	6,80
S	5,13	7,12	7,89	5,47
P	0,257322	0,277491	0,313261	0,239407

Поперек	1	2	3	4
N	18,00	17,00	17,00	15,00
Min	1,00	2,00	2,00	0,00
Max	46,00	40,00	33,00	38,00
M	14,78	15,88	15,12	14,27
S	11,22	11,46	10,43	11,91
P	0,030356	0,043924	0,034283	0,024897

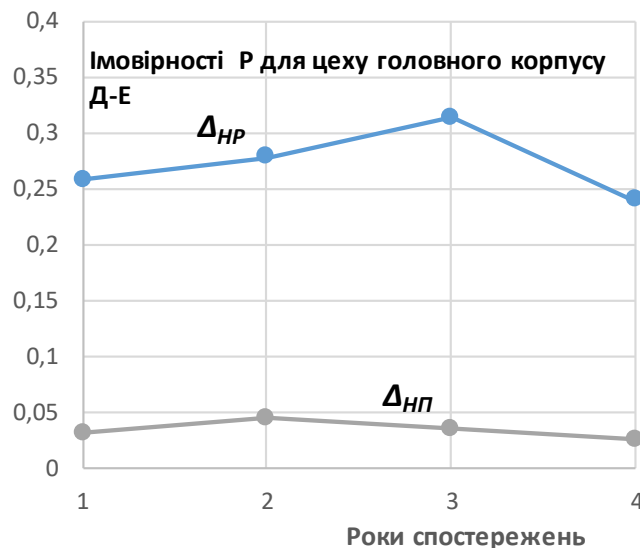


Рис. 3.6 – Імовірності виходу відхилень кранових рейок за допустимі межі

Аналізуючи графік можна помітити, що імовірність виходу за допустимі межі головок рейок одного ряду ($\Delta_{НР}$) зростає протягом трьох років вимірювань. Імовірність 0,25...0,31 у процентному відношенні дорівнює 25...31%, що вважається великим. Четвертий рік вимірювань має найменшу імовірність виходу за допустимі межі, це пов'язано з виконаною рихтовкою кранових колій. Звернувши увагу на імовірності висотних відхилень головок рейок різних рядів ($\Delta_{НП}$), можна навпаки, стверджувати що вихід за допустимі межі відхилень є практично неможливим.

3.2 Числові характеристики перепадів висоти головок кранових рейок

Повний перелік числових характеристик вертикальних відхилень поданий у таблицях 3.5 та 3.6. Таблиці виконані для перепадів висот рейок на суміжних колонах одного ряду та для перепадів колон різних рядів, охоплюють 4 роки вимірювань і містять такі характеристики як обсяг вибірки, середнє значення та стандарте відхилення (N, M, S відповідно).

Таблиця 3.5

Числові характеристики перепадів висот колон одного ряду

№ ПП	Проліт	Числові характеристики	Роки			
			1981	1982	1983	1984
1	Головний корпус 1-6	N		56	56	44
		M		7,32	8,45	7
		S		5,47	6,50	3,85
2	Головний корпус А-Б	N	38	36	36	44
		M	0	0	0	0
		S	5,71	5,83	6,01	3,12
3	Головний корпус Б-В	N	30	28	28	32
		M	3,67	5,50	6,96	3,94
		S	4,06	4,53	5,25	3,46
4	Головний корпус В-Г	N	36	34	34	32
		M	6,72	7,26	6,24	4,47
		S	3,99	5,84	6,10	2,12
5	Головний корпус Г-Д	N	30	28	30	34
		M	10,27	7,96	8,57	5,09
		S	12,51	6,04	6,59	4,63
6	Головний корпус Д-Е	N	32	30	30	30
		M	7,06	7,37	7,93	6,80
		S	5,13	7,12	7,89	5,47
7	Головний корпус Е-Ж	N	22	22	22	20
		M	6,59	7,18	5,55	7,85
		S	5	6,49	5,01	5,86
8	Головний корпус Ж-И	N	24	24	24	18
		M	5,54	7,33	8,67	7,72
		S	4,57	6,76	6,92	8,82
9	Головний корпус И-К	N	14	16	16	14
		M	6,07	5,69	6,19	6,29
		S	3,89	5,59	5,17	6,12
10	Блок цехів А-Б	N	46	48	48	40
		M	5,17	4,69	5,81	4,88
		S	3,57	3,75	3,95	2,34

№ ПП	Проліт	Числові характеристики	Роки			
			1981	1982	1983	1984
11	Блок цехів Б-В	N	46	44	44	40
		M	5,04	8,05	7,93	4,05
		S	5,04	7,63	7,68	2,67
12	КДЦ А-Б	N	38	42	40	24
		M	17	16	16	20
		S	3,47	4,40	4,76	5,64
13	КДЦ Б-В	N	8	30	30	24
		M	7,75	8,23	9,8	6,92
		S	7,34	5,43	7,54	5,66
14	КДЦ В-Г	N	14	22	22	22
		M	9	7	9,27	4,5
		S	8,66	4,79	5,8	3,14
15	СГП-1 40-41	N	42	42	42	
		M	6,07	6,43	7,38	
		S	5,91	6,06	6,14	
16	СГП-2 А-Б	N	26	26	26	26
		M	6,04	5,08	5,46	4,73
		S	4,75	3,75	3,34	2,69
17	СГП-3 Б-В	N	30	30	30	
		M	7,57	6,83	7,73	
		S	5,75	7,09	7,24	
18	Склад листового металу	N	60	54	54	
		M	3,45	6,07	6,72	
		S	2,38	4,01	4,76	

Таблиця 3.6

Числові характеристики перепадів висот колон різних рядів

№ ПП	Проліт	Числові характеристики	Роки			
			1981	1982	1983	1984
1	Головний корпус 1-6	N		29	29	23
		M		5,72	7,45	8,57
		S		4,36	4,41	4,01
2	Головний корпус А-Б	N	21	20	20	24
		M	10,14	9,7	9,6	6,33
		S	9,6	8,65	5,94	2,57
3	Головний корпус Б-В	N	17	16	16	18
		M	7,82	8,88	8,06	6,06
		S	6,89	5,66	5,62	4,30
4	Головний корпус В-Г	N	20	19	19	18
		M	10,10	14,05	15,58	10,33
		S	7,60	8,13	7,14	4,54

№ ПП	Проліт	Числові характеристики	Роки			
			1981	1982	1983	1984
5	Головний корпус Г-Д	N	17	16	17	19
		M	16,53	12,69	18,76	7,68
		S	15,47	9,36	11,71	5,22
6	Головний корпус Д-Е	N	18	17	17	15
		M	14,78	15,88	15,12	14,27
		S	11,22	11,46	10,43	11,91
7	Головний корпус Е-Ж	N	12	12	12	11
		M	13	16,25	18,67	9,82
		S	8,78	13,07	11,73	7,36
8	Головний корпус Ж-И	N	13	13	13	10
		M	14,15	14,54	14,77	13,30
		S	9,33	9,34	9,8	9,37
9	Головний корпус И-К	N	8	8	9	8
		M	9	15,13	14,22	10,88
		S	3,7	8,48	10,13	6,77
10	Блок цехів А-Б	N	24	25	25	21
		M	11	9,08	10,48	8,24
		S	8,37	6,68	7,63	4,48
11	Блок цехів Б-В	N	24	23	23	21
		M	7,08	13,3	14,35	9,67
		S	5,78	8,71	8,55	5,58
12	КДЦ А-Б	N	20	22	21	13
		M	4,9	5,09	5,81	5,08
		S	4,81	3,52	3,28	5,35
13	КДЦ Б-В	N	5	16	16	13
		M	11,20	6,44	8,63	4,46
		S	15,29	5,4	5,89	4,67
14	КДЦ В-Г	N	8	13	13	13
		M	8	12,92	13,92	5,85
		S	6	7,03	7,41	3,67
15	СГП-1 40-41	N	23	23	23	
		M	13,09	12,83	13,7	
		S	8,22	7,45	9,27	
16	СГП-2 А-Б	N	14	14	14	14
		M	9	6,86	7,93	7,86
		S	6,08	4,17	4,46	3,92
17	СГП-3 Б-В	N	16	16	16	
		M	10,38	7,44	8,81	
		S	8,18	5,55	6,34	
18	Склад листового металу	N	31	28	28	
		M	8,97	21,36	20,29	
		S	6,26	8,49	9,4	
			КМЗ 1619204 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Аркуш 53	

Дані таблиць 3.5 і 3.6 дозволяють відслідкувати зміни перепадів висот головок кранових рейок в процесі експлуатації, а також порівняти вертикальні відхилення кранових колій різних прольотів та виявити найбільш розлагоджені колії, які потребують особливої уваги під час експлуатації цеху.

3.3 Закони розподілу перепадів висоти кранових рейок

На рисунку 3.7 наведені приклади гістограм розподілу перепадів висот кранових рейок вздовж прольоту Д-Е для чотирьох років спостереження з нанесеними на них кривими розподілу модуля випадкової величини (3.6). На аналогічному рисунку 3.8 наведені приклади гістограм розподілу перепадів висот кранових рейок поперек прольоту.

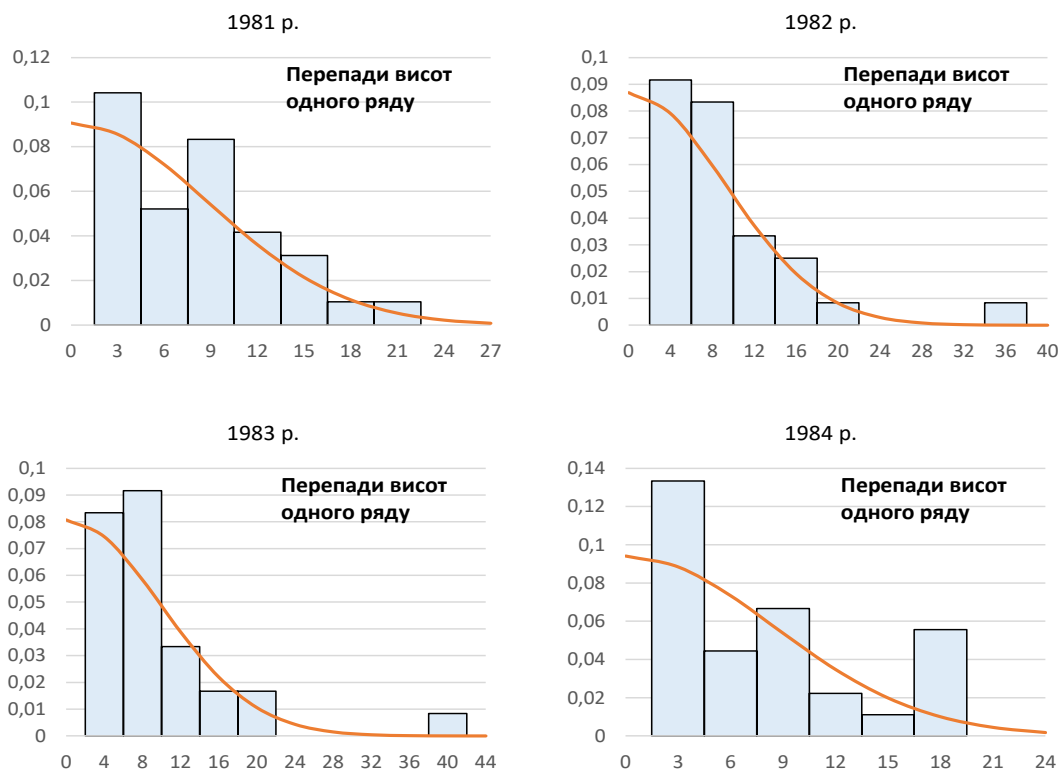


Рис. 3.7 – Гістограми розподілу перепадів висот кранових рейок вздовж прольоту Д-Е головного корпусу

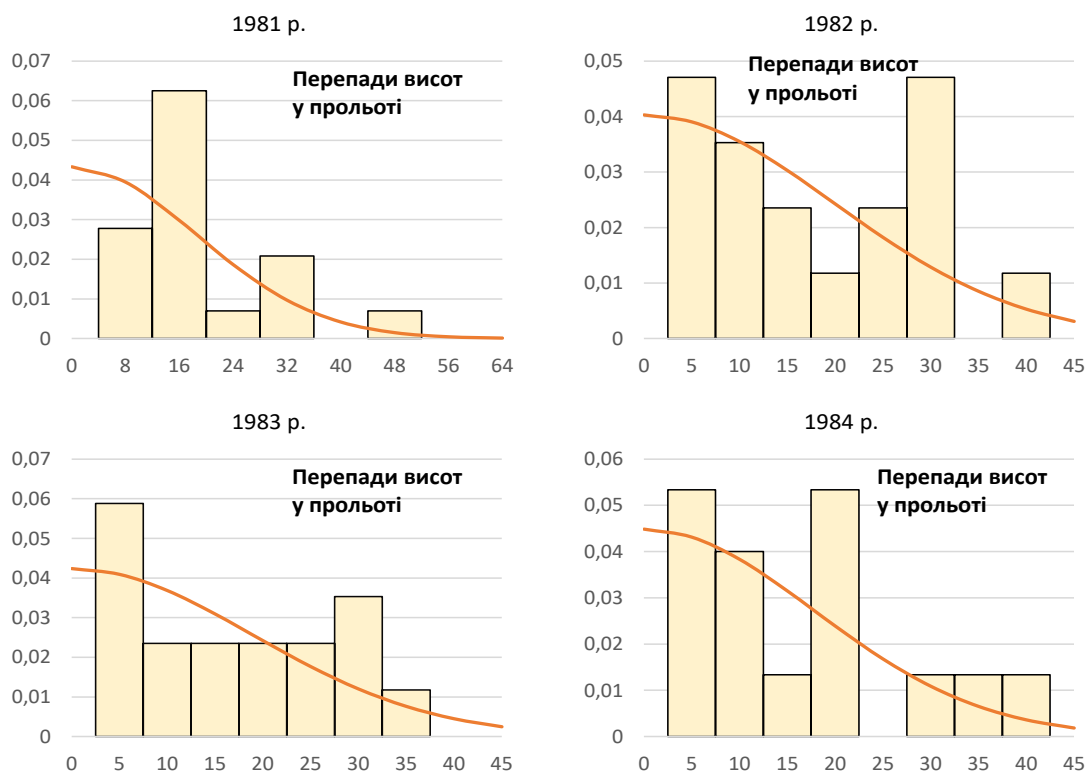


Рис. 3.8 – Гістограми розподілу перепадів висот кранових рейок поперек прольоту Д-Е головного корпусу

Візуальний аналіз гістограм з рисунка 3.7 вказує на близькість наведених кривих густини розподілу (3.6) до дослідних гістограм. Невідповідності в крайніх інтервалах трьох гістограм (за 1982, 1983 і 1984 роки) обумовлені малою кількістю даних у цих інтервалах. Дещо гірша відповідність спостерігається для розподілів поперечних перепадів висот кранових рейок, зображених на рисунку 3.8. Це цілком закономірне явище пояснюється несистематичним, значною мірою випадковим характером гістограм розподілу, побудованих за удвічі меншою кількістю даних, ніж гістограми з рисунка 3.4.

Для імовірнісного опису вертикальних відхилень кранових колій використовується закон розподілу модуля випадкової величини (3.6). Правомірність його використання необхідно підтвердити на основі критерію узгодженості Пірсона [24]. Для цього за викладеною вище методикою побудовані гістограми розподілу всіх відхилень, підраховані кількості інтервалів в

гістограмах L , обчислені статистики χ^2 критерію Пірсона (3.11) та за допомогою функції Excel $\text{HI2.PACP.PX}(\chi^2; L-2)$ визначені рівні значимості, на яких закон розподілу (3.6) не суперечить дослідних гістограмам.

Наведені нижче таблиці сформовані з метою узагальнення результатів виконаних обчислень, методика яких була описана у попередньому підрозділі. Дані таблиць 3.7 та 3.8, як і наведені раніше таблиці 3.5 та 3.6, охоплюють 18 прольотів у періоді вимірювань за 4 роки. Для кожного прольоту й року в них наведені такі дані:

L – кількість інтервалів гістограми розподілу;

χ^2 – статистика критерію узгодженості Пірсона;

α – обчислений за дослідними даними рівень значущості.

Таблиця 3.7

Результати перевірки узгодженості за критерієм Пірсона для перепадів висот кранових рейок вздовж прольоту

№ ПП	Проліт	Параметри	Роки			
			1981	1982	1983	1984
1	Головний корпус 1-6	L		7	8	6
		χ^2		6,11	8,60	5,2
		α		0,295	0,197	0,267
2	Головний корпус А-Б	L	7	6	8	5
		χ^2	11,69	8,58	16,14	2,08
		α	0,039	0,072	0,013	0,55
3	Головний корпус Б-В	L	5	5	7	6
		χ^2	8,24	5,55	0,394	16,52
		α	0,041	0,135	0,995	0,002
4	Головний корпус В-Г	L	6	7	7	5
		χ^2	1,89	4,76	19,18	3,897
		α	0,755	0,445	0,002	0,273
5	Головний корпус Г-Д	L	9	7	8	5
		χ^2	254,45	5,24	6,61	7,42
		α	0	0,386	0,358	0,06
6	Головний корпус Д-Е	L	7	9	10	6
		χ^2	2,08	79	147,7	15,48
		α	0,838	0	0	0,004

№ ПП	Проліт	Параметри	Роки			
			1981	1982	1983	1984
7	Головний корпус Е-Ж	L	6	7	6	7
		X^2	2,22	12,22	5,04	1,6
		α	0,694	0,032	0,28	0,893
8	Головний корпус Ж-И	L	7	7	7	10
		X^2	8,92	7,22	6,19	354,1
		α	0,112	0,204	0,287	0
9	Головний корпус И-К	L	6	7	6	5
		X^2	2,65	13,87	2,68	8,19
		α	0,618	0,016	0,612	0,042
10	Блок цехів А-Б	L	6	5	5	4
		X^2	3,9	1,63	1,928	5,515
		α	0,418	0,652	0,587	0,063
11	Блок цехів Б-В	L	7	10	11	6
		X^2	13,97	85,83	498,6	1,837
		α	0,016	0	0	0,76
12	КДЦ А-Б	L	6	4	6	5
		X^2	5,25	0,724	3,06	7,63
		α	0,262	0,696	0,547	0,054
13	КДЦ Б-В	L	6	6	6	5
		X^2	8,22	1,68	15,52	5,41
		α	0,084	0,794	0,004	0,144
14	КДЦ В-Г	L	7	6	7	5
		X^2	9,69	0,954	9,247	2,28
		α	0,084	0,917	0,1	0,515
15	СГП-1 40-41	L	8	8	6	6
		X^2	15,52	18,35	4,46	3,85
		α	0,017	0,005	0,347	0,426
16	СГП-2 А-Б	L	6	8	5	6
		X^2	3,85	3,87	1,896	1,927
		α	0,426	0,694	0,594	0,749
17	СГП-3 Б-В	L	7	8	6	
		X^2	6,45	43,18	10,03	
		α	0,265	0	0,040	
18	Склад листового металу	L	5	5	7	
		X^2	3,658	5,469	4,14	
		α	0,301	0,140	0,529	

Результати перевірки узгодженості за критерієм Пірсона для перепадів
висот кранових рейок поперек прольоту

№ ПП	Проліт	Числові характеристики	Роки			
			1981	1982	1983	1984
1	Головний корпус 1-6	L		6	5	5
		X^2		5,6	1,142	18,7
		α		0,2	0,76	0
2	Головний корпус А-Б	L	7	6	6	4
		X^2	19,44	16,25	15,77	32,7
		α	0,002	0,003	0,003	0
3	Головний корпус Б-В	L	6	5	6	7
		X^2	6,5	4,02	9	13,39
		α	0,164	0,258	0,06	0,02
4	Головний корпус В-Г	L	7	7	6	5
		X^2	10,02	8,7	17,76	8,56
		α	0,075	0,12	0,001	0,036
5	Головний корпус Г-Д	L	9	8	9	6
		X^2	74,23	6,49	27,05	7,22
		α	0	0,37	0	0,125
6	Головний корпус Д-Е	L	6	8	7	8
		X^2	14,38	13,82	6,97	11,42
		α	0,006	0,032	0,22	0,076
7	Головний корпус Е-Ж	L	6	7	7	6
		X^2	6,8	13,36	3,97	3,46
		α	0,14	0,02	0,55	0,48
8	Головний корпус Ж-И	L	6	6	8	6
		X^2	5,74	15,83	10,99	2,16
		α	0,219	0,03	0,89	0,7
9	Головний корпус И-К	L	5	8	7	5
		X^2	15,09	13,18	5,01	1,71
		α	0,002	0,04	0,414	0,634
10	Блок цехів А-Б	L	8	7	5	4
		X^2	6,53	6,51	3,35	15,88
		α	0,366	0,26	0,34	0
11	Блок цехів Б-В	L	7	7	8	4
		X^2	22,5	15,03	12,48	2,46
		α	0	0,01	0,052	0,29
12	КДЦ А-Б	L	6	4	6	5
		X^2	14,19	5,19	14,14	12,61
		α	0,007	0,07	0,007	0,006

№ ПП	Проліт	Числові характеристики	Роки			
			1981	1982	1983	1984
13	КДЦ Б-В	L	8	5	6	6
		X ²	41,04	3,33	16,47	32,21
		α	0	0,34	0,002	0
14	КДЦ В-Г	L	7	6	7	4
		X ²	6,7	12,21	20,74	7,54
		α	0,243	0,016	0,001	0,023
15	СГП-1 40-41	L	6	7	8	
		X ²	2,48	18,84	9,18	
		α	0,64	0,002	0,16	
16	СГП-2 А-Б	L	4	4	5	4
		X ²	1,76	1,18	6,82	23,86
		α	0,41	0,55	0,07	0
17	СГП-3 Б-В	L	7	6	6	
		X ²	15,8	22,58	1,07	
		α	0,007	0	0,89	
18	Склад листового металу	L	6	7	7	
		X ²	8,07	39,71	17,85	
		α	0,089	0	0,03	

За результатами обчислень проведених узагальнюючий аналіз відповідності обраного закону розподілу (3.6) до дослідних гістограм. Результати цього аналізу наведені в таблиці 3.9, де вказана кількість розподілів, які не суперечать дослідним даним на різних рівнях значимості.

Таблиця 3.9

Узагальнені результати перевірки узгодженості
закону розподілу відхилень (3.6) з дослідними гістограмами

Відхилення	Загальна кількість розподілів	Кількість розподілів, які не суперечать дослідним гістограмам на рівнях значимості				
		$\geq 0,2$	$\geq 0,1$	$\geq 0,05$	$\geq 0,02$	$\geq 0,01$
вздовж прольоту	69	36	41	48	53	57
	100%	52,2%	59,4%	69,6%	76,8%	82,6%
поперек прольоту	67	21	27	34	40	43
	100%	31,3%	40,3%	50,7%	59,7%	64,2%
усього розподілів	136	57	68	82	93	100
	100%	41,9%	50,0%	60,3%	68,4%	73,5%

Дані таблиці 3.9 показують, що обраний нами закон розподілу (3.6) краще узгоджується з перепадами вздовж прольоту, ніж з перепадами висоти поперек прольоту. На звичайно прийнятому рівні значимості $\alpha = 0,05$ дослідним даним не суперечать 69,6% розподілів перепадів висоти вздовж прольоту та 50,7% – поперек прольоту. На мінімально допустимому рівні значимості $\alpha = 0,01$ не суперечать дослідним даним відповідно 82,6% та 64,2 % перевірених розподілів.

Виконана перевірка підтверджує можливість використання розподілу модуля випадкової величини (3.6) для імовірнісного опису вертикальних відхилень кранових колій від проектного положення. Незадовільну відповідність частини розподілів можна пояснити недостатньою кількістю результатів вимірювань. Підтвердженням цього можна вважати те, що розподіли (3.6) краще узгоджуються з гістограмами перепадів висот вздовж кранових колій, при побудові яких використана удвічі більша кількість результатів вимірювань.

3.4 Висновки з розділу

1. Для обробки експериментальних даних використовувались методи математичної статистики. Аналіз виконувався на основі геодезичних зйомок, які протягом чотирьох років виконувалися у 18-ти прольотах машинобудівного заводу. За сформованими вибірками визначені числові характеристики та побудовані гістограми розподілу випадкових величин перепадів висот кранових рейок уздовж та поперек прольоту для кожного прольоту й року спостереження. Для подальшого аналізу сформовані зведені таблиці числових характеристик.

2. Так як перепади висот у обох випадках (вздовж та поперек прольоту) контролюються за абсолютними величинами, для їх опису обрано закон розподілу модуля випадкової величини. Можливість використання обраного закону розподілу підтверджується візуальним аналізом гістограм. Для остаточного підтвердження відповідності закону розподілу модуля випадкової величини до дослідних даних використаний критерій узгодженості Пірсона. Аналіз результатів

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		60

перевірки підтвердив можливість використання розподілу модуля випадкової величини.

3. Фактичні висотні відхилення кранових колій слід порівнювати з гранично допустимими відхиленнями при експлуатації мостових кранів. При геодезичних вимірюваннях на висоті викликають сумніви у точності окремих результатів. Раціональним рішенням для опису стану колій може бути використання узагальненого показника у вигляді імовірності виходу відхилень за гранично допустимі межі. Цей показник враховує не лише найбільші відхилення, але й усі інші результати спостережень і дозволяє проаналізувати розвиток відхилень за час експлуатації цеху.

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		61

Розділ 4

ЗМІНИ В ЧАСІ ПЕРЕПАДІВ ВИСОТ КРАНОВИХ КОЛІЙ

4.1 Попередній аналізу змін в часі перепадів висоти кранових рейок

Одним з важливих завдань у проведеній нами роботі є моніторинг інтенсивності змін у часі висотних перепадів кранових колій. Відхилення рейок від проектного положення є нормальним явищем, яке пояснюється результатом осідання основ та роботи мостових кранів, наслідком якої є деформація конструкцій.

Щоб проаналізувати швидкість розлагодження кранових колій необхідно описати зміни числовими значеннями і систематизувати їх за певною методикою, що буде наведена нижче.

Попередньо обчислені числові характеристики перепадів висот вздовж та поперек колон (таблиця 3.5 та 3.6 відповідно) такі як максимальне значення, середнє та стандартне відхилення дозволяють створення графіків, за якими простежується динаміка змін у часі. Прикладом слугують представлені на рис. 4.1 графіки перепадів висот головок кранових рейок вздовж та поперек колон відповідно, побудовані на основі числових характеристик (**Max**, **M**, **S**) прольоту головного корпусу в осях Д-Е. Такі графіки виконані для кожного обраного прольоту та наведені в додатку В.

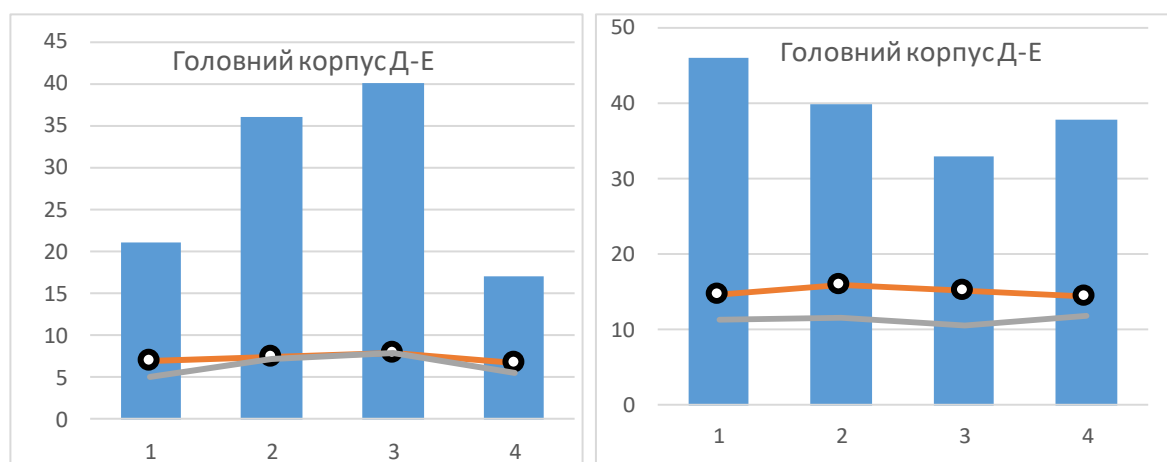


Рис. 4.1 – Графіки зміни перепадів у часі, поперек та вздовж колон

На наведених графіках зображені три характеристики:

- максимальні перепади **Max** зображені у формі гістограм;
- середні значення перепадів **M** зображені суцільними лініями з маркерами;
- стандарти перепадів **S** зображені суцільними лініями без маркерів.

Графіки змін в часі мають різний вигляд, проте характерним для більшості з них є тенденція до росту від першого до третього року включно та різкий спад на четвертий рік. Поясненням цьому явищу є виконана в цей період рихтовка кранових колій.

Для прогнозування розвитку вертикальних відхилень кранових рейок від проектного положення необхідно встановити осереднені швидкості зростання середніх та максимальних спостережених перепадів висот. Так як точно невідомо, коли відбувалась повна або локальна рихтовка, критерієм для визначення часу її проведення є різкий перепад, що визначається візуально за побудованими графіками. Різкі перепади внаслідок рихтовки виключаються із аналізу швидкості розладки колій.

4.2 Швидкість наростання перепадів висот кранових колій вздовж прольоту

Для числового опису швидкості змін, за зовнішнім виглядом графіка, обираються точки в яких відбувалось наростання відхилень (як правило перші три точки). За ними у середовищі Microsoft Excel проводиться розрахунок нахилу характеристик за допомогою функції НАКЛОН. Отримані значення занесені у таблицю 4.1 для кожної характеристики у колонці «Ріст».

У випадку наявності перепадів у графіках, виникають підозри про виконану рихтовку. В цьому разі розраховується зменшення характеристики, що визначається як різниця між значеннями, де відхилення зростає, та значенням при якому відбувався різкий спад. Результати розрахунків занесені в таблицю 4.1 для кожної характеристики у колонці під назвою «Спад». Останні рядки таблиці містять найменші, найбільші та середні значення наведених характеристик.

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
						63
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1

Зміни в часі характеристик перепадів висоти кранових рейок вздовж прольоту

№	Проліт	Максимальне відхилення		Середнє відхилення		Стандартне відхилення	
		Ріст	Спад	Ріст	Спад	Ріст	Спад
1	Головний корпус 1-6	4,00	6,00	1,13	1,45	1,03	2,66
2	Головний корпус А-Б	-1,50	9,00	0,22	2,53	0,15	2,89
3	Головний корпус Б-В	2,50	3,00	1,65	3,03	0,59	1,78
4	Головний корпус В-Г	4,50	15,00	-0,24	1,77	1,05	3,97
5	Головний корпус Г-Д	0,00	34,00	-1,44	2,30	-0,71	6,47
6	Головний корпус Д-Е	9,50	23,00	0,44	1,13	1,38	2,42
7	Головний корпус Е-Ж	0,20	-1,00	0,21	-2,30	0,11	-0,85
8	Головний корпус Ж-И	7,50	-10,00	0,79	-0,94	1,29	-1,90
9	Головний корпус И-К	1,20	-4,00	0,11	-0,10	0,63	-0,95
10	Блок цехів А-Б	-1,50	3,00	0,32	0,94	0,19	1,61
11	Блок цехів Б-В	11,00	30,00	1,44	3,88	1,32	5,01
12	КДЦ А-Б	0,90	-4,00	1,20	1,08	0,65	-0,88
13	КДЦ Б-В	0	4,00	1,03	2,88	0,10	1,88
14	КДЦ В-Г	-3,50	7,00	0,14	4,77	-1,43	2,66
15	СГП-1 40-41	-0,50	2,00	0,65	-0,36	0,11	-0,15
16	СГП-2 А-Б	-1,50	1	-0,29	0,73	-0,71	0,65
17	СГП-3 Б-В	5,00	6,00	-0,73	-0,90	1,34	-0,15
18	Склад металу	6,00	-7,00	1,64	-0,65	1,19	-0,76
	Мінімум	-3,50	-10,00	-1,44	-2,30	-1,43	-1,90
	Максимум	11,00	34,00	1,65	4,77	1,38	6,47
	Середнє	2,43	6,50	0,46	1,18	0,46	1,46

За даними таблиці 4.1 побудовані діаграми, які дозволяють візуально проаналізувати прирости максимальних та середніх значень, а також стандартів вертикальних відхилень кранових колій від проектного положення.

З рисунків 4.2...4.4 видно, що річні прирости максимальних і середніх перепадів висоти кранових рейок уздовж прольоту та стандартів цих перепадів загалом досить хаотично змінюються від прольоту до прольоту. Більшість приростів є додатними, що вказує на наростання розладки кранових колій у вертикальному напрямку. Згідно з рисунком 4.3, найвища середня швидкість розладки становить 1,65 мм/рік в прольоті Б–В головного корпусу. В окремих випадках швидкість розладки може сягати 11,0 мм/рік, як це вказано на рисунку 4.2 для прольоту Б–В блоку цехів.

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		64



Рис. 4.2 – Швидкість зростання максимальних перепадів висот головок кранових рейок уздовж прольоту

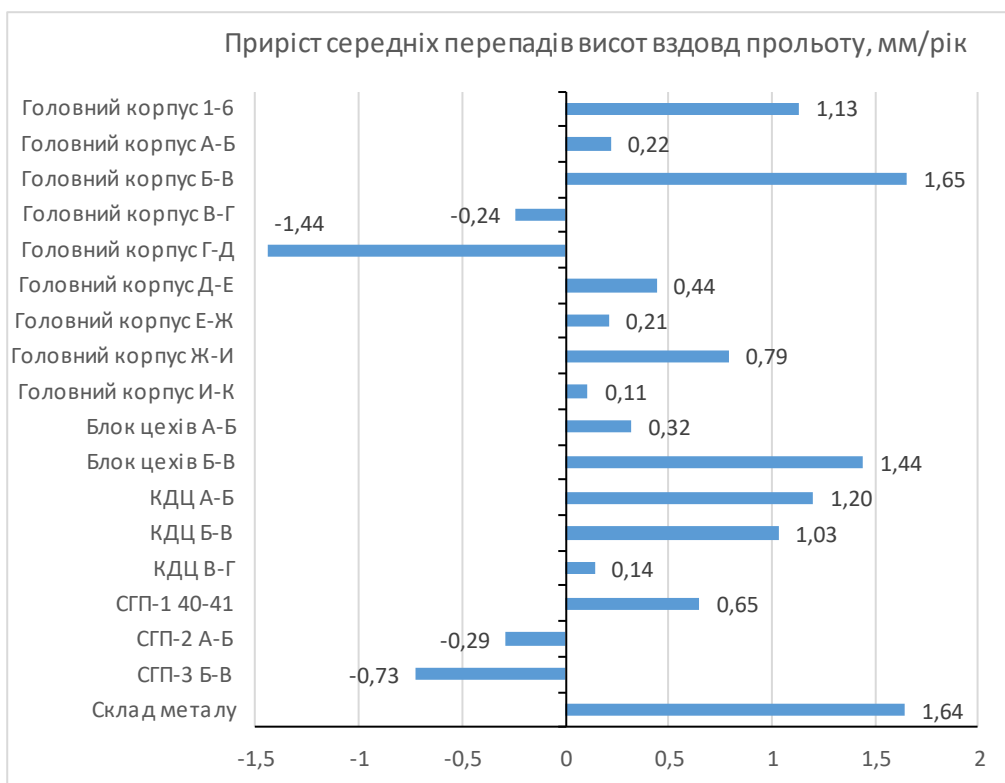


Рис. 4.3 – Швидкість зростання середніх значень перепадів висот головок кранових рейок уздовж прольоту

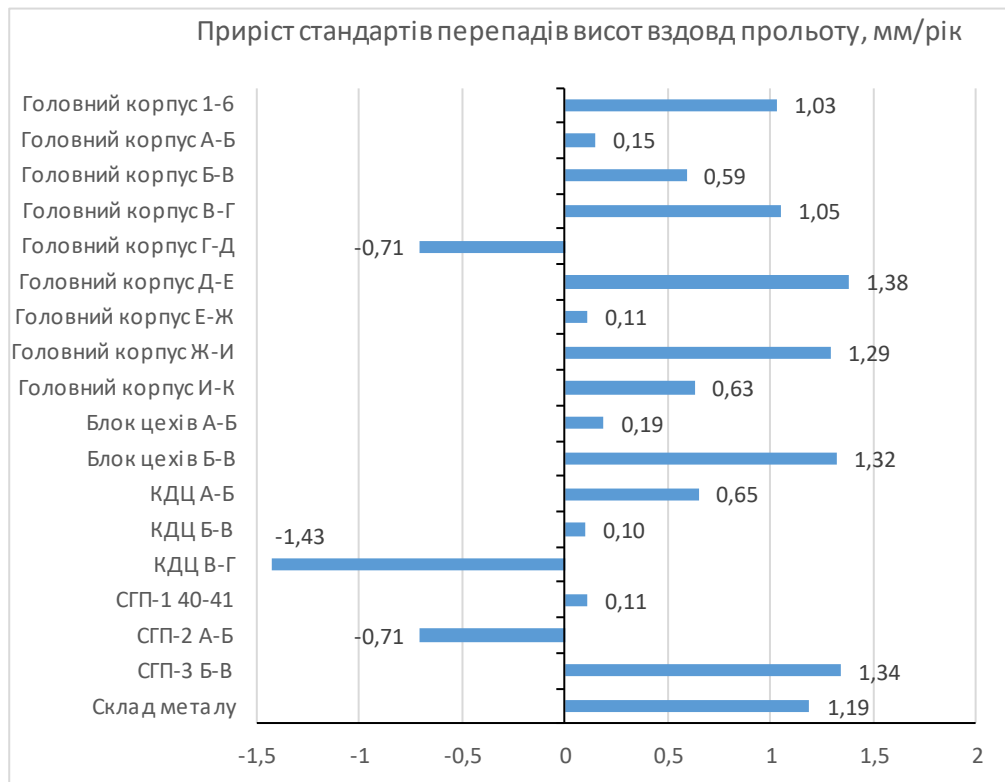


Рис. 4.4 – Швидкість зростання стандартів перепадів висот головок кранових рейок уздовж прольоту

Порівняння рисунків 4.2...4.4 не дозволяє виявити ніяких закономірностей у швидкості зростання розладки кранових колій залежно від цеху та прольоту. Відсутність зв'язку між швидкостями зростання середніх та максимальних перепадів висоти, а також стандартів висотних відхилень підтверджується також рисунком 4.5, побудованим за даними таблиці 4.1.

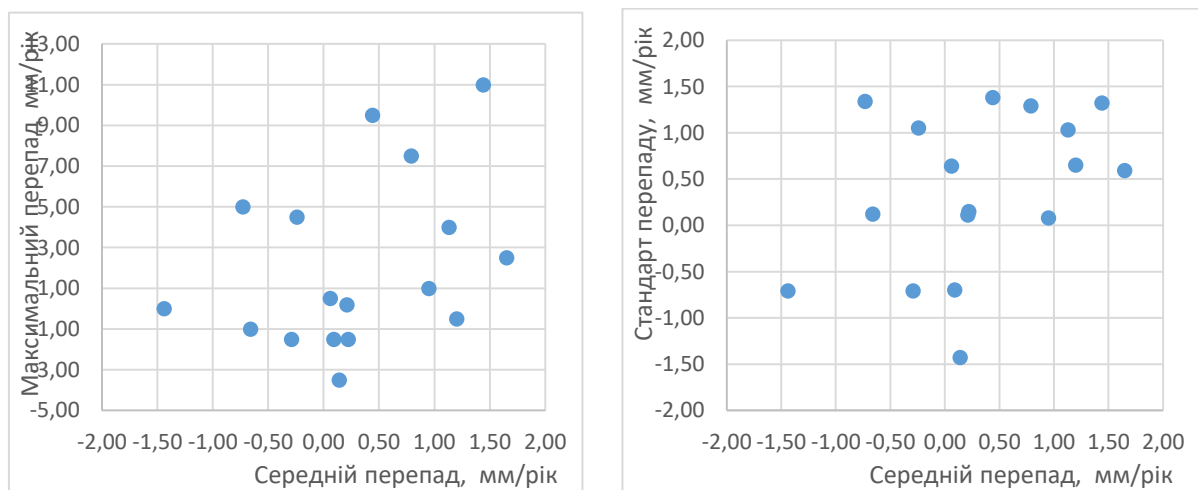


Рис. 4.5 – Зв'язок між швидкостями зростання характеристик перепадів висот головок кранових рейок уздовж прольоту

Проведений аналіз вказує на випадковий характер розвитку в часі вертикальних відхилень кранових колій від проектного положення. Очевидно, що виявлені швидкості розлагодження кранових колій неможливо узагальнити за прольотами та цехами. При прогнозуванні загальної швидкості розлагодження можна використати лише середні та максимальні значення, вказані в останніх рядках таблиці 4.1.

4.3 Швидкість наростання перепадів висот кранових колій поперек прольоту

Розрахунок швидкості наростання для висотних перепадів кранових колій поперек прольоту є аналогічним до наведеного вище розрахунку швидкості перепадів вздовж колій. У середовищі Microsoft Excel розраховується нахил характеристик за допомогою функції НАКЛОН. При наявних перепадах у графіках, обчислюється зменшення характеристики, що є різницею між значенням зростання відхилення та значенням різкого спаду. Результати нахилу та різниці прораховані для максимального, середнього та стандартного відхилень. Вони занесені до таблиці 4.2 під іменами «Ріст» та «Спад». Останні рядки наводять мінімальне, максимальне та середнє значення отриманих характеристик. Різниця у розрахунку швидкостей наростання висот вздовж прольоту та поперек, полягають у відмінності значень максимального, середнього та стандартного відхилення.

Таблиця 4.2

Зміни в часі характеристик перепадів висоти кранових рейок поперек прольоту

№	Проліт	Максимальне відхилення		Середнє відхилення		Стандартне відхилення	
		Ріст	Спад	Ріст	Спад	Ріст	Спад
1	Головний корпус 1-6	-1,00	2,00	1,72	-1,12	0,05	0,40
2	Головний корпус А-Б	-4,00	13,00	-0,27	3,27	-1,83	3,38
3	Головний корпус Б-В	-1,40	2,00	-0,61	2,01	-0,78	1,31
4	Головний корпус В-Г	2,00	13,00	2,74	5,25	-0,23	2,61
5	Головний корпус Г-Д	-10,5	26,00	-1,12	11,08	-1,88	8,49

№	Проліт	Максимальне відхилення		Середнє відхилення		Стандартне відхилення	
		Ріст	Спад	Ріст	Спад	Ріст	Спад
6	Головний корпус Д-Е	-3,10	-5,00	-0,23	0,85	0,11	-1,49
7	Головний корпус Е-Ж	5,50	17,00	2,83	8,85	1,47	4,37
8	Головний корпус Ж-И	5,00	10,00	0,31	1,47	0,23	0,43
9	Головний корпус И-К	9,50	10,00	2,61	3,35	3,22	3,36
10	Блок цехів А-Б	-1,00	14,00	-0,26	2,24	-0,37	3,15
11	Блок цехів Б-В	4,00	17,00	3,63	4,68	1,38	2,97
12	КДЦ А-Б	0,80	-8,00	0,12	0,73	0,14	-2,07
13	КДЦ Б-В	-7,50	7,00	-1,29	4,16	-4,70	1,22
14	КДЦ В-Г	6,50	17,00	2,96	8,08	0,71	3,74
15	СГП-1 40-41	4,50	-7,00	0,30	13,70	0,52	9,27
16	СГП-2 А-Б	-1,00	6,00	-0,54	0,07	-0,81	0,54
17	СГП-3 Б-В	0	9,00	1,38	2,94	0,79	2,63
18	Склад металу	9,50	-3,00	5,66	20,29	1,57	9,40
	Мінімум	-10,5	-8,00	-1,29	-1,12	-4,70	-2,07
	Максимум	9,50	26,00	5,66	20,29	3,22	9,40
	Середнє	0,99	7,78	1,11	5,11	-0,02	2,98

При аналізі графіків та при обранні точок зростання, як було сказано раніше, зазвичай трапляються графіки зі зростанням на перших трьох точках та спадом на четвертій, проте це не єдиний вигляд якого вони можуть набувати.

Для прикладу наведені графіки на рис. 4.6...4.8 з описом їх особливостей.

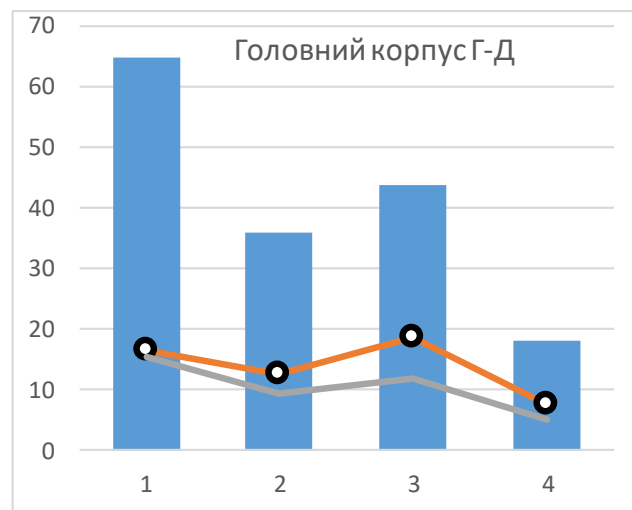


Рис. 4.6 – Різкий спад відхилень, який свідчить про виконану на другому році вимірювань рихтовку.

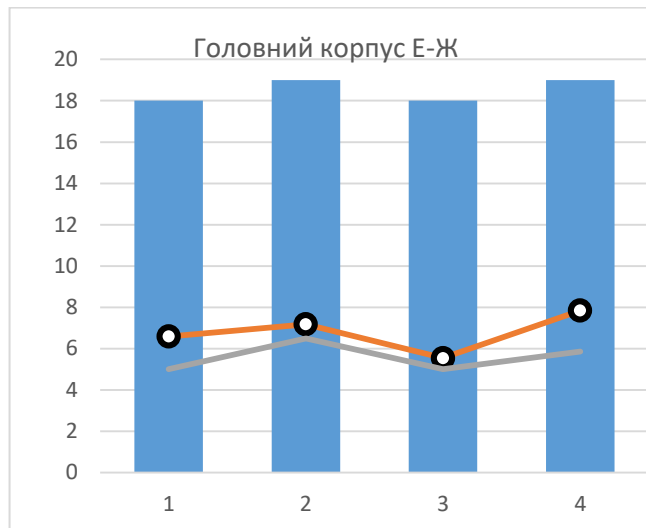


Рис. 4.7 – Невеликий спад та підйом, що може вказувати на локальну рихтовку колій

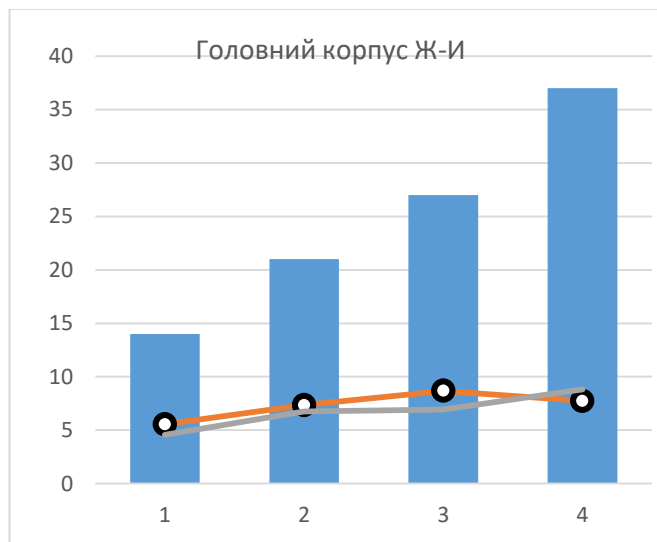


Рис. 4.8 – Рівномірне зростання, що вказує на поступове збільшення відхилень колій та відсутність рихтовки

Дані таблиці 4.2 дозволяють побудувати діаграми, за якими можна візуально проаналізувати приріст максимальних і середніх значень, та стандартів вертикальних відхилень кранових колій поперек прольоту.



Рис. 4.9 – Швидкість зростання максимальних перепадів висот головок кранових рейок поперек прольоту

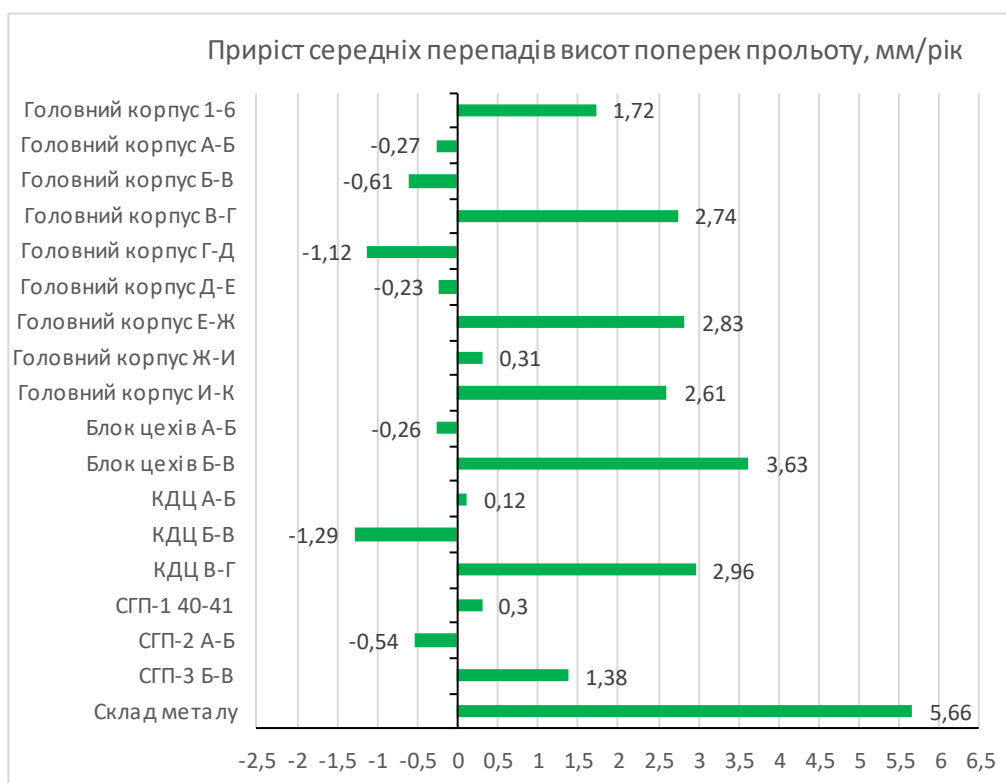


Рис. 4.10 – Швидкість зростання середніх значень перепадів висот головок кранових рейок поперек прольоту

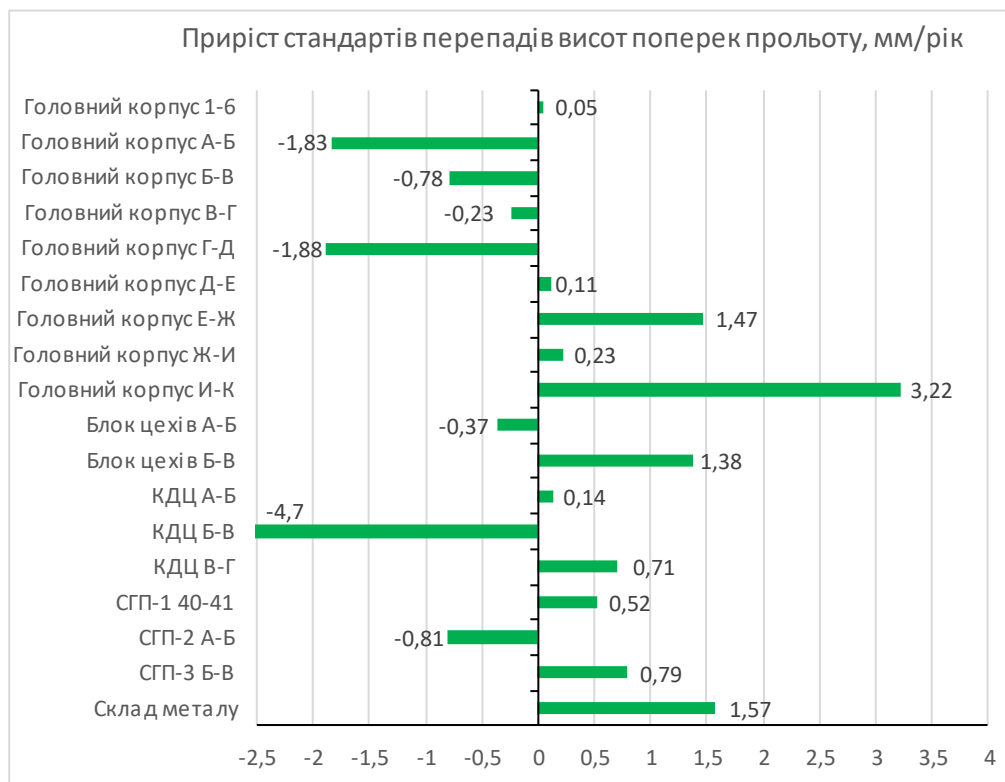


Рис. 4.11 – Швидкість зростання стандартів перепадів висот головок кранових рейок поперек прольоту

Як і для перепадів вздовж прольоту, можна сказати про хаотичність зміни річних приростів максимальних і середніх перепадів висоти а також їх стандартів поперек прольоту, що видно за рисунками 4.9...4.11. Більшість додатних приростів також вказує на зростання розладки колій. За рисунком 4.10, можна судити, що найвища середня швидкість розладки дорівнює 5,66 мм/рік для складу листового металу. Найбільша швидкість розладки сягає -10,5 мм/рік для для прольоту Г-Д головного корпусу, що зображено на рисунку 4.9.

Порівняльний аналіз приведених діаграм на рисунках 4.9..4.11 не дозволив виявити закономірностей у швидкості зростання розладки кранових колій у залежності від цеху та прольоту. Графіки рисунка 4.12 вказують на слабку залежність між середніми та максимальними перепадами висоти, а також між середніми значеннями та стандартами перепадів висоти кранових колій поперек прольоту, але сильна розмитість цих графіків не дозволяє використати їх для прогнозування максимальних перепадів через середні.

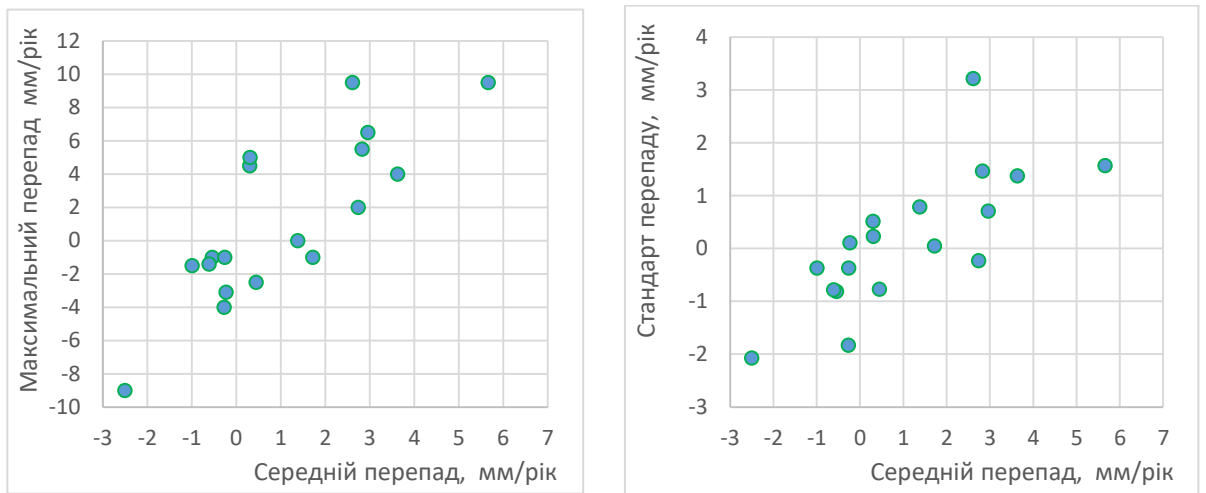


Рис. 4.12 – Зв'язок між швидкостями зростання характеристик перепадів висот головок кранових рейок поперек прольоту

Як і при аналізі швидкостей поздовжніх відхилень, проведений аналіз для відхилень поперек прольоту також вказує на випадковий характер розвитку їх розвитку. Неможливість узагальнення виявлених швидкостей розлагодження кранових колій за прольотами та цехами, залишає для прогнозування швидкостей лише використання середніх та максимальних значень, що вказані в останніх рядках таблиці 4.2.

4.4 Планування періодичності рихтовок кранових колій за прогнозом розвитку вертикальних відхилень від проектного положення

Виявлені річні прирости перепадів висот кранових рейок по суті відображають швидкості розладки кранових колій і можуть бути використані для наближеного прогнозування необхідної періодичності рихтування кранових колій. Результати такого прогнозування наведені в таблиці 4.3. Вихідними даними є швидкості приросту найбільших перепадів висот уздовж і впоперек досліджених прольотів, названі в таблиці швидкостями розладки колій. В таблиці 4.3 наведені найбільші з досліджених цехів та осереднені по усіх цехах додатні прирости перепадів висот. З таблиць 4.1 і 4.2 видно, що найбільший приріст перепадів висот уздовж прольоту 11,0 мм/рік спостерігаються в прольоті Б-В блоку цехів, а

найбільший перепад висот головок кранових рейок поперек прольоту 9,5 мм – в прольоті І-К головного корпусу.

Таблиця 4.3

Прогнозування необхідної періодичності рихтування кранових колій

Перепади висот кранових рейок	Швидкість розладки, мм/рік	Залишковий допуск, мм	Міжремонтний період, роки
Перепад уздовж прольоту Б-В блоку цехів	11,0	5	0,5
Середній перепад уздовж прольоту	4,2	5	1,2
Перепад поперек прольоту І-К головного корпусу	10,5	25	2,4
Середній перепад поперек прольоту	5,2	25	4,8

У першому розділі в таблиці 1.1 за даними норм [7,8] вказано, що при монтажі допускає перепади висоти головок кранових рейок впоперек прольоту, рівний 15 мм, а при експлуатації – 40 мм. Тоді в процесі експлуатації допускається зростання цього перепаду на $40 - 15 = 25$ мм, що вказано в таблиці 4.3 як залишковий допуск. Згідно з таблицею 1.1, як при монтажі, так і в процесі експлуатації допускаються однакові перепади висот головок кранових рейок уздовж прольоту, рівні 10 мм. З метою прогнозування приймемо більш точну установку підкранових балок при монтажі або при черговому рихтуванні, яка забезпечить відхилення в межах 5 мм. Тоді залишковий допуск перепаду висот кранових рейок буде становити 5 мм.

Міжремонтні періоди визначені шляхом ділення залишкового допуску на річний приріст відповідного перепаду висот. Наведені в останньому стовпці таблиці 4.3 значення міжремонтних періодів за критерієм перепаду висот головок кранових рейок уздовж прольоту становлять 1,2 року в середньому по обстежених цехах та 0,5 року для цеху з найбільшою швидкістю розладки кранових колій. Міжремонтні періоди за критерієм перепаду висот головок кранових рейок впоперек прольоту становлять 4,8 року в середньому по обстежених цехах та 2,6 року для цеху з найбільшою швидкістю розладки.

Отримані результати показують, що геодезичні зйомки висотного положення кранових колій слід виконувати щорічно. За результатами виконаних вимірювань можливе щорічне рихтування підкранових балок за висотою вздовж одного ряду колон. Необхідність вирівнювання відміток головок кранових рейок на протилежних рядах колон може виникнути один раз на 2...5 років.

4.5 Висновки з розділу

1. Для аналізу змін числових характеристик у часі побудовано графіки зміни максимальних відхилень, середніх значень та стандартних відхилень протягом чотирьох років вимірювання. Вони мають різний вигляд, проте візуальний аналіз показав, що характерним для них є тенденція до зростання протягом перших трьох років та різкого спаду на четвертому році вимірювань, що є наслідком виконаної рихтовки кранових колій. Графіки, виконані для кожного з 18-ти прольотів, дозволяють прослідкувати за динамікою змін характеристик розладки кранових колій у часі протягом 4 років спостережень.

2. За допомогою побудованих графіків був проведений числовий опис змін у часі характеристик висотних перепадів. Розрахунки виконані для висотних перепадів вздовж та поперек прольоту та узагальнені в двох таблицях відповідно. За даними таблиць побудовані діаграми, що дозволяють проаналізувати річні прирости стандартів, максимальних та середніх значень вертикальних відхилень. У ході аналізу не було виявлено ніяких залежностей швидкості зростання розладки від цеху та прольоту, що вказує на випадковий характер відхилень від проектного положення.

3. Аналіз найбільших швидкостей приросту перепадів висот кранових колій вздовж та поперек прольотів дозволив орієнтовно спрогнозувати необхідні періодичності рихтовки колій. Значення міжремонтних періодів за критерієм перепаду висот головок кранових рейок уздовж прольоту становлять 1,2 року в середньому по обстежених цехах та 0,5 року для цеху з найбільшою швидкістю розладки кранових колій. Міжремонтні періоди за критерієм перепаду висот

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		74

головок кранових рейок впоперек прольоту становлять 4,8 року в середньому по обстежених цехах та 2,6 року для цеху з найбільшою швидкістю розладки.

4. Результати досліджень показали, що геодезичні зйомки висотного положення кранових колій слід виконувати щорічно. Залежно від отриманих результатів вимірювань, можливе щорічне рихтування підкранових балок за висотою вздовж одного ряду колон. Вирівнювання відміток головок кранових рейок на протилежних рядах колон слід виконувати один раз на 2...5 років.

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		75

ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Проведені у роботі дослідження та аналіз технічного стану колій мостових кранів за критерієм вертикальних відхилень від проєктного положення дозволяють зробити такі висновки:

1. У ході роботи було проаналізовано науково-технічні звіти, в яких наведено дані геодезичних вимірювань відхилень кранових рейок від проєктного положення. Вимірювання виконувались у різних цехах колісного заводу м. Кременчук протягом чотирьох років. Для аналізу було обрано 18 прольотів з достатньо повними даними.

2. На основі геодезичних вимірювань наведених у звітах за 1981 – 1984 роки, в середовищі Microsoft Excel було створено електронну базу даних, що включає в себе визначені під час вимірювань умовні позначки кранових рейок. За умовними позначками були розраховані перепади висот уздовж та поперек колон.

3. Наведені дані мають достатньо великий обсяг і тому аналізувались методами математичної статистики. Так як за своєю природою отримані дані є випадковими величинами, вони описуються числовими характеристиками та законом розподілу. За розрахованими відхиленнями вздовж та поперек прольоту було створено вибірки, за якими визначено та узагальнено числові характеристики для кожного окремого прольоту.

4. Для імовірнісного опису був обраний закон розподілу модуля випадкової величини. Підтвердженням можливості використання обраного закону стали побудовані для кожного прольоту гістограми розподілу, що дозволяє візуально оцінити правильність вибору та проведена перевірка узгодженості за критерієм Пірсона.

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		76

5. За числовими характеристиками та допустимими відхиленнями було обчислено імовірності виходу відхилень за допустимі межі для кожного з обстежених прольотів та кожного року спостереження. Імовірності перевищення гранично допустимих перепадів висоти кранових рейок поперек прольоту зазвичай не перевищують 0,09, що вказує на практичну неможливість таких пошкоджень кранових колій. Імовірності перевищення гранично допустимих перепадів висоти кранових рейок вздовж прольоту змінюються в межах 0,02...0,44. Це вказує на значну кількість істотних перепадів висоти кранових рейок вздовж прольоту.

6. За графіками зміни числових характеристик протягом чотирьох років вимірювань встановлено, що характерним є наростання відхилень протягом перших трьох років вимірювань та різкий спад на четвертому внаслідок виконаної рихтовки кранових колій. Отримані графіки дозволили визначити числові характеристики швидкості зростання перепадів висот головок кранових рейок вздовж та поперек прольотів. Аналіз узагальнених таблиць швидкості зростання перепадів висот кранових рейок не дозволив виявити закономірні залежності від прольоту.

7. Отримані узагальнені дані швидкості розладки кранових колій та наведені у нормах допуски дозволили здійснити орієнтовне прогнозування необхідної періодичності рихтовки кранових колій. Результати роботи показали необхідність щорічної геодезичної зйомки та висотного рихтування колій вздовж колон одного ряду колон за результатами вимірювань. Для колон протилежних рядів необхідність рихтування може виникнути лише раз на 2...5 років.

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		77

CONCLUSIONS RESULTS OF RESEARCH

The research carried out in this paper and the analysis of the technical condition of the tracks of overhead cranes according to the criterion of vertical deviations from the design position allow us to draw the following conclusions:

1. In the course of the work, scientific and technical reports were analyzed, which provide data on Geodetic measurements of deviations of crane rails from the design position. The measurements were carried out in various workshops of the Kremenchug Wheel Factory for four years. 18 spans with fairly complete data were selected for analysis.

2. Based on the Geodetic measurements given in the reports for 1981-1984, an electronic database was created in Microsoft Excel, which includes the conventional marks of crane rails determined during measurements. Height differences along and across the columns were calculated using conventional symbols.

3. The presented data have a fairly large volume and therefore were analyzed by mathematical statistics methods. Since the data obtained are inherently random variables, they are described by numerical characteristics and the distribution law. Based on the calculated deviations along and across the span, samples were created, from which numerical characteristics were determined and generalized for each individual span.

4. The law of distribution of the modulus of a random variable was chosen for the probabilistic description. The possibility of using the selected law was confirmed by the distribution histograms constructed for each span, which allows you to visually assess the correctness of the choice and check the consistency according to the Pearson criterion.

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
						78
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

5. Based on numerical characteristics and permissible deviations, the probabilities of deviations exceeding the permissible limits for each of the surveyed spans and each year of observation were calculated. The probability of exceeding the maximum permissible height differences of crane rails across the span usually does not exceed 0.09, which indicates the practical impossibility of such damage to crane tracks. The probability of exceeding the maximum permissible differences in the height of crane rails along the span varies between 0.02...0.44. this indicates a significant number of significant differences in the height of crane rails along the span.

6. According to the graphs of changes in numerical characteristics during four years of measurement, it is established that it is characteristic to increase deviations during the first three years of measurement and a sharp decline in the fourth due to the straightening of crane tracks performed. The obtained graphs made it possible to determine the numerical characteristics of the growth rate of differences in the height of crane rail heads along and across the spans. The analysis of generalized tables of the growth rate of height differences of crane rails did not allow us to identify regular dependencies on the span.

7. The obtained generalized data on the rate of breaking of crane tracks and the tolerances given in the standards made it possible to carry out an approximate forecast of the required frequency of straightening of crane tracks. The results of the work showed the need for annual Geodetic Survey and high-altitude straightening of tracks along the columns of one row of columns according to the results of measurements for columns of opposite rows, the need for straightening can occur only once every 2...5 years.

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
						79
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: Учебник для вузов. 10-е изд., стер. М.: Высшая школа, 2006. 575 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. – К.: Мінбуд України, 2006. – 51 с.
3. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. – Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012.
4. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. К.. Мінрегіон України 2018.
5. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. Київ. Мінрегіонбуд України, 2014.
6. ДСТУ Б В. 2.6-200:2014. Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу. К.: Мінрегіонбуд України, 2014. 74 с
7. Клименко Ф. Є., Барабаш В. М., Стороженко Л. І. Металеві конструкції / За ред. Ф. Є. Клименка: Підручник – 2-ге вид, випр і доп – Львів: Світ, 2002. – 312 с.
8. Курс лекцій із дисципліни «Металеві конструкції» для студентів підготовки бакалаврів спеціальності 0901 «Будівництво та цивільна інженерія». Частина 3 «Елементи сталевих каркасів ОББ» – Полтава: ПолтНТУ, 2018. – 67 с. URL: <http://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PolNTU/5163/1/%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0%203-27.07.2018-3a.pdf> (дата звернення 23.09.21)
9. Магістерська робота : метод. рекомендації для здобувачів освіти спеціальностей :192 - Будівництво та цивільна інженерія, 133 - Галузеве машинобудування / [уклад. : В. А. Пашинський, В. А. Настоящий] ; М-во

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		80

освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. будівельних, дорожніх машин і будівництва. - Кропивницький : ЦНТУ, 2021. - 33 с.

10. Мазикіна О.Б. Підвищення точності та оперативності геодезичного контролю при експлуатації мостових кранів і підкранових колій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.24.01. Київ, 2000. URL: <http://tekhnosfera.com/povyshenie-tochnosti-i-operativnosti-geodezicheskogo-kontrolya-pri-ekspluatatsii-mostovyh-kranov-i-podkranovyh-putey> автореферат.
11. Металлические конструкции: учебник для студ. высш. учеб. заведений / [Ю. И. Кудишин, Е. И. Беленя, В. С. Игнатьева и др.]; под ред. Ю. И. Кудишина. – 10-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 688 с.
12. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / Перельмутер А.В., Гордеев В.Н., Лантух-Лашенко А.И. , Махинько А.В., Пашинский В.А., Пичугин С.Ф. 4-е изд., перераб. М.: Изд. СКАД СОФТ, изд. АСВ, изд. ДЩМК Пресс, 2014. 596 с.
13. НПАОП 0.00-1.80-18. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання. Затверджено наказом Міністерства соціальної політики України 19.01.18. № 62. 214 с.
14. Отчёт по научно-исследовательской работе на тему «Исследование технического состояния и надежности стальных несущих конструкций цехов колесного завода» : Т. 2 : Полтава : Полтавский инженерно-строительный институт, 1981 г. – 83 с.
15. Отчёт по научно-исследовательской работе на тему «Исследование технического состояния и надежности стальных несущих конструкций цехов колесного завода» : Т. 3 : Полтава : Полтавский инженерно-строительный институт, 1982 г. – 75 с.
16. Отчёт по научно-исследовательской работе на тему «Исследование технического состояния и надежности стальных несущих конструкций

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		81

цехов колесного завода» : Т. 4 : Полтава : Полтавский инженерно-строительный институт, 1984 г. – 31 с.

17. Пашинський В.А. Статистичний аналіз результатів геодезичних зйомок колій мостових кранів у виробничих будівлях / Пашинський В.А., Тихий А.А., Пашинський М.В., Пічугін С.Ф. // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – ОДАБА, 2020. – Випуск 81. – с. 87 – 97.
18. Пашинський В.А. Основи теорії надійності будівель і споруд. Навчальний посібник для студентів будівельних спеціальностей усіх форм навчання. – Кропивницький: ЦНТУ, 2016. – 155 с.
19. Пичугин С.Ф. Крановые нагрузки на строительные конструкции: монография. Полтава: ООО «АСМИ», 2014. 504 с.
20. Пічугін С. Ф. Розрахунок надійності будівельних конструкцій – Reliability Calculation of Building Structures [Текст] : монографія / С. Ф. Пічугін. – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2016. – 520 с.
21. Повышение долговечности конструкций промышленных зданий / Кикин А.И., Васильев А.А., Кошутин Б.Н., Уваров Б.Ю., Вольберг Ю.Л. 2-е изд. М.: Стройиздат, 1984. 302 с.
22. Розбивка й вивірка підкранових колій. URL: <https://injazashita.com/rozbivka-ie-vivuirka-puidkranovix-koluiie.html>. (дата звернення 23.09.21)
23. Смірнова О., Кльось С., Тритяк В. Дослідження геометричних параметрів підкранових колій з використанням електронного тахеометра. URL: <https://openreviewhub.org/geoterrace/paper/doslidzhennya-geometricnih-parametriv-pidkranovih-kolii-z-vikoristannyam>.
24. Статистичні методи в інженерних дослідженнях. Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти з інженерних спеціальностей. / В.А. Пашинський: – Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – 106 с.
25. Шеховцов Г. А. Геодезические работы при экспертизе промышленной безопасности зданий и сооружений: монография. Изд. 2, перераб. и доп. / Г. А. Шеховцов, Р. П. Шеховцова – Н.Новгород: Нижегород. гос. архит.-

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		82

строит. ун-т,– 2014,–177 с. URL: <https://bibl.nngasu.ru/electronicresources/uchmetod/geodesy/855448.pdf> (дата звернення 23.09.21)

26. Шеховцов, Г.А. Современные методы геодезического контроля ходовой части и путей мостовых кранов [Текст]: монография. 2-е изд., переработанное и дополненное / Г.А. Шеховцов; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т.— Н.Новгород: ННГАСУ, 2018. – 185 с. URL: https://bibl.nngasu.ru/electronicresources/uchmetod/handling_equipment/869399.pdf (дата звернення 23.09.21)
27. Шор Я.Б. Статистические методы анализа и контроля качества и надежности. М.: Советское радио, 1962. 552 с.

					КМЗ 1619204 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		83

ДОДАТОК А

БАЗА ДАНИХ З РЕЗУЛЬТАТАМИ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ

Блок цехів А-Б

Блок цехів, осі А-Б1981 р.

Осі	Вздовж				Поперек				ΔLi
	НА	НБ	DA	DB	ΔНА	ΔНБ	ΔНП	DB	
4									
5	34	28	0	0			6	22536	36
6	33	25	4	0	1	3	8	22535	39
7	39	14	-2	0	6	11	25	22534	32
8	35	20	-4	-10	4	6	15	22533	19
9	26	17	2	-6	9	3	9	22533	29
10	30	12	-2	-3	4	5	18	22532	27
11	31	5	-4	-2	1	7	26	22531	25
12	32	0	-3	-5	1	5	32	22530	22
13	28	6	-6	2	4	6	22	22529	25
14	24	10	-17	3	4	4	14	22528	14
15	19	17	-24	10	5	7	2	22527	13
16	21	8	-22	1	2	9	13	22526	5
17	30	21	-22	1	9	13	9	22526	5
18	27	23	-28	12	3	2	4	22525	9
19	23	28	-36	16	4	5	5	22524	4
20	30	29	-33	12	7	1	1	22523	2
21	32	29	-29	12	2	0	3	22522	5
22	34	38	-22	25	2	9	4	22521	24
23	33	36	-22	23	1	2	3	22520	21
24	41	32	-13	14	8	4	9	22519	20
25	46	42	-10	10	5	10	4	22519	19
26	41	33	-7	1	5	9	8	22518	12
27	39	51	-3	0	2	18	12	22517	14
28	44	56	0	0	5	5	12	22516	16

N	23	23	24	46	24
Min	1	0	1	0	2
Max	9	18	32	18	39
M	4,09	6,26	11,00	5,17	18,21
S	2,48	4,18	8,37	3,57	10,37

Блок цехів, осі А-Б1982 р.

Осі	Вздовж				Поперек				ΔLi
	НА	НБ	DA	DB	ΔНА	ΔНБ	ΔНП	DB	
13									
14	14	4	0	0			10	22518	18
15	10	2	-2	1	4	2	8	22517	16
16	9	0	-3	-1	1	2	9	22517	13
17	18	-4	0	-10	9	4	22	22516	6
18	8	-4	0	-9	10	0	12	22516	7
19	6	4	-3	-4	2	8	2	22515	8
20	8	-6	-7	2	2	10	14	22515	10
21	12	-9	0	-2	4	3	21	22514	12
22	18	-8	4	-4	6	1	26	22513	13
23	10	0	5	-2	8	8	10	22513	16
24	10	2	3	-7	0	2	8	22512	8
25	10	8	3	1	0	6	2	22512	16
26	17	9	7	1	7	1	8	22511	19
27	8	0	3	4	9	9	8	22510	17
28	10	8	4	3	2	8	2	22510	17
29	10	13	0	0	0	5	3	22509	9
30	10	9	0	-1	0	4	1	22509	8
31	14	9	-13	-4	4	0	5	22508	-9
32	7	7	-5	-4	7	2	0	22508	-2
33	12	8	13	-15	5	1	4	22507	5
34	15	5	11	-18	3	3	10	22506	-1
35	9	2	3	-8	6	3	7	22506	1
36	19	6	10	-9	10	4	13	22505	6
37	4	19	7	-9	15	13	15	22505	3
38	2	9	0	0	2	10	7	22504	4

N	24	24	25	48	25
Min	0	0	0	0	-9
Max	15	13	26	15	19
M	4,83	4,54	9,08	4,69	8,80
S	3,95	3,62	6,68	3,75	7,07

Блок цехів, осі А-Б1983 р.

Осі	Вздовж				Поперек				ΔLi
	НА	НБ	DA	DB	ΔНА	ΔНБ	ΔНП	DB	
13									
14	14	2	0	0			12	22518	18
15	10	0	-2	2	4	2	10	22517	17
16	9	-2	-4	1	1	2	11	22517	14
17	21	-7	1	-9	12	5	28	22516	8
18	10	-3	-2	-9	11	4	13	22516	5
19	7	5	-5	-4	3	8	2	22515	6
20	8	-3	-9	4	1	8	11	22515	10
21	13	-11	-2	0	5	8	24	22514	12
22	20	-10	8	-7	7	1	30	22513	14
23	14	0	6	2	6	10	14	22513	21
24	8	4	3	-2	6	4	4	22512	13
25	9	6	3	6	1	2	3	22512	21
26	19	11	8	4	10	5	8	22511	23
27	10	-1	4	6	9	12	11	22510	20
28	10	6	10	4	0	7	4	22510	24
29	10	16	0	0	0	10	6	22509	9
30	10	7	0	0	0	9	3	22509	9
31	12	8	-15	-1	2	1	4	22508	-8
32	5	6	-3	-5	7	2	1	22508	-1
33	12	8	14	-5	7	2	4	22507	16
34	18	5	15	-17	6	3	13	22506	4
35	9	0	0	-18	9	5	9	22506	-12
36	21	7	12	-10	12	7	14	22505	7
37	8	22	10	-12	13	15	14	22505	3
38	3	12	0	0	5	10	9	22504	4

N	24	24	25	48	25
Min	0	1	1	0	-12
Max	13	15	30	15	24
M	5,71	5,92	10,48	5,81	10,28
S	4,14	3,83	7,63	3,95	9,13

Блок цехів, осі А-Б1984 р.

Осі	Вздовж				Поперек				ΔLi
	НА	НБ	DA	DB	ΔНА	ΔНБ	ΔНП	DB	
13									
14									
15	5	15	0	0			10	22502	2
16	-1	10	-3	1	6	5	11	22502	0
17	-7	3	-5	2	6	7	10	22502	-1
18	-4	7	-7	5	3	4	11	22502	0
19	0	4	-5	1	4	3	4	22502	-2
20	-8	1	0	-3	8	3	9	22502	-1
21	-15	-2	-3	-7	7	3	13	22502	-8
22	-3	-7	-2	1	12	5	4	22502	1
23	1	-10	1	-5	4	3	11	22502	-2
24	7	0	3	-8	6	10	7	22502	-3
25	-1	-5	1	3	8	5	4	22502	6
26	3	4	3	6	4	9	1	22502	11
27	-3	-2	-1	-1	6	6	1	22502	0
28	0	3	5	-4	3	5	3	22502	3
29	1	-1	7	-10	1	4	2	22502	-1
30	5	-3	8	-12	4	2	8	22502	-2
31	4	-7	10	-15	1	4	11	22502	-3
32	10	-4	10	-5	6	3	14	22502	7
33	15	-1	8	-7	5	3	16	22502	3
34	18	6	7	-10	3	7	12	22502	-1
35	21	10	0	0	3	4	11	22502	2
36									
37									
38									

N	20	20	21	40	21
Min	1	2	1	1	-8
Max	12	10	16	12	11
M	5,00	4,75	8,24	4,88	0,52
S	2,60	2,12	4,48	2,34	4,03

N	20	20	21	40	21
Min	0	0	1	0	-7
Max	11	8	19	11	9
M	4,35	3,75	9,67	4,05	1,14
S	3,05	2,27	5,58	2,67	4,74

КДЦ А-Б

КДЦ, Осі А-Б 1981 р.

Вздовж										Поперек										
Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	ΔНА	ΔНБ	ΔНП	ДБ	ΔLi		Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	ΔНА	ΔНБ	ΔНП	ДБ	ΔLi
4	36	42	0	0				6	22506	6	4									
5	41	40	6	-7	5	2	1	22506	5	5										
6	35	39	11	-8	6	1	4	22506	9	6										
7	33	37	4	-6	2	2	4	22506	4	7										
8	34	34	-5	-3	1	3	0	22506	-2	8										
9	44	31	14	-16	10	3	13	22506	4	9										
10	35	34	15	-24	9	3	1	22506	-3	10										
11	30	30	34	-37	5	4	0	22506	3	11										
12	35	39	29	-28	5	9	4	22506	7	12										
13	40	33	24	-22	5	6	7	22506	8	13										
14	37	29	14	-24	3	4	8	22506	-4	14										
15	30	29	20	-28	7	0	1	22506	-2	15										
16	25	27	22	-27	5	2	2	22506	1	16										
17	29	30	22	-22	4	3	1	22506	6	17										
18	21	13	10	-11	8	17	8	22506	5	18										
19	16	0	17	-16	5	13	16	22506	7	19										
20	20	6	18	-14	4	6	14	22506	10	20										
21	16	15	14	-7	4	9	1	22506	13	21										
22	12	10	2	-5	4	5	2	22506	3	22										
23	15	10	0	0	3	0	5	22506	6	23										
24										24										
25										25										

N	19	19	20	38	20
Min	1	0	0	0	-4
Max	10	17	16	17	13
M	5,00	4,84	4,90	4,92	4,30
S	2,26	4,43	4,81	3,47	4,50

КДЦ, Осі А-Б 1982 р.

Вздовж										Поперек										
Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	ΔНА	ΔНБ	ΔНП	ДБ	ΔLi		Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	ΔНА	ΔНБ	ΔНП	ДБ	ΔLi
4		32	22	0	0			10	22493	-7	4		29	20	0	0			9	22493
5		16	18	2	-5	16	4	2	22492	-11	5		15	16	5	-6	14	4	1	22492
6		18	12	3	-6	2	6	6	22491	-12	6		23	12	5	-5	8	4	11	22491
7		12	6	-5	-1	6	6	6	22489	-17	7		10	2	-4	-1	13	10	8	22489
8		10	10	-6	11	2	4	0	22488	-7	8		9	14	-10	13	1	12	5	22488
9		0	-2	9	-1	10	12	2	22487	-5	9		0	-2	7	3	9	16	2	22487
10		-6	-11	11	-1	6	9	5	22486	-4	10		-4	-11	11	3	4	9	7	22486
11		-4	-11	15	16	2	0	7	22484	15	11		0	-8	17	18	4	3	8	22484
12		-15	-26	9	6	11	15	11	22483	-2	12		-15	-19	7	11	15	11	4	22483
13		-27	-26	2	13	12	0	1	22482	-3	13		-30	-30	8	14	15	11	0	22482
14		-33	-28	3	13	6	2	5	22481	-3	14		-35	-33	5	13	5	3	2	22481
15		-30	-33	3	13	3	5	3	22479	-5	15		-31	-34	6	12	4	1	3	22479
16		-32	-37	2	0	2	4	5	22478	-20	16		-29	-37	3	0	2	3	8	22478
17		-38	-31	0	0	6	6	7	22477	-23	17		-41		0	0	12			22477
18		-32	-25	0	0	6	6	7	22476	-24	18		-34	-26	0	0	7		8	22476
19		-24	-12	5	12	8	13	12	22474	-9	19		-24	-14	5	12	10	12	10	22474
20		-27	-16	10	16	3	4	11	22473	-1	20		-27	-19	12	18	3	5	8	22473
21		-22	-24	6	13	5	8	2	22472	-9	21		-24	-28	10	13	3	9	4	22472
22		-11	-14	10	10	11	10	3	22471	-9	22		-9	-14	14	12	15	14	5	22471
23		-11	-14	16	0	0	0	3	22469	-15	23		-10	-8	20	4	1	6	2	22469
24		-9	-16	7	4	2	2	7	22468	-21	24		-6	-16	17	4	4	8	10	22468
25		-11	-14	0	0	2	2	3	22467	-33	25		-9	-16	0	0	3	0	7	22467

N	21	21	22	42	22
Min	0	0	0	0	-33
Max	16	15	12	16	15
M	5,76	5,62	5,09	5,69	-10,2
S	4,22	4,67	3,52	4,40	10,2

КДЦ, Осі А-Б 1983 р.

Вздовж											Поперек										
Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	ΔНА	ΔНБ	ΔНП	ДБ	ΔLi		Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	ΔНА	ΔНБ	ΔНП	ДБ	ΔLi	
4		29	20	0	0			9	22493	13	4		29	20	0	0			9	22493	
5		15	16	5	-6	14	4	1	22492	13	5		15	16	5	-6	14	4	1	22492	
6		23	12	5	-5	8	4	11	22491	8	6		23	12	5	-5	8	4	11	22491	
7		10	2	-4	-1	13	10	8	22489	-13	7		10	2	-4	-1	13	10	8	22489	
8		9	14	-10	13	1	12	5	22488	-8	8		9	14	-10	13	1	12	5	22488	
9		0	-2	7	3	9	16	2	22487	-8	9		0	-2	7	3	9	16	2	22487	
10		-4	-11	11	3	4	9	7	22486	-14	10		-4	-11	11	3	4	9	7	22486	
11		0	-8	17	18	4	3	8	22484	-7	11		0	-8	17	18	4	3	8	22484	
12		-15	-19	7	11	15	11	4	22483	-29	12		-15	-19	7	11	15	11	4	22483	
13		-30	-30	8	14	15	11	0	22482	-40	13		-30	-30	8	14	15	11	0	22482	
14		-35	-33	5	13	5	3	2	22481	-47	14		-35	-33	5	13	5	3	2	22481	
15		-31	-34	6	12	4	1	3	22479	-49	15		-31	-34	6	12	4	1	3	22479	
16		-29	-37	3	0	2	3	8	22478	-56	16		-29	-37	3	0	2	3	8	22478	
17		-41		0	0	12			22477	-23	17		-41		0	0	12			22477	
18		-34	-26	0	0	7		8	22476	-50	18		-34	-26	0	0	7		8	22476	
19		-24	-14	5	12	10	12	10	22474	-35	19		-24	-14	5	12	10	12	10	22474	
20		-27	-19	12	18	3	5	8	22473	-34	20		-27	-19	12	18	3	5	8	22473	
21		-24	-28	10	13	3	9	4	22472	-46	21		-24	-28	10	13	3	9	4	22472	
22		-9	-14	14	12	15	14	5	22471	-29	22		-9	-14	14	12	15	14	5	22471	
23		-10	-8	20	4	1	6	2	22469	-19	23		-10	-8	20	4	1	6	2	22469	
24		-6	-16	17	4	4	8	10	22468	-31	24		-6	-16	17	4	4	8	10	22468	
25		-9	-16	0	0	3	0	7	22467	-49	25		-9	-16	0	0	3	0	7	22467	

N	21	19	21	40	22
Min	1	0	0	0	-56
Max	15	16	11	16	13
M	7,24	7,42	5,81	7,33	-25,1
S	5,00	4,61	3,28	4,76	21,0

КДЦ, Осі А-Б 1984 р.

Вздовж										Поперек										
Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	ΔНА	ΔНБ	ΔНП	ДБ	ΔLi		Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	ΔНА	ΔНБ	ΔНП	ДБ	ΔLi
4		-18	-25	0	0			7	22500		0									
5		-18	-20	1	13	0	5	2	22500		14									
6		-18	-20	4	26	0	0	2	22501		3									
7		-19	-19	10	8	1	1	0	22501		19									
8		-10	-10	16	4	9	9	0	22502		22									
9		-20	-18	-8	10	10	8	2	22502		4									
10		-10	-19	-9	10	10	1	9	22503		4									
11		2	0	-9	27	12	19	2	22503		23									
12		0	-8	-3	23	2	8	0	22503		21									
13		-4	1	5	11	4	9	5	22504		20									
14		-1	8	4	3	3	7	9	22504		11									
15		-10	9	0	0	9	1	19	22505		5									
16		10	11	5	0	20	2	1	22505		10									
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				

КДЦ Б-В

КДЦ, Осі Б-В 1981 р.

Вздовж Поперек									
Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	ΔНБ	ΔНВ	ΔНП	ДБ	ΔLi
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8	40	2	0	0			38	22480	-20
9	17	16	2	-12	23	14	1	22481	-30
10	14	7	-1	3	3	9	7	22481	-17
11	18	10	7	-11	4	3	8	22482	-23
12	15	13	0	0	3	3	2	22482	-18
13									
14									
15									
16									

N	4	4	5	8	5
Min	3	3	1	3	-30
Max	23	14	38	23	-17
M	8,25	7,25	11,20	7,75	-21,4
S	9,84	5,32	15,29	7,34	4,99

КДЦ, Осі Б-В 1982 р.

Вздовж Поперек									
Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	ΔНБ	ΔНВ	ΔНП	ДБ	ΔLi
1	41	45	0	0			4	22500	0
2	40	49	1	3	1	4	9	22499	3
3	32	40	-1	-8	8	9	8	22498	-11
4	36	26	0	-19	4	14	10	22497	-22
5	26	17	15	-18	10	9	9	22496	-7
6	24	24	16	-22	2	7	0	22495	-11
7	8	10	12	-13	16	14	2	22494	-7
8	8	10	11	-2	0	0	2	22493	2
9	-4	-2	6	-2	12	12	2	22492	-4
10	2	8	9	-15	6	10	6	22491	-15
11	-6	-8	7	-4	8	16	2	22490	-7
12	-10	-12	17	0	4	4	2	22489	6
13	-18	-30	11	0	8	18	12	22488	-1
14	-12	-9	-3	-19	6	21	3	22487	-35
15	-24	-5	-6	-5	12	4	19	22486	-25
16	-18	-3	0	0	6	2	15	22485	-15

N	15	15	16	30	16
Min	0	0	0	0	-35
Max	16	21	19	21	6
M	6,87	9,60	6,44	8,23	-9,3
S	4,42	6,13	5,40	5,43	11,11

КДЦ, Осі Б-В 1983 р.

Вздовж Поперек									
Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	ΔНБ	ΔНВ	ΔНП	ДБ	ΔLi
1	38	45	0	0			7	22500	0
2	36	54	3	1	2	9	18	22499	3
3	27	33	2	-12	9	21	6	22498	-12
4	35	28	3	-20	8	5	7	22497	-20
5	22	22	20	-19	13	6	0	22496	-3
6	3	28	18	-17	19	6	25	22495	-4
7	4	6	17	-12	1	22	2	22494	-1
8	-1	7	8	1	5	1	8	22493	2
9	-15	-10	5	-4	14	17	5	22492	-7
10	-5	6	11	-21	10	16	11	22491	-19
11	-8	-15	14	-6	3	21	7	22490	-2
12	-11	-14	20	0	3	1	3	22489	9
13	-14	-37	14	0	3	23	23	22488	2
14	-10	-16	-5	-24	4	21	6	22487	-42
15	-25	-13	-6	-10	15	3	12	22486	-30
16	-20	-5	0	0	5	8	15	22485	-15

N	15	15	16	30	16
Min	1	1	0	1	-42
Max	22	23	23	23	9
M	7,60	12,00	8,63	9,80	-8,7
S	6,15	8,34	5,89	7,54	13,57

КДЦ, Осі Б-В 1984 р.

Вздовж Поперек									
Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	ΔНБ	ΔНВ	ΔНП	ДБ	ΔLi
1									
2									
3									
4	-20	-25	0	0			5	22480	-20
5	-14	-27	3	-2	6	2	13	22480	-19
6	-10	-14	10	-2	4	13	4	22481	-11
7	-20	-16	6	2	10	2	4	22481	-11
8	-11	-10	-3	-15	9	6	1	22481	-37
9	-12	-14	0	-16	1	4	2	22482	-34
10	3	0	-1	7	15	14	3	22482	-12
11	2	1	7	-2	1	1	1	22482	-13
12	9	-7	6	-4	7	8	16	22483	-15
13	10	12	7	-2	1	19	2	22483	-12
14	25	28	-6	13	15	16	3	22483	-10
15	22	25	-3	4	3	3	3	22484	-15
16	27	26	0	0	5	1	1	22484	-16

N	12	12	13	24	13
Min	1	1	1	1	-37
Max	15	19	16	19	-10
M	6,42	7,42	4,46	6,92	-17,3
S	5,00	6,44	4,67	5,66	8,64

КДЦ В-Г

КДЦ, Осі В-Г 1981 р.

Вздовж										Поперек									
Осі	НВ	НГ	ДВ	ДГ	ΔНВ	ΔНГ	ΔНП	ДБ	ΔLi	Осі	НВ	НГ	ДВ	ДГ	ΔНВ	ΔНГ	ΔНП	ДБ	ΔLi
16																			
17		8	0	0	0			8	22500	0									
18		29	16	-8	3	21	16	13	22500	-5									
19		19	16	-17	2	10	0	3	22501	-14									
20		18	19	-8	1	1	3	1	22501	-6									
21		19	25	2	3	1	6	6	22501	6									
22		46	26	-1	2	27	1	20	22501	2									
23		33	40	1	5	13	14	7	22502	8									
24		46	40	0	0	13	0	6	22502	2									

N	7	7	8	14	8
Min	1	0	1	0	-14
Max	27	16	20	27	8
M	12,29	5,71	8,00	9,00	-0,88
S	9,60	6,70	6,00	8,66	7,26

КДЦ, Осі В-Г 1982 р.

Вздовж										Поперек									
Осі	НВ	НГ	ДВ	ДГ	ΔНВ	ΔНГ	ΔНП	ДБ	ΔLi	Осі	НВ	НГ	ДВ	ДГ	ΔНВ	ΔНГ	ΔНП	ДБ	ΔLi
8		32	5	0	0			27	22468	-32									
9		14	14	-12	-4	18	9	0	22470	-47									
10		20	10	3	-4	6	4	10	22471	-30									
11		12	-2	-10	-3	8	12	14	22473	-41									
12		15	-1	0	0	3	1	16	22489	-11									
13																			
14																			
15		23	2	0	0			21	22460	-40									
16		25	10	14	-3	2	8	15	22461	-28									
17		15	4	8	-3	10	6	11	22463	-32									
18		15	0	10	-1	0	4	15	22464	-27									
19		3	-2	9	6	12	2	5	22465	-20									
20		5	-10	14	17	2	8	15	22466	-3									
21		-7	-2	9	6	12	8	5	22468	-17									
22		8	-6	0	0	15	4	14	22478	-22									

N	11	11	13	22	13
Min	0	1	0	0	-47
Max	18	12	27	18	-3
M	8,00	6,00	12,92	7,00	-26,8
S	5,92	3,32	7,03	4,79	12,31

КДЦ, Осі В-Г 1983 р.

Вздовж										Поперек									
Осі	НВ	НГ	ДВ	ДГ	ΔНВ	ΔНГ	ΔНП	ДБ	ΔLi	Осі	НВ	НГ	ДВ	ДГ	ΔНВ	ΔНГ	ΔНП	ДБ	ΔLi
8		30	-3	0	0			33	22456	-44									
9		10	17	-15	-7	20	20	7	22457	-65									
10		16	4	5	-8	6	13	12	22458	-46									
11		10	-9	-13	-7	6	13	19	22458	-62									
12		11	-3	0	0	1	6	14	22459	-41									
13																			
14																			
15		19	0	0	0			19	22460	-40									
16		25	14	17	-6	6	14	11	22463	-26									
17		13	6	12	-7	12	8	7	22465	-30									
18		13	-5	11	1	0	11	18	22468	-20									
19		0	-6	12	5	13	1	6	22470	-13									
20		3	-14	18	25	3	8	17	22473	16									
21		-11	-2	13	17	14	12	9	22475	5									
22		4	-6	0	0	15	4	10	22478	-22									

N	11	11	13	22	13
Min	0	1	6	0	-65
Max	20	20	33	20	16
M	8,73	10,00	14,00	9,36	-29,8
S	6,44	5,29	7,37	5,79	23,69

КДЦ, Осі В-Г 1984 р.

Вздовж										Поперек									
Осі	НВ	НГ	ДВ	ДГ	ΔНВ	ΔНГ	ΔНП	ДБ	ΔLi	Осі	НВ	НГ	ДВ	ДГ	ΔНВ	ΔНГ	ΔНП	ДБ	ΔLi
8		20	4	0	0			16	22491	-9									
9		14	17	-9	1	6	13	3	22491	-17									
10		10	7	-4	0	4	10	3	22492	-13									
11		12	6	-3	-2	2	1	6	22492	-13									
12		17	11	0	0	5	5	6	22492	-8									
13																			
14																			
15		15	10	0	0			5	22480	-20									
16		18	10	1	7	3	0	8	22479	-13									
17		12	5	-3	4	6	5	7	22479	-21									
18		10	2	-3	8	2	3	8	22478	-17									
19		8	6	-5	3	2	4	2	22477	-25									
20		2	-1	-2	4	6	7	3	22476	-22									
21		-4	-1	-6	-8	6	0	3	22476	-39									
22		3	-3	0	-5	7	2	6	22475	-30									
23									22474	-26									

N	12	11	13	22	14
Min	2	0	2	0	-39
Max	7	13	16	13	-8
M	4,45	4,55	5,85	4,50	-19,4
S	1,92	4,13	3,67	3,14	8,52

СГП-1 40-41

СГП-1, осі 40-41 1981 р.

Вздовж					Поперек					
Oci	H40	H41	D40	D41	ΔH40	ΔH41	ΔHP	DБ	ΔLi	
4	41	19	0	0			22	28500	0	
5	35	23	4	0	6	4	12	28498	2	
6	11	6	-6	3	24	17	5	28496	-7	
7	21	2	-14	10	10	4	19	28494	-10	
8	28	0	-15	18	7	2	28	28492	-5	
9	24	2	-19	22	4	2	22	28490	-7	
10	23	17	-15	21	1	15	6	28488	-6	
11	26	19	-34	46	3	2	7	28487	-1	
12	10	22	-35	54	16	3	12	28485	4	
13	11	18	-19	44	1	4	7	28483	8	
14	16	16	-16	24	5	2	0	28481	-11	
15	6	15	-24	17	10	1	9	28479	-28	
16	16	16	-16	4	10	1	0	28477	-35	
17	0	14	0	0	16	2	14	28475	-25	
18										
19										
20										
21										
22	-5	0	0	0			5	28505	5	
23	-10	5	-2	1	5	5	15	28504	3	
24	-7	3	-1	6	3	2	10	28503	8	
25	-4	8	-4	-4	3	5	12	28501	-7	
26	17	9	8	-2	21	1	8	28500	6	
27	27	9	4	0	10	0	18	28499	3	
28	28	11	-2	-5	1	2	17	28498	-10	
29	39	10	-3	-8	11	1	29	28496	-15	
30	30	6	0	0	9	4	24	28495	-5	

N	21	21	23	42	23
Min	1	0	0	0	-35
Max	24	17	29	24	8
M	8,38	3,76	13,09	6,07	-5,78
S	6,47	4,31	8,22	5,91	11,35

СГП-1, осі 40-41 1982 р.

Вздовж					Поперек					
Oci	H40	H41	D40	D41	ΔH40	ΔH41	ΔHP	DБ	ΔLi	
5	30	21	0	0			9	28482	-18	
6	11	1	-8	4	19	20	10	28481	-23	
7	16	-1	-20	4	5	2	17	28481	-35	
8	20	-11	-20	8	4	10	31	28480	-32	
9	11	-5	-20	22	9	6	16	28480	-18	
10	12	7	-19	26	1	12	5	28479	-14	
11	15	9	-37	8	3	2	6	28479	-51	
12	-7	11	-35	-4	22	2	18	28478	-61	
13	-3	5	-20	-1	4	6	8	28477	-44	
14	1	2	-19	21	4	3	1	28477	-21	
15	-7	4	-24	22	8	2	11	28476	-26	
16	-5	6	-12	4	2	2	11	28476	-32	
17	-20	-3	0	0	15	9	17	28475	-25	
18										
19										
20										
21										
22	21	1	0	0			20	28521	21	
23	19	1	-1	-1	2	0	18	28519	17	
24	13	1	-9	0	6	0	12	28517	8	
25	-3	-5	-1	-4	16	6	2	28515	10	
26	-2	-2	-10	-2	1	3	0	28513	1	
27	-22	-4	-7	2	20	2	18	28510	5	
28	-22	-10	-1	3	0	6	12	28508	10	
29	-28	-16	2	1	6	6	12	28506	9	
30	-24	-1	2	5	4	15	23	28504	11	
31	-20	-2	0	0	4	1	18	28502	2	

N	21	21	23	42	23
Min	0	0	0	0	-61
Max	22	20	31	22	21
M	7,38	5,48	12,83	6,43	-13,3
S	6,79	5,21	7,45	6,06	23,12

СГП-1, осі 40-41 1983 р.

Вздовж					Поперек					
Oci	H40	H41	D40	D41	ΔH40	ΔH41	ΔHP	DБ	ΔLi	
5	18	28	0	0			10	28482	-18	
6	1	11	-6	3	17	17	10	28481	-22	
7	0	15	-22	7	1	4	15	28481	-34	
8	-11	24	-20	9	11	9	35	28480	-31	
9	0	9	-18	24	11	15	9	28480	-14	
10	7	12	-21	23	7	3	5	28479	-19	
11	9	15	-38	20	2	3	6	28479	-40	
12	13	-8	-37	2	4	23	21	28478	-57	
13	2	-5	-20	-3	11	3	7	28477	-46	
14	2	0	-19	22	0	5	2	28477	-20	
15	4	-9	-26	22	2	9	13	28476	-28	
16	6	-2	-10	4	2	7	8	28476	-30	
17	-3	-17	0	0	9	15	14	28475	-25	
18										
19										
20										
21										
22	0	20	0	-1			20	28521	20	
23	1	20	-7	0	1	0	19	28519	12	
24	0	11	-9	4	1	9	11	28517	12	
25	-6	-3	2	-2	6	14	3	28515	15	
26	2	-2	-13	2	8	1	4	28513	2	
27	-4	-24	-10	3	6	22	20	28510	3	
28	-9	-25	-1	1	5	1	16	28508	8	
29	-18	-27	0	5	9	2	9	28506	11	
30	-4	-24	5	0	14	3	20	28504	9	
31	-2	-40	0	0	2	16	38	28502	2	

N	21	21	23	42	23
Min	0	0	2	0	-57
Max	17	23	38	23	20
M	6,14	8,62	13,70	7,38	-12,6
S	4,81	7,14	9,27	6,14	22,01

СПП-2 А-Б

СПП-2, осі А-Б 1981 р.

Вздовж Поперек									
Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	ДНА	ДНБ	ДНП	ДБ	ΔLi
1									
2		40	21	0	0			19	28493 -7
3		49	35	5	-15	9	14	14	28493 -17
4		50	45	3	-13	1	10	5	28493 -17
5		48	47	6	-5	2	2	1	28493 -6
6		60	48	4	-7	12	1	12	28493 -10
7		59	60	4	5	1	12	1	28493 2
8		70	76	2	5	11	16	6	28493 0
9		79	71	0	4	9	5	8	28493 -3
10		85	83	-2	6	6	12	2	28493 -3
11		83	77	4	-4	2	6	6	28493 -7
12		88	77	20	-6	5	0	11	28493 7
13		87	78	10	-11	1	1	9	28493 -8
14		95	75	2	-7	8	3	20	28493 -12
15		90	78	-3	3	5	3	12	28493 -7

N	13	13	14	26	14
Min	1	0	1	0	-17
Max	12	16	20	16	7
M	5,54	6,54	9,00	6,04	-6,29
S	3,97	5,55	6,08	4,75	6,72

СПП-2, осі А-Б 1982 р.

Вздовж Поперек									
Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	ДНА	ДНБ	ДНП	ДБ	ΔLi
1									
2		22	24	0	0			2	28492 -8
3		6	14	1	-11	16	10	8	28492 -18
4		19	9	-1	-11	13	5	10	28492 -20
5		19	15	-5	-8	0	6	4	28492 -21
6		25	11	4	-7	6	4	14	28492 -11
7		17	9	3	-7	8	2	8	28492 -12
8		9	5	6	-7	8	4	4	28492 -9
9		9	9	7	-7	0	4	0	28493 -7
10		1	4	0	-5	8	5	3	28493 -12
11		3	9	6	0	2	5	6	28493 -1
12		4	15	16	6	1	6	11	28493 15
13		8	13	4	15	4	2	5	28493 12
14		4	17	5	5	4	4	13	28493 3
15		7	15	0	0	3	2	8	28493 -7

N	13	13	14	26	14
Min	0	2	0	0	-21
Max	16	10	14	16	15
M	5,62	4,54	6,86	5,08	-6,86
S	4,91	2,15	4,17	3,75	10,75

СПП-2, осі А-Б 1983 р.

Вздовж Поперек									
Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	ДНА	ДНБ	ДНП	ДБ	ΔLi
1									
2		20	22	0	0			2	28492 -8
3		7	15	3	-12	13	7	8	28492 -17
4		17	7	0	-11	10	8	10	28492 -19
5		19	15	-1	-8	2	8	4	28492 -17
6		28	10	3	-8	9	5	18	28492 -13
7		19	9	4	-9	9	1	10	28492 -13
8		9	3	7	-7	10	6	6	28492 -8
9		9	7	7	-7	0	4	2	28493 -7
10		8	1	-5	-4	1	6	7	28493 -16
11		2	10	7	3	6	9	8	28493 3
12		6	15	20	4	4	5	9	28493 17
13		8	11	6	17	2	4	3	28493 16
14		3	15	4	9	5	4	12	28493 6
15		5	17	0	0	2	2	12	28493 -7

N	13	13	14	26	14
Min	0	1	2	0	-19
Max	13	9	18	13	17
M	5,62	5,31	7,93	5,46	-5,93
S	4,19	2,36	4,46	3,34	11,83

СПП-2, Осі А-Б 1984 р.

Вздовж Поперек									
Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	ДНА	ДНБ	ДНП	ДБ	ΔLi
1									
2		10	3	0	0			7	28497 -3
3		5	7	2	-5	5	4	2	28497 -6
4		12	1	5	-7	7	6	11	28496 -6
5		17	5	5	2	5	4	12	28496 3
6		10	0	1	3	7	5	10	28496 0
7		1	-3	7	-4	9	3	4	28495 -2
8		3	-4	10	-6	2	1	7	28495 -1
9		7	-4	8	-8	4	0	11	28495 -6
10		11	2	6	-3	4	6	9	28494 -3
11		3	4	0	4	8	2	1	28494 -2
12		5	8	-3	7	2	4	3	28493 -3
13		-7	5	-3	8	12	3	12	28493 -2
14		-2	7	-7	4	5	2	9	28493 -10
15		-10	2	-3	-2	8	5	12	28492 -13

N	13	13	14	26	14
Min	2	0	1	0	-13
Max	12	6	12	12	3
M	6,00	3,46	7,86	4,73	-3,82
S	2,86	1,85	3,92	2,69	4,02

СГП-3, Осі Б-В 1981 р.

Осі	Вздовж					Поперек				
	НБ	НВ	ДБ	ДВ	ΔНБ	ΔНВ	ΔНП	ДБ	ΔLi	
2										
3										
4	1	7	0	0			6	28005	5	
5	10	5	4	-1	9	2	5	28005	8	
6	18	12	0	0	8	7	6	28004	4	
7	31	12	6	-4	13	0	19	28004	6	
8	33	0	4	-9	2	12	33	28004	-1	
9	35	25	-4	-1	2	25	10	28003	-2	
10	22	26	-1	-9	13	1	4	28003	-7	
11	25	36	3	-13	3	10	11	28003	-7	
12	33	29	6	-11	8	7	4	28002	-3	
13	33	32	-3	-2	0	3	1	28002	-3	
14	29	23	-6	4	4	9	6	28002	0	
15	31	11	-2	1	2	12	20	28001	0	
16	29	21	-4	4	2	10	8	28001	1	
17	38	32	-2	0	9	11	6	28001	-1	
18	31	41	-3	-2	7	9	10	28000	-5	
19	38	21	0	0	7	20	17	28000	0	

N	15	15	16	30	16
Min	0	0	1	0	-7
Max	13	25	33	25	8
M	5,93	9,20	10,38	7,57	-0,31
S	4,13	6,75	8,18	5,75	4,36

СГП-3 Б-В

СГП-3, Осі Б-В 1982 р.

Вздовж					Поперек				
Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	ΔНБ	ΔНВ	ΔНП	ДБ	ΔLi
2	-7	-3	0	0			4	28012	12
3	-10	-7	0	1	3	4	3	28011	12
4	-8	-4	-2	-5	2	3	4	28010	3
5	-19	-9	5	6	11	5	10	28009	20
6	-20	-11	3	2	1	2	9	28009	14
7	-27	-31	2	2	7	20	4	28008	12
8	-11	-22	-1	1	16	9	11	28007	7
9	-19	-18	6	-1	8	4	1	28006	11
10	-19	-10	8	1	0	8	9	28005	14
11	-18	-9	-2	-6	1	1	9	28004	-4
12	-16	-6	-4	-9	2	3	10	28003	-10
13	-11	-9	-5	-6	5	3	2	28002	-9
14	5	-5	-1	0	16	4	10	28002	1
15	-11	-5	0	2	16	0	6	28001	3
16	19	-5	0	1	30	0	24	28000	1
17	4	1	0	0	15	6	3	27999	-1

N	15	15	16	30	16
Min	0	0	1	0	-10
Max	30	20	24	30	20
M	8,87	4,80	7,44	6,83	5,38
S	8,42	4,93	5,55	7,09	8,68

СГП-3, Осі Б-В 1983 р.

	Вздовж					Поперек				
Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	ΔНБ	ΔНВ	ΔНП	ДБ	ΔLi	
2	-10	-3	0	0			7	28012	12	
3	-10	-7	0	1	0	4	3	28011	12	
4	-8	-2	-3	-7	2	5	6	28010	0	
5	-24	-7	3	7	16	5	17	28009	19	
6	-21	-10	3	3	3	3	11	28009	15	
7	-30	-33	1	0	9	23	3	28008	9	
8	-10	-19	-5	0	20	14	9	28007	2	
9	-15	-20	8	-4	5	1	5	28006	10	
10	-22	-10	9	0	7	10	12	28005	14	
11	-21	-7	0	-4	1	3	14	28004	0	
12	-21	-13	-4	-10	0	6	8	28003	-11	
13	-11	-10	-7	-6	10	3	1	28002	-11	
14	10	-4	1	0	21	6	14	28002	3	
15	-4	-4	0	4	14	0	0	28001	5	
16	20	-4	0	-1	24	0	24	28000	-1	
17	7	0	0	0	13	4	7	27999	-1	

N	15	15	16	30	16
Min	0	0	0	0	-11
Max	24	23	24	24	19
M	9,67	5,80	8,81	7,73	4,81
S	8,04	5,99	6,34	7,24	8,72

Склад листового металу А-Б

Склад металу, осі А-Б

1981 р.

Вздовж										Поперек									
Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	ΔНА	ΔНБ	ΔНП	ДБ	ΔLi	Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	ΔНА	ΔНБ	ΔНП	ДБ	ΔLi
2	-23	-24	0	0			1	19980	-20	2									
3	-23	-22	-5	5	0	2	1	19978	-22	3	43	60	0	0			17	19982	-18
4	-27	-27	-9	9	4	5	0	19976	-24	4	37	56	-3	17	6	4	19	19980	-6
5	-32	-25	-5	13	5	2	7	19974	-18	5	23	49	3	15	14	7	26	19977	-5
6	-27	-20	-5	16	5	5	7	19972	-17	6	17	36	8	1	6	13	19	19975	-16
7	-20	-17	-6	10	7	3	3	19970	-20	7	15	32	12	3	2	4	17	19972	-13
8	-18	-22	-9	1	2	5	4	19968	-40	8	13	24	13	1	2	8	11	19970	-16
9	-24	-16	-15	4	6	6	8	19966	-45	9	8	17	16	-2	5	7	9	19967	-19
10	-24	-16	-16	-2	0	0	8	19965	-53	10	-6	5	18	-3	14	12	11	19965	-20
11	-20	-13	-12	-3	4	3	7	19963	-52	11	-20	4	13	1	14	1	24	19962	-24
12	-14	-20	-9	-5	6	7	6	19961	-53	12	-25	0	8	5	5	4	25	19960	-27
13	-12	-21	-15	-2	2	1	9	19959	-58	13	-31	-2	3	4	6	2	29	19958	-35
14	-9	-28	-7	-3	3	7	19	19957	-53	14	-40	-2	6	2	9	0	38	19955	-37
15	-8	-27	-5	-16	1	1	19	19955	-66	15	-40	-5	5	5	0	3	35	19953	-37
16	-6	-28	-3	-12	2	1	22	19953	-62	16	-40	-15	3	2	0	10	25	19950	-45
17	-11	-22	0	-8	5	6	11	19951	-57	17	-42	-11	0	0	2	4	31	19948	-52
18	-17	-20	-4	-10	6	2	3	19949	-65	18	-36	-17	7	0	6	6	19	19945	-48
19	-17	-16	-14	-12	0	4	1	19947	-79	19	-30	-5	6	0	6	12	25	19943	-51
20	-17	-20	-20	-16	0	4	3	19945	-91	20	-32	-2	4	2	2	3	30	19940	-54
21	-13	-20	-14	-11	4	0	7	19943	-82	21	-26	3	3	0	6	5	29	19938	-59
22	-4	-17	-8	-10	9	3	13	19941	-77	22	-27	-1	4	-5	1	4	26	19936	-65
23	-3	-16	-10	-10	1	1	13	19939	-81	23	-18	12	5	-8	9	13	30	19933	-70
24	-4	-16	-28	-8	1	0	12	19937	-99	24	-10	18	3	-7	8	6	28	19931	-73
25	-7	-10	-27	-10	3	6	3	19936	-101	25	-1	16	-1	-7	9	2	17	19928	-80
26	-12	-5	0	-13	5	5	7	19934	-79	26	3	16	-7	-15	4	0	13	19926	-96
27	-11	0	3	-21	1	5	11	19932	-86	27	16	22	-12	-10	13	6	6	19923	-99
28	-17	3	2	-20	6	3	20	19930	-88	28	12	29	-1	-11	4	7	17	19921	-91
29	-8	1	13	-28	9	2	9	19928	-87	29	20	33	-11	-4	8	4	13	19918	-97
30	-4	4	9	-25	4	3	8	19926	-90	30	32	41	0	0	12	8	9	19916	-84
31	-11	7	3	-23	7	3	18	19924	-96	31									
32	-9	9	-4	-16	2	2	18	19922	-98	32									

N	30	30	31	60	31
Min	0	0	0	0	-101
Max	9	7	22	9	-17
M	3,67	3,23	8,97	3,45	-63,4
S	2,64	2,10	6,26	2,38	26,90

Склад металу, осі А-Б

1982 р.

Вздовж										Поперек									
Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	ΔНА	ΔНБ	ΔНП	ДБ	ΔLi	Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	ΔНА	ΔНБ	ΔНП	ДБ	ΔLi
2										2									
3	43	60	0	0				17	19982	-18	3								
4	37	56	-3	17	6	4	19	19980	-6	4									
5	23	49	3	15	14	7	26	19977	-5	5									
6	17	36	8	1	6	13	19	19975	-16	6									
7	15	32	12	3	2	4	17	19972	-13	7									
8	13	24	13	1	2	8	11	19970	-16	8									
9	8	17	16	-2	5	7	9	19967	-19	9									
10	-6	5	18	-3	14	12	11	19965	-20	10									
11	-20	4	13	1	14	1	24	19962	-24	11									
12	-25	0	8	5	5	4	25	19960	-27	12									
13	-31	-2	3	4	6	2	29	19958	-35	13									
14	-40	-2	6	2	9	0	38	19955	-37	14									
15	-40	-5	5	5	0	3	35	19953	-37	15									
16	-40	-15	3	2	0	10	25	19950	-45	16									
17	-42	-11	0	0	2	4	31	19948	-52	17									
18	-36	-17	7	0	6	6	19	19945	-48	18									
19	-30	-5	6	0	6	12	25	19943	-51	19									
20	-32	-2	4	2	2	3	30	19940	-54	20									
21	-26	3	3	0	6	5	29	19938	-59	21									
22	-27	-1	4	-5	1	4	26	19936	-65	22									
23	-18	12	5	-8	9	13	30	19933	-70	23									
24	-10	18	3	-7	8	6	28	19931	-73	24									
25	-1	16	-1	-7	9	2	17	19928	-80	25									
26	3	16	-7	-15	4	0	13	19926	-96	26									
27	16	22	-12	-10	13	6	6	19923	-99	27									
28	12	29	-1	-11	4	7	17	19921	-91	28									
29	20	33	-11	-4	8	4	13	19918	-97	29									
30	32	41	0	0	12	8	9	19916	-84	30									
31										31									
32										32									

N	27	27	28	54	28
Min	0	0	6	0	-99
Max	14	13	38	14	-5
M	6,41	5,74	21,36	6,07	-47,8
S	4,29	3,76	8,49	4,01	29,71

Склад металу, осі А-Б

1983 р.

					Вздовж		Поперек			
Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	ΔНА	ΔНБ	ΔНП	ДБ	ΔLi	
2										
3	41	58	0	0			17	19988	-12	
4	30	54	-4	21	11	4	24	19985	2	
5	23	45	0	16	7	9	22	19983	-1	
6	33	36	8	0	10	9	3	19980	-12	
7	12	32	12	6	21	4	20	19977	-5	
8	9	25	11	6	3	7	16	19975	-8	
9	2	13	19	-4	7	12	11	19972	-13	
10	-9	5	19	0	11	8	14	19969	-12	
11	-20	-2	16	6	11	7	18	19967	-11	
12	-25	-5	13	8	5	3	20	19964	-15	
13	-31	0	0	7	6	5	31	19961	-32	
14	-44	-3	3	9	13	3	41	19959	-29	
15	-44	-3	6	12	0	0	41	19956	-26	
16	-45	-17	1	0	1	14	28	19953	-46	
17	-38	-14	1	4	7	3	24	19951	-44	
18	-35	-21	10	0	3	7	14	19948	-42	
19	-25	-8	9	0	10	13	17	19945	-46	
20	-28	-2	4	4	3	6	26	19943	-49	
21	-26	0	3	2	2	2	26	19940	-55	
22	-27	-3	4	-7	1	3	24	19937	-66	
23	-15	12	11	-8	12	15	27	19935	-62	
24	-9	22	9	-3	6	10	31	19932	-62	
25	-3	17	1	-3	6	5	20	19929	-73	
26	-2	17	-3	-15	1	0	19	19927	-91	
27	18	25	12	-11	20	8	7	19924	-75	
28	18	30	-7	-14	0	5	12	19921	-100	
29	26	33	-7	-5	8	3	7	19919	-93	
30	32	40	0	0	6	7	8	19916	-84	
31										
32										

Головний корпус 1-6

Головний корпус 1-6, Осі 1-6 1982 р.

Вздовж					Поперек				
Осі	H1	H6	D1	D6	ΔH1	ΔH6	ΔHP	DБ	ΔLi
2	0	-6	0	0			6	28500	0
3	-11	-6	-3	13	11	0	5	28500	10
4	-13	-8	-14	7	2	2	5	28500	-7
5	-18	-8	-10	-6	5	0	10	28499	-17
6	-24	-11	-10	-5	6	3	13	28499	-16
7	-20	-22	3	-4	4	11	2	28499	-2
8	-24	-22	7	2	4	0	2	28499	8
9	-20	-26	3	2	4	4	6	28499	4
10	-36	-24	0	0	16	2	12	28499	-1
11	-28	-26	0	0	8	2	2	28498	-2
12	-10	-6	-8	14	18	20	4	28498	4
13	-23	-22	-8	17	13	16	1	28498	7
14	-36	-34	-14	14	13	12	2	28498	-2
15	-23	-21	-11	12	13	13	2	28498	-1
16	-12	-15	-5	8	11	6	3	28498	1
17	-19	-11	5	12	7	4	8	28497	14
18	-9	-6	-2	2	10	5	3	28497	-3
19	-4	-1	-1	-8	5	5	3	28497	-12
20	4	1	-10	2	8	2	3	28497	-11
21	4	-3	0	5	0	4	7	28497	2
22	22	10	0	0	18	13	12	28496	-4
23	18	15	0	0	4	5	3	28496	-4
24	17	15	0	0	1	0	2	28496	-4
25	33	27	12	-6	16	12	6	28496	2
26	40	35	-4	3	7	8	5	28496	-5
27	52	51	-12	3	12	16	1	28496	-13
28	60	53	-13	10	8	2	7	28495	-8
29	70	57	-5	15	10	4	13	28495	5
30	70	52	0	0	0	5	18	28495	-5

N	28	28	29	56	29
Min	0	0	1	0	-17
Max	18	20	18	20	14
M	8,36	6,29	5,72	7,32	-2
S	5,24	5,60	4,36	5,47	7,45

Головний корпус 1-6, Осі 1-6 1983 р.

Вздовж					Поперек				
Осі	H1	H6	D1	D6	ΔH1	ΔH6	ΔHP	DБ	ΔLi
2	2	-6	0	0			8	28500	0
3	-14	-4	-5	15	16	2	10	28500	10
4	-14	-10	-6	5	0	6	4	28500	-1
5	-20	-10	-13	-9	6	0	10	28499	-23
6	-23	-11	-8	-5	3	1	12	28499	-14
7	-17	-26	5	-4	6	15	9	28499	0
8	-15	-23	10	5	2	3	8	28499	14
9	-26	-28	3	3	11	5	2	28499	5
10	-38	-24	0	0	12	4	14	28499	-1
11	-27	-24	0	0	11	0	3	28498	-2
12	-8	0	-12	14	19	24	8	28498	0
13	-25	-20	-8	17	17	20	5	28498	7
14	-40	-32	-17	14	15	12	8	28498	-5
15	-23	-21	-11	12	17	11	2	28498	-1
16	-12	-15	-5	6	11	6	3	28498	-2
17	-19	-8	9	10	7	7	11	28497	16
18	-9	-6	0	-1	10	2	3	28497	-4
19	-4	-1	-1	-11	5	5	3	28497	-15
20	4	1	-14	2	8	2	3	28497	-15
21	7	-3	-4	10	3	4	10	28497	3
22	29	13	0	0	22	16	16	28496	-4
23	18	16	0	0	11	3	2	28496	-4
24	17	12	0	0	1	4	5	28496	-4
25	38	25	15	-10	21	13	13	28496	1
26	40	35	-1	1	2	10	5	28496	-4
27	52	55	-16	7	12	20	3	28496	-13
28	62	54	-16	12	10	1	8	28495	-9
29	70	59	-2	17	8	5	11	28495	10
30	70	53	0	0	0	6	17	28495	-5

N	28	28	29	56	29
Min	0	0	2	0	-23
Max	22	24	17	24	16
M	9,50	7,39	7,45	8,4464	-2
S	6,36	6,59	4,41	6,5029	8,79

Головний корпус 1-6, Осі 1-6 1984 р.

Вздовж					Поперек				
Осі	H1	H6	D1	D6	ΔH1	ΔH6	ΔHP	DБ	ΔLi
2									
3	5	11	0	0			6	28505	5
4	10	17	0	5	5	6	7	28505	10
5	7	10	-2	-1	3	7	3	28505	2
6	3	14	3	-5	4	4	11	28504	2
7	-5	6	7	-10	8	8	11	28504	1
8	-2	-5	1	-6	3	11	3	28504	-1
9	-8	-3	4	-1	6	2	5	28504	7
10	-12	3	10	-6	4	6	15	28503	7
11	-18	-5	7	-6	6	8	13	28503	4
12	-9	-17	1	-6	9	12	8	28503	-2
13	-11	-23	-6	-4	2	6	12	28503	-7
14	-19	-30	-10	0	8	7	11	28503	-8
15	-25	-36	-2	2	6	6	11	28502	2
16	-12	-26	-12	4	13	10	14	28502	-6
17	-7	-20	-17	4	5	6	13	28502	-11
18	-10	-15	-20	8	3	5	5	28502	-10
19	4	-7	-13	14	14	8	11	28501	2
20	1	-10	-4	15	3	3	11	28501	12
21	15	4	1	12	14	14	11	28501	14
22	12	17	7	10	3	13	5	28501	18
23	30	27	5	4	18	10	3	28500	9
24	33	31	1	4	3	4	2	28500	5
25	41	35	0	5	8	4	6	28500	5

N	22	22	23	44	23
Min	2	2	2	2	-11
Max	18	14	15	18	18
M	6,73	7,27	8,57	7,00	3
S	4,42	3,25	4,01	3,85	7,62

Головний корпус А-Б

Головний корпус, осі А-Б 1981 р.

Вздовж Поперек									
Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	ΔНА	ΔНБ	ΔНП	ДБ	ΔLi
7									
8									
9									
10	19	24	0	0			5	22500	0
11	7	35	4	-7	12	11	28	22500	-4
12	1	30	0	-3	6	5	29	22499	-4
13	0	31	-6	0	1	1	31	22499	-8
14	12	13	-10	4	12	18	1	22498	-8
15	27	15	-7	-13	15	2	12	22498	-23
16	21	18	-17	-19	6	3	3	22497	-39
17	25	26	9	-10	4	8	1	22497	-5
18	24	22	-1	-5	1	4	2	22496	-10
19	18	19	4	0	6	3	1	22496	-1
20	28	15	0	0	10	4	13	22495	-5
21									
22									
23	4	20	0	0			16	22491	-9
24	5	23	4	-1	1	3	18	22491	-6
25	6	-2	20	-7	1	25	8	22491	4
26	1	4	19	-1	5	6	3	22491	9
27	-3	6	23	-1	4	2	9	22491	13
28	-3	-8	22	-5	0	14	5	22490	7
29	-10	2	24	-6	7	10	12	22490	8
30	-4	0	18	-7	6	2	4	22490	1
31	-3	-3	6	-3	1	3	0	22490	-7
32	-9	-21	0	0	6	18	12	22490	-10

N	19	19	21	38	21
Min	0	1	0	0	-39
Max	15	25	31	25	13
M	5,47	7,47	10,14	6,47	-4,50
S	4,31	6,81	9,60	5,71	11,26

Головний корпус, осі А-Б 1982 р.

Вздовж Поперек									
Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	ΔНА	ΔНБ	ΔНП	ДБ	ΔLi
7									
8									
9									
10	-13	-13	0	0			0	22488	-12
11	-24	2	0	-12	11	15	26	22488	-24
12	-28	0	-1	-6	4	2	28	22488	-19
13	-22	-2	-9	-6	6	2	20	22489	-26
14	-9	-6	2	2	13	4	3	22489	-7
15	14	0	1	-15	23	6	14	22489	-25
16	13	6	-14	-17	1	6	7	22489	-42
17	18	16	-4	-8	5	10	2	22490	-22
18	21	16	-8	-3	3	0	5	22490	-21
19	21	19	0	0	0	3	2	22490	-10
20									
21									
22									
23	8	28	0	0			20	22485	-15
24	13	27	6	-19	5	1	14	22485	-28
25	11	4	19	-10	2	23	7	22486	-5
26	0	3	15	-11	11	1	3	22486	-10
27	4	0	20	-13	4	3	4	22487	-6
28	-5	-5	20	-16	9	5	0	22487	-9
29	-17	-3	22	-18	12	2	14	22488	-8
30	-5	-6	16	-17	12	3	1	22488	-13
31	-9	-21	8	-6	4	15	12	22489	-9
32	-16	-28	0	0	7	7	12	22489	-11

N	18	18	20	36	20
Min	0	0	0	0	-42
Max	23	23	28	23	-5
M	7,33	6,00	9,70	6,67	-16,1
S	5,63	6,11	8,65	5,83	9,43

Головний корпус, осі А-Б 1983 р.

Вздовж Поперек									
Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	ΔНА	ΔНБ	ΔНП	ДБ	ΔLi
7									
8									
9									
10	-15	-23	0	0			8	22488	-12
11	-25	-2	-1	-12	10	21	23	22488	-25
12	-26	-5	-1	-1	1	3	21	22488	-14
13	-20	-8	-9	-6	6	3	12	22489	-26
14	-12	-7	0	0	8	1	5	22489	-11
15	10	5	1	-12	22	12	5	22489	-22
16	7	2	-7	-17	3	3	5	22489	-35
17	16	11	3	-15	9	9	5	22490	-22
18	18	10	-2	3	2	1	8	22490	-9
19	20	13	0	0	2	3	7	22490	-10
20									
21									
22									
23	10	26	0	0			16	22485	-15
24	17	24	6	14	7	2	7	22485	5
25	10	2	19	6	7	22	8	22486	11
26	-5	8	10	-8	15	6	13	22486	-12
27	2	4	14	-8	7	4	2	22487	-7
28	-15	-3	11	-13	17	7	12	22487	-15
29	-17	-8	22	-10	2	5	9	22488	0
30	-10	-10	9	-15	7	2	0	22488	-18
31	-10	-20	1	-3	0	10	10	22489	-13
32	-12	-28	0	0	2	8	16	22489	-11

N	18	18	20	36	20
Min	0	1	0	0	-35
Max	22	22	23	22	11
M	7,06	6,78	9,60	6,92	-13,1
S	5,97	6,23	5,94	6,01	10,57

Головний корпус, осі А-Б 1984 р.

Вздовж Поперек									
Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	ΔНА	ΔНБ	ΔНП	ДБ	ΔLi
7	10	15	0	0			5	22490	-10
8	5	12	1	-3	5	3	7	22490	-12
9	3	10	3	-6	2	2	7	22490	-13
10	7	11	8	-7	4	1	4	22490	-9
11	1	7	10	-4	6	4	6	22490	-4
12	-5	4	3	1	6	3	9	22490	-6
13	0	2	-5	4	5	2	2	22490	-11
14	5	5	-10	5	5	3	0	22490	-15
15	8	3	-15	6	3	2	5	22490	-19
16	10	1	-10	-5	2	2	9	22490	-25
17	12	6	-2	-10	2	5	6	22490	-22
18	12	5	0	-7	0	1	7	22490	-17
19	13	3	0	-5	1	2	10	22490	-15
20	15	7	0	0	2	4	8	22490	-10
21									
22									
23	18	25	0	0			7	22485	-15
24	10	17	4	-10	8	8	7	22485	-21
25	4	5	12	-8	6	12	1	22485	-11
26	1	8	6	-12	3	3	7	22485	-21
27	-7	1	14	-6	8	7	8	22485	-7
28	-17	-10	12	-5	10	11	7	22485	-8
29	-20	-12	8	-14	3	2	8	22485	-21
30	-15	-5	10	-10	5	7	10	22485	-15
31	-17	-12	15	-5	2	7	5	22485	-5
32	-18	-25	0	0	1	13	7	22485	-15

N	22	22	24	44	24
Min	0	1	0	0	-25
Max	10	13	10	13	-4
M	4,05	4,73	6,33	4,39	-13,6
S	2,59	3,60	2,57	3,12	5,81

Головний корпус Б-В

Головний корпус, Осі Б-В 1981 р.

Вздовж										Поперек									
Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	ΔНБ	ΔНВ	ΔНП	ДБ	ΔLi	Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	ΔНБ	ΔНВ	ΔНП	ДБ	ΔLi
7										7									
8										8									
9		14	15	0	-8			1	22492	-16									
10		12	12	9	-23	2	3	0	22492	-22									
11		12	9	10	-7	0	3	3	22492	-5									
12		18	0	10	-8	6	9	18	22493	-5									
13		24	0	2	-12	6	0	24	22493	-17									
14		12	0	12	-12	12	0	12	22493	-7									
15		12	0	10	-21	0	0	12	22493	-18									
16		12	5	11	-13	0	5	7	22493	-9									
17		12	11	9	-12	0	6	1	22493	-10									
18		2	8	11	-8	10	3	6	22494	-3									
19		1	8	-1	0	1	0	7	22494	-7									
20		2	8	0	0	1	0	6	22494	-6									
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26		10	11	0	0			1											
27		9	15	-4	7	1	4	6	22485	-12									
28		-1	16	-4	12	10	1	17	22491	-1									
29		3	1	-3	11	4	15	2	22497	5									
30		7	-3	0	0	4	4	10	22503	3									

N	15	15	17	30	16
Min	0	0	0	0	-22
Max	12	15	24	15	5
M	3,80	3,53	7,82	3,67	-8,13
S	4,13	4,14	6,89	4,06	7,49

Головний корпус, Осі Б-В 1982 р.

Вздовж										Поперек									
Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	ΔНБ	ΔНВ	ΔНП	ДБ	ΔLi	Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	ΔНБ	ΔНВ	ΔНП	ДБ	ΔLi
7										7									
8										8									
9		-17	-9	7	-5			8	22490	-8									
10		-13	-9	18	-12	4	0	4	22490	-4									
11		-8	-10	13	-14	5	1	2	22491	-10									
12		0	-10	14	-13	8	0	10	22491	-8									
13		13	-7	9	-5	13	3	20	22491	-5									
14		6	-5	8	-13	7	2	11	22492	-14									
15		10	3	19	-7	4	8	7	22492	4									
16		12	13	13	-8	2	10	1	22492	-3									
17		14	21	9	0	2	8	7	22492	1									
18		14	25	3	-4	0	4	11	22493	-8									
19		16	26	0	0	2	1	10	22493	-7									
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26		-6	-1	0	0			5	22485	-15									
27		-4	-6	-7	6	2	5	2	22492	-9									
28		9	-10	-11	13	13	4	19	22499	1									
29		-6	4	-10	13	15	14	10	22506	9									
30		0	15	0	0	6	11	15	22513	13									

N	14	14	16	28	16
Min	0	0	1	0	-15
Max	15	14	20	15	13
M	5,93	5,07	8,88	5,50	-3,91
S	4,75	4,45	5,66	4,53	7,80

Головний корпус, Осі Б-В 1983 р.

Вздовж										Поперек									
Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	ΔНБ	ΔНВ	ΔНП	ДБ	ΔLi	Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	ΔНБ	ΔНВ	ΔНП	ДБ	ΔLi
7										7									
8									22488										
9		-15	-11	6	-5			4	22489	-11									
10		-15	-15	11	-7	0	4	0	22489	-7									
11		-10	-10	12	-14	5	5	0	22490	-13									
12		-5	-15	14	-8	5	5	10	22490	-4									
13		-7	-10	15	-8	2	5	3	22491	-3									
14		13	-3	12	-5	20	7	16	22491	-2									
15		10	0	23	-9	3	3	10	22492	6									
16		18	8	13	-5	8	8	10	22492	0									
17		9	18	12	0	9	10	9	22493	5									
18		10	18	5	-1	1	0	8	22493	-3									
19		20	28	0	0	10	10	8	22493	-7									
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26		-9	2	0	0			11	22500	0									
27		-8	-10	-11	12	1	12	2	22503	4									
28		7	-14	-11	19	15	4	21	22507	15									
29		-11	0	-10	15	18	14	11	22510	15									
30		-3	3	0	0	8	3	6	22513	13									

N	14	14	16	28	16
Min	0	0	0	0	-13
Max	20	14	21	20	15
M	7,50	6,43	8,06	6,96	0,50
S	6,42	3,92	5,62	5,25	8,41

Головний корпус, Осі Б-В 1984 р.

Вздовж										Поперек									
Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	ΔНБ	ΔНВ	ΔНП	ДБ	ΔLi	Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	ΔНБ	ΔНВ	ΔНП	ДБ	ΔLi
7										7									
8		-10	-17	0	0			7	22500	0									
9		-10	-12	3	-5	0	5	2	22500	-2									
10		-12	-10	8	-12	2	2	2	22500	-4									
11		-11	-5	15	-17	1	5	6	22500	-2									
12		-7	-2	20	-15	4	3	5	22500	5									
13		-4	-7	18	-10	3	5	3	22500	8									
14		0	-6	15	-7	4	1	6	22500	8									
15		1	-5	15	-13	1	1	6	22500	2									
16		4	-1	13	-20	3	4	5	22500	-7									
17		7	3	10	-11	3	4	4	22500	-1									
18		10	5	7	-7	3	2	5	22500	0									
19		11	7	0	-3	1	2	4	22500	-3									
20		14	5	0	0	3	2	9	22500	0									
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26		-10	1	0	0			11	22491	-9									
27		-5	-8	-5	0	5	9	3	22491	-14									
28		12	-7	-12	14	17	1	19	22491	-7									
29		1	2	-11	10	11	9	1	22491	-10									
30		-3	8	0	0	4	6	11	22491	-9									

Головний корпус В-Г

Головний корпус, Осі В-Г 1981 р.

Вздовж										Поперек									
Осі	НВ	НГ	ДВ	ДГ	ΔНВ	ΔНГ	ΔНП	ДБ	ΔLi	Осі	НВ	НГ	ДВ	ДГ	ΔНВ	ΔНГ	ΔНП	ДБ	ΔLi
7										7									
8										8									
9										9									
10	28	23	0	0				5	22504	4									
11	25	15	10	-2	3	8	10	22503	11										
12	20	20	11	5	5	5	0	22502	18										
13	12	30	0	-1	8	10	18	22501	0										
14	16	25	3	-5	4	5	9	22500	-2										
15	15	33	10	-3	1	8	18	22500	7										
16	25	22	-4	-1	10	11	3	22499	-6										
17	24	13	-12	2	1	9	11	22498	-12										
18	23	15	3	2	1	2	8	22497	2										
19	16	19	-2	7	7	4	3	22496	1										
20	0	4	0	0	16	15	4	22495	-5										
21																			
22																			
23	0	2	0	0				2	22493	-7									
24	-2	4	0	-2	2	2	6	22493	-9										
25	-6	-10	-9	-3	4	14	4	22494	-19										
26	-15	-20	-9	3	9	10	5	22494	-12										
27	-6	-19	-3	-4	9	1	13	22494	-13										
28	0	-25	1	-5	6	6	25	22494	-10										
29	-10	-36	5	-6	10	11	26	22495	-7										
30	-15	-30	-8	-3	5	6	15	22495	-16										
31	-21	-38	0	0	6	8	17	22495	-5										

N	18	18	20	36	20
Min	1	1	0	1	-19
Max	16	15	26	16	18
M	5,94	7,50	10,10	6,72	-3,98
S	3,95	3,99	7,60	3,99	9,27

Головний корпус, Осі В-Г 1982 р.

Вздовж										Поперек									
Осі	НВ	НГ	ДВ	ДГ	ΔНВ	ΔНГ	ΔНП	ДБ	ΔLi	Осі	НВ	НГ	ДВ	ДГ	ΔНВ	ΔНГ	ΔНП	ДБ	ΔLi
7										7									
8										8									
9										9									
10	-18	-4	0	0				14	22504	4									
11	-21	-5	8	-7	3	1	16	22504	5										
12	-17	-9	8	0	4	4	8	22503	11										
13	-3	16	-2	-8	14	25	19	22503	-7										
14	0	6	1	-17	3	10	6	22502	-14										
15	10	5	10	-13	10	1	5	22502	-1										
16	6	11	2	-8	4	6	5	22501	-5										
17	0	16	-8	-2	6	5	16	22501	-9										
18	6	16	3	-3	6	0	10	22500	0										
19	18	15	0	0	12	1	3	22500	0										
20																			
21																			
22																			
23	-2	-16	0	0				14	22497	-3									
24	-16	-20	-1	1	14	4	4	22497	-3										
25	-16	-2	-6	4	0	18	14	22498	-4										
26	-8	8	-3	1	8	10	16	22498	-4										
27	-21	6	-1	-1	13	2	27	22499	-4										
28	-19	13	-1	1	2	7	32	22499	-1										
29	-3	23	12	2	16	10	26	22499	13										
30	-3	15	0	-1	0	8	18	22500	-1										
31	9	23	0	0	12	8	14	22500	0										

N	17	17	19	34	19
Min	0	0	3	0	-14
Max	16	25	32	25	13
M	7,47	7,06	14,05	7,26	-1,18
S	5,28	6,51	8,13	5,84	6,34

Головний корпус, Осі В-Г 1983 р.

Вздовж										Поперек									
Осі	НВ	НГ	ДВ	ДГ	ΔНВ	ΔНГ	ΔНП	ДБ	ΔLi	Осі	НВ	НГ	ДВ	ДГ	ΔНВ	ΔНГ	ΔНП	ДБ	ΔLi
7										7									
8										8									
9										9									
10	-15	-4	0	0				11	22504	4									
11	-17	-4	13	-11	2	0	13	22504	6										
12	-20	-5	13	-2	3	1	15	22503	14										
13	-10	20	5	-15	10	25	30	22503	-7										
14	-7	2	5	-15	3	18	9	22502	-8										
15	2	17	6	-17	9	15	15	22502	-9										
16	2	14	0	-7	0	3	12	22501	-6										
17	-1	15	-12	0	3	1	16	22501	-11										
18	10	14	2	5	11	1	4	22500	7										
19	9	15	0	0	1	1	6	22500	0										
20																			
21																			
22																			
23	-2	-18	0	0				16	22497	-3									
24	-12	-18	-2	1	10	0	6	22497	-4										
25	-17	0	-8	4	5	18	17	22498	-6										
26	-11	4	-2	2	6	4	15	22498	-2										
27	-18	2	-3	0	7	2	20	22499	-5										
28	-18	11	-1	8	0	9	29	22499	6										
29	-5	20	12	2	13	9	25	22499	13										
30	-3	15	0	2	2	5	18	22500	2										
31	4	23	0	0	7	8	19	22500	0										

N	17	17	19	34	19
Min	0	0	4	0	-11
Max	13	25	30	25	14
M	5,41	7,06	15,58	6,24	-0,45
S	4,09	7,64	7,14	6,10	7,27

Головний корпус, Осі В-Г 1984 р.

Вздовж										Поперек									
Осі	НВ	НГ	ДВ	ДГ	ΔНВ	ΔНГ	ΔНП	ДБ	Δl	Осі	НВ	НГ	ДВ	ДГ	ΔНВ	ΔНГ	ΔНП	ДБ	Δl
7										7									
8										8									
9	-20	-10	0	0				10	22500	0									
10	-17	-12	4	-10	3	2	5	22500	-6										
11	-19	-7	3	-8	2	5	12	22500	-5										
12	-15	-5	7	-11	4	2	10	22500	-4										
13	-13	-10	5	-9	2	5	3	22500	-4										
14	-14	-1	10	-3	1	9	13	22500	7										
15	-10	3	1	-3	4	4	13	22500	-2										
16	-5	8	3	-6	5	5	13	22500	-3										
17	-3	14	-2	0	2	6	17	22500	-2										
18	-7	10	-1	4	4	4	17	22500	3										
19	-1	5	0	0	6	5	6	22500	0										
20																			
21																			
22																			
23																			
24	5	-7	0	0				12	22490	-10,0									
25	-3	-5	0	2	8	2	2	22490	-7,7										
26	-10	-2	-1	4	7	3	8	22491	-6,3										
27	-6	8	-3	3	4	10	14	22491	-9,0										
28	1	13	1	-1	7	5	12	22491	-8,7										
29	-4	10	0	-2	5	3	14	22492	-10,3										
30	0	5	2	0	4	5	5	22492	-6										
31																			

Головний корпус Г-Д

Головний корпус, Осі Г-Д 1981 р.

Вздовж										Поперек									
Осі	НГ	НД	ДГ	ДД	ΔНГ	ΔНД	ΔНП	ДБ	ΔLi	Осі	НГ	НД	ДГ	ДД	ΔНГ	ΔНД	ΔНП	ДБ	ΔLi
7										7									
8										8									
9		27	24	0	0			3	22520	9									
10		41	26	-11	3	14	2	15	22518	10									
11		63	23	-18	1	22	3	40	22515	-2									
12		43	25	-16	7	20	2	18	22513	4									
13		35	18	-18	13	8	7	17	22511	6									
14		16	6	-18	12	19	12	10	22508	2									
15		13	10	-11	6	3	4	3	22506	1									
16		18	12	-6	10	5	2	6	22503	7									
17		19	15	-7	13	1	3	4	22501	7									
18		18	6	-5	9	1	9	12	22499	3									
19		21	1	1	2	3	5	20	22496	-1									
20		15	0	0	0	6	1	15	22494	-6									
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26		13	36	10	-2			23	22507	15									
27		-40	25	-1	-16	53	11	65	22507	-10									
28		5	11	-5	-4	45	14	6	22507	-3									
29		1	16	-4	-4	4	5	15	22506	-2									
30		1	-8	0	0	0	24	9	22506	6									

N	15	15	17	30	17
Min	0	1	3	0	-10
Max	53	24	65	53	20
M	13,60	6,93	16,53	10,27	3,38
S	16,17	6,23	15,47	12,51	7,41

Головний корпус, Осі Г-Д 1982 р.

Вздовж										Поперек									
Осі	НГ	НД	ДГ	ДД	ΔНГ	ΔНД	ΔНП	ДБ	ΔLi	Осі	НГ	НД	ДГ	ДД	ΔНГ	ΔНД	ΔНП	ДБ	ΔLi
7										7									
8										8									
9										9									
10		-16	0	-10	0			16		10									
11		-34	2	-18	0	18	2	36	22509	-9									
12		-19	0	-14	-3	15	2	19	22508	-9									
13		-7	6	-18	7	12	6	13	22508	-4									
14		11	20	-16	8	18	14	9	22507	-1									
15		13	17	-10	4	2	3	4	22506	0									
16		11	13	-3	6	2	4	2	22505	8									
17		9	9	-4	6	2	4	0	22505	7									
18		5	17	-4	9	4	8	12	22504	9									
19		7	21	0	1	2	4	14	22503	4									
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25		-5	1	0	0			6	22495	-5									
26		9	-17	10	-3	14	18	26	22499	6									
27		19	-2	2	-18	10	15	21	22503	-13									
28		14	6	-12	-13	5	8	8	22507	-18									
29		20	10	-8	-1	6	4	10	22511	2									
30		22	29	0	0	2	19	7	22515	15									

N	14	14	16	28	15
Min	2	2	0	2	-18
Max	18	19	36	19	15
M	8,00	7,93	12,69	7,96	-0,53
S	6,29	6,02	9,36	6,04	9,08

Головний корпус, Осі Г-Д 1983 р.

Вздовж										Поперек									
Осі	НГ	НД	ДГ	ДД	ΔНГ	ΔНД	ΔНП	ДБ	ΔLi	Осі	НГ	НД	ДГ	ДД	ΔНГ	ΔНД	ΔНП	ДБ	ΔLi
7										7									
8										8									
9		-10	2	0	0			12	22500	0									
10		-25	5	-8	4	15	3	30	22500	-4									
11		-34	10	-16	3	9	5	44	22500	-13									
12		-12	5	-12	0	22	5	17	22500	-12									
13		-18	10	-16	1	6	5	28	22500	-15									
14		0	25	-16	6	18	15	25	22500	-10									
15		9	13	-10	4	9	12	4	22500	-6									
16		6	13	-3	6	3	0	7	22500	3									
17		0	13	0	12	6	0	13	22500	12									
18		-3	20	4	3	3	7	23	22500	7									
19		-7	20	0	-1	4	0	27	22500	-1									
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25		-1	-3	0	0			2	22495	-5									
26		9	-21	14	-5	10	18	30	22497	5,8									
27		25	-4	4	-21	16	17	29	22499	-18,4									
28		14	3	-16	-14	11	7	11	22500	-29,6									
29		15	6	-10	-1	1	3	9	22502	-8,8									
30		20	28	0	-1	5	22	8	22504	3									

N	15	15	17	30	17
Min	1	0	2	0	-30
Max	22	22	44	22	12
M	9,20	7,93	18,76	8,57	-5,41
S	6,18	7,14	11,71	6,59	10,47

Головний корпус, Осі Г-Д 1984 р.

Вздовж										Поперек									
Осі	НГ	НД	ДГ	ДД	ΔНГ	ΔНД	ΔНП	ДБ	ΔLi	Осі	НГ	НД	ДГ	ДД	ΔНГ	ΔНД	ΔНП	ДБ	ΔLi
7										7									
8										8									
9		-5	1	0	0			1	22507	7									
10		-10	3	-1	-2	5	2	4	22506	4									
11		-20	2	2	-5	10	1	0	22506	3									
12		-7	1	3	-3	13	1	2	22505	6									
13		-6	4	0	-2	1	3	4	22504	3									
14		3	7	-5	1	9	3	12	22503	1									
15		5	10	-1	2	2	3	11	22503	6									
16		-1	8	-1	8	6	2	9	22502	11									
17		4	7	-2	4	5	1	9	22501	6									
18		-2	10	3	2	6	3	7	22500	9									
19		1	10	1	1	3	0	9	22500	5									
20		5	12	0	0	4	2	12	22499	-1									
21																			
22																			
23																			
24		-10	8	0	0			18	22489	-11									
25		-12	-5	1	-2	2	13	7	22489	-12									
26		0	-18	-2	-12	12	13	18	22489	-25									
27		7	1	4	-8	7	19	6	22489	-15									
28		5	1	6	3	2	0	4	22489	-2									
29		8	-3	4	0	3	4	11	22489	-7									
30		5	7	0	0	3	10	2	22489	-11									

Головний корпус Д-Е

Головний корпус, Осі Д-Е 1981 р.

Вздовж										Поперек		
Осі	НД	НЕ	ДД	ДЕ	ΔНД	ΔНЕ	ΔНП	ДБ	ΔLi			
7												
8												
9	25	35	0	0			10	22499	-1			
10	29	38	-3	4	4	3	9	22499	0			
11	34	32	10	4	5	6	2	22500	14			
12	35	23	10	8	1	9	12	22500	18			
13	35	30	10	3	0	7	5	22500	13			
14	34	21	5	-6	1	9	13	22500	-1			
15	21	11	1	-7	13	10	10	22501	-5			
16	30	0	-1	5	9	11	30	22501	5			
17	48	2	1	-1	18	2	46	22501	1			
18	41	15	-3	-7	7	13	26	22501	-9			
19	30	29	1	1	11	14	1	22502	4			
20	27	21	0	0	3	8	6	22502	2			
21												
22												
23												
24												
25	27	1	0	0			26	22500	0			
26	24	-3	-1	-7	3	4	21	22500	-8			
27	14	1	-2	-4	10	4	13	22500	-6			
28	6	-6	-6	0	8	7	12	22500	-6			
29	-15	-3	-3	-1	21	3	12	22500	-4			
30	-14	-2	0	0	1	1	12	22500	0			

N	16	16	18	32	18
Min	0	1	1	0	-9
Max	21	14	46	21	18
M	7,19	6,94	14,78	7,06	0,94
S	6,24	3,92	11,22	5,13	7,49

Головний корпус, Осі Д-Е 1982 р.

Вздовж										Поперек		
Осі	НД	НЕ	ДД	ДЕ	ΔНД	ΔНЕ	ΔНП	ДБ	ΔLi			
7												
8												
9	0	23	0	0			23	22497	-3			
10	2	8	-1	2	2	15	6	22498	-1			
11	0	2	12	4	2	6	2	22498	14			
12	-5	0	12	1	5	2	5	22499	12			
13	0	6	18	1	5	6	6	22500	19			
14	-3	5	13	3	3	1	8	22501	17			
15	-12	0	11	-1	9	5	12	22501	11			
16	-17	9	10	3	5	9	26	22502	15			
17	-12	28	11	1	5	19	40	22503	15			
18	3	29	10	3	15	1	26	22503	16			
19	18	21	0	0	15	8	3	22504	4			
20												
21												
22												
23												
24												
25	-22	7	0	0			29	22510	10			
26	-18	11	-8	-2	4	4	29	22509	-1			
27	-12	9	-8	2	6	2	21	22508	2			
28	-2	12	-7	-2	10	3	14	22507	-2			
29	34	18	1	0	36	6	16	22506	7			
30	24	20	0	0	10	2	4	22505	5			

N	15	15	17	30	17
Min	2	1	2	1	-3
Max	36	19	40	36	19
M	8,80	5,93	15,88	7,37	8,21
S	8,60	5,18	11,46	7,12	7,38

Головний корпус, Осі Д-Е 1983 р.

Вздовж										Поперек		
Осі	НД	НЕ	ДД	ДЕ	ΔНД	ΔНЕ	ΔНП	ДБ	ΔLi			
7												
8												
9	0	23	0	0			23	22497	-3			
10	2	4	-4	5	2	19	2	22498	-1			
11	0	5	4	9	2	1	5	22498	11			
12	-10	0	10	6	10	5	10	22499	15			
13	-3	3	20	7	7	3	6	22500	27			
14	0	3	9	1	3	0	3	22501	11			
15	-13	4	7	4	13	1	17	22501	12			
16	-19	9	7	10	6	5	28	22502	19			
17	-13	20	7	10	6	11	33	22503	20			
18	6	22	7	6	19	2	16	22503	16			
19	16	21	0	0	10	1	5	22504	4			
20												
21												
22												
23												
24												
25	-22	7	4	0			29	22514	18			
26	-14	15	-12	0	8	8	29	22512	0			
27	-8	4	-8	7	6	11	12	22510	9			
28	0	12	-13	0	8	8	12	22509	-4			
29	40	18	-1	3	40	6	22	22507	9			
30	25	20	0	0	15	2	5	22505	5			

N	15	15	17	30	17
Min	2	0	2	0	-4
Max	40	19	33	40	27
M	10,33	5,53	15,12	7,93	9,85
S	9,47	5,19	10,43	7,89	8,85

Головний корпус, Осі Д-Е 1984 р.

Вздовж										Поперек		
Осі	НД	НЕ	ДД	ДЕ	ΔНД	ΔНЕ	ΔНП	ДБ	ΔLi			
7												
8	28	12	0	0			16	22490	-10			
9	11	9	5	0	17	3	2	22491	-4			
10	12	11	15	2	1	2	1	22493	10			
11	5	15	12	3	7	4	10	22494	9			
12	1	5	13	0	4	10	4	22495	8			
13	-1	9	8	-8	2	4	10	22497	-3			
14	2	18	2	-3	3	9	16	22498	-3			
15	9	21	0	0	7	3	12					
16		10			9	11						
17		-5				15						
18		-21				16						
19												
20												
21												
22												
23												
24	-20	18	0	0			38	22504	4			
25	-18	17	3	-7	2	1	35	22505	1			
26	-15	15	-1	-14	3	2	30	22505	-10			
27	-8	8	1	-10	7	7	16	22506	-4			
28	8	8	0	-9	16	0	0	22506	-3			
29	24	7	0	-1	16	1	17	22507	6			
30	8	1	0	0	16	6	7	22507	7			

N	14	16	15	30	14
Min	1	0	0	0	-10
Max	17	16	38	17	10
M	7,86	5,88	14,27	6,80	0,54
S	5,97	5,00	11,91	5,47	6,74

Головний корпус Е-Ж

Головний корпус, Осі Е-Ж 1981 р.

Осі	Вздовж					Поперек				
	НЕ	НЖ	ДЕ	ДЖ	ΔНЕ	ΔНЖ	ΔНП	ДБ	ΔЛ	
7										
8										
9										
10	15	5	0	0			10	22498	-2	
11	31	6	-9	6	16	1	25	22498	-5	
12	26	1	-11	3	5	5	25	22498	-10	
13	29	0	-14	0	3	1	29	22498	-16	
14	22	18	-5	-6	7	18	4	22498	-13	
15	20	33	-13	-5	2	15	13	22498	-20	
16	25	26	-15	4	5	7	1	22498	-13	
17	19	31	-14	1	6	5	12	22498	-15	
18	23	30	-13	0	4	1	7	22498	-15	
19	32	20	1	3	9	10	12	22498	2	
20	22	31	1	4	10	11	9	22498	3	
21	20	29	0	0	2	2	9	22498	-2	

N	11	11	12	22	12
Min	2	1	1	1	-20
Max	16	18	29	18	3
M	6,27	6,91	13,00	6,59	-8,83
S	4,15	6,91	8,78	5,00	7,71

Головний корпус, Осі Е-Ж 1982 р.

Осі	Вздовж					Поперек				
	НЕ	НЖ	ДЕ	ДЖ	ΔНЕ	ΔНЖ	ΔНП	ДБ	ΔЛ	
7										
8										
9	-7	-17	5	-3			10	22505	7	
10	-14	-33	6	-3	7	16	19	22505	8	
11	5	-31	5	-1	19	2	36	22504	8	
12	2	-33	0	1	3	2	35	22504	5	
13	7	-30	0	-1	5	3	37	22503	2	
14	0	-12	5	2	7	18	12	22503	10	
15	0	-8	-8	-1	0	4	8	22502	-7	
16	10	-8	-10	-6	10	0	18	22502	-14	
17	10	11	0	-7	0	19	1	22501	-6	
18	12	13	1	-2	2	2	1	22501	0	
19	28	18	6	-2	16	5	10	22500	4	
20	18	26	0	0	10	8	8	22500	0	
21										

N	11	11	12	22	12
Min	0	0	1	0	-14
Max	19	19	37	19	10
M	7,18	7,18	16,25	7,18	1,42
S	6,21	7,18	13,07	6,49	7,17

Головний корпус, Осі Е-Ж 1983 р.

Осі	Вздовж					Поперек				
	НЕ	НЖ	ДЕ	ДЖ	ΔНЕ	ΔНЖ	ΔНП	ДБ	ΔЛ	
7										
8										
9	-7	-17	0	0			10	22508	8	
10	-9	-30	6	-3	2	13	21	22507	10	
11	3	-31	7	-2	12	1	34	22507	12	
12	0	-31	6	-1	3	0	31	22506	11	
13	8	-32	0	2	8	1	40	22505	7	
14	3	-22	0	-1	5	10	25	22504	3	
15	3	-15	5	3	0	7	18	22504	12	
16	4	-11	-9	-1	1	4	15	22503	-7	
17	7	2	-11	-7	3	13	5	22502	-16	
18	10	6	0	-6	3	4	4	22501	-5	
19	19	8	2	-2	9	2	11	22501	1	
20	16	26	7	-1	3	18	10	22500	6	
21										

N	11	11	12	22	12
Min	0	0	4	0	-16
Max	12	18	40	18	12
M	4,45	6,64	18,67	5,55	3,50
S	3,70	6,64	11,73	5,01	8,67

Головний корпус, Осі Е-Ж 1984 р.

Осі	Вздовж					Поперек				
	НЕ	НЖ	ДЕ	ДЖ	ΔНЕ	ΔНЖ	ΔНП	ДБ	ΔЛ	
7										
8										
9										
10	25	28	0	0			3	22505	5	
11	9	21	5	-2	16	7	12	22505	8	
12	10	29	0	0	1	8	19	22504	4	
13	2	25	-2	-4	8	4	23	22504	-3	
14	6	6	-1	-6	4	19	0	22503	-4	
15	3	-12	-5	-3	3	18	15	22503	-6	
16	-8	-13	-10	3	11	1	5	22502	-5	
17	-10	-14	-5	2	2	1	4	22502	-2	
18	-14	-28	-2	2	4	14	14	22501	1	
19	-28	-19	3	4	14	9	9	22501	8	
20	-25	-29	0	0	3	10	4	22500	0	
21										

N	10	10	11	20	11
Min	1	1	0	1	-6
Max	16	19	23	19	8
M	6,60	9,10	9,82	7,85	0,59
S	5,34	9,10	7,36	5,86	4,80

Головний корпус Ж-И

Головний корпус, Осі Ж-И 1981 р.

Осі	Вздовж					Поперек				
	НЖ	НИ	ДЖ	ДИ	ΔНЖ	ΔНИ	ΔНП	ДБ	ΔLi	
7										
8										
9	15	24	0	0			9	22498	-2	
10	1	25	-10	6	14	1	24	22498	-6	
11	0	21	-13	9	1	4	21	22498	-7	
12	5	35	-13	12	5	14	30	22497	-4	
13	6	33	-14	8	1	2	27	22497	-9	
14	18	32	-1	10	12	1	14	22497	6	
15	32	28	-4	11	14	4	4	22497	4	
16	26	33	1	12	6	5	7	22496	9	
17	25	24	-10	6	1	9	1	22496	-8	
18	26	35	-5	7	1	11	9	22496	-2	
19	22	42	0	1	4	7	20	22496	-4	
20	28	40	-1	-1	6	2	12	22495	-7	
21	35	41	0	0	7	1	6	22495	-5	

N	12	12	13	24	13
Min	1	1	1	1	-9
Max	14	14	30	14	9
M	6,00	5,08	14,15	5,54	-2,65
S	4,95	5,08	9,33	4,57	5,56

Головний корпус, Осі Ж-И 1982 р.

Осі	Вздовж					Поперек				
	НЖ	НИ	ДЖ	ДИ	ΔНЖ	ΔНИ	ΔНП	ДБ	ΔLi	
7										
8										
9	-16	-10	0	0			6	22491	-9	
10	-33	-10	-12	5	17	0	23	22491	-16	
11	-33	-10	-13	8	0	0	23	22492	-13	
12	-23	5	-17	14	10	15	28	22492	-11	
13	-18	5	-15	10	5	0	23	22492	-13	
14	-7	5	-10	7	11	0	12	22493	-10	
15	10	3	-13	10	17	2	7	22493	-10	
16	5	12	-6	10	5	9	7	22493	-3	
17	5	0	-10	8	0	12	5	22494	-8	
18	10	16	-3	9	5	16	6	22494	0	
19	0	30	0	7	10	14	30	22494	1	
20	21	32	-6	-3	21	2	11	22495	-14	
21	25	33	0	0	4	1	8	22495	-5	

N	12	12	13	24	13
Min	0	0	5	0	-16
Max	21	16	30	21	1
M	8,75	5,92	14,54	7,33	-8,54
S	6,82	5,92	9,34	6,76	5,43

Головний корпус, Осі Ж-И 1983 р.

Осі	Вздовж					Поперек				
	НЖ	НИ	ДЖ	ДИ	ΔНЖ	ΔНИ	ΔНП	ДБ	ΔLi	
7										
8										
9	-15	-11	0	0			4	22500	0	
10	-29	-15	14	-6	14	4	14	22500	8	
11	-31	-12	15	-9	2	3	19	22499	5	
12	-16	0	18	-16	15	12	16	22499	1	
13	-18	3	15	-12	2	3	21	22498	1	
14	-10	5	10	-10	8	2	15	22498	-2	
15	7	10	15	-13	17	5	3	22498	-1	
16	-1	18	9	-12	8	8	19	22497	-6	
17	0	3	13	-6	1	15	3	22497	4	
18	7	22	7	-13	7	19	15	22496	-10	
19	-10	30	1	-9	17	8	40	22496	-12	
20	17	32	2	0	27	2	15	22495	-3	
21	25	33	0	0	8	1	8	22495	-5	

N	12	12	13	24	13
Min	1	1	3	1	-12
Max	27	19	40	27	8
M	10,50	6,83	14,77	8,67	-1,50
S	7,72	6,83	9,80	6,92	5,66

Головний корпус, Осі Ж-И 1984 р.

Осі	Вздовж					Поперек				
	НЖ	НИ	ДЖ	ДИ	ΔНЖ	ΔНИ	ΔНП	ДБ	ΔLi	
7										
8										
9	35	20	0	0			15	22495	-5	
10	33	19	2	4	2	1	14	22496	-6	
11	33	10	-2	13	0	9	23	22496	-19	
12	24	4	-5	10	9	6	20	22497	-18	
13	-13	0	-10	9	37	4	13	22497	-22	
14	-2	0	0	0	11	0	2	22498	-2	
15	-2	-8	-3	8	0	8	6	22498	-13	
16	-2	-2	-1	5	0	6	0	22499	-7	
17	-10	-20	-1	6	8	18	10	22499	-8	
18		-30	0	8	10	10	30	22500	-8	
19										
20										
21										

N	9	9	10	18	10
Min	0	0	0	0	-22
Max	37	18	30	37	-2
M	8,56	6,89	13,30	7,72	-10,8
S	11,62	6,89	9,37	8,82	6,70

Головний корпус И-К

Головний корпус, Осі И-К 1981 р.

Вздовж										Поперек									
Осі	НИ	НК	ДИ	ДК	ДНИ	ДНК	ДНП	ДБ	ΔLi	Осі	НИ	НК	ДИ	ДК	ДНИ	ДНК	ДНП	ДБ	ΔLi
7										7									
8										8									
9										9									
10		8	6	0	0			2	22499	-1									
11		19	10	-7	-6	11	4	9	22502	-11									
12		16	6	-11	1	3	4	10	22505	-5									
13		14	0	-3	1	2	6	14	22508	6									
14		7	16	14	3	7	16	9	22511	28									
15		14	22	20	0	7	6	8	22514	34									
16		7	20	9	-7	7	2	13	22517	19									
17		5	12	0	0	2	8	7	22520	20									

N	7	7	8	14	8
Min	2	2	2	2	-11
Max	11	16	14	16	34
M	5,57	6,57	9,00	6,07	11,25
S	3,36	4,58	3,70	3,89	16,35

Головний корпус, Осі И-К 1982 р.

Вздовж										Поперек									
Осі	НИ	НК	ДИ	ДК	ДНИ	ДНК	ДНП	ДБ	ΔLi	Осі	НИ	НК	ДИ	ДК	ДНИ	ДНК	ДНП	ДБ	ΔLi
7										7									
8										8									
9		1	-31	0	0	8	9	32	22487	-13									
10		-7	-22	-2	2	10	7	15	22491	-10									
11		3	-15	2	-5	3	0	18	22494	-9									
12		0	-15	8	-2	1	2	15	22498	4									
13		1	-17	-2	1	1	20	18	22501	0									
14		0	3	-9	-2	2	8	3	22505	-7									
15		2	11	-17	-2	1	3	9	22508	-11									
16		3	14	8	0	2	14	11	22512	20									
17		1		0	0				22515	15									

N	8	8	8	16	9
Min	1	0	3	0	-13
Max	10	20	32	20	20
M	3,50	7,88	15,13	5,69	-1,22
S	3,51	6,62	8,48	5,59	11,77

Головний корпус, Осі И-К 1983 р.

Вздовж										Поперек									
Осі	НИ	НК	ДИ	ДК	ДНИ	ДНК	ДНП	ДБ	ΔLi	Осі	НИ	НК	ДИ	ДК	ДНИ	ДНК	ДНП	ДБ	ΔLi
7										7									
8										8									
9		1	-32	0	0			33	22487	-13									
10		-9	-23	-1	4	10	9	14	22491	-7									
11		1	-17	3	-7	10	6	18	22494	-10									
12		0	-16	10	-3	1	1	16	22498	5									
13		4	-19	0	0	4	3	23	22501	1									
14		0	-2	-8	-2	4	17	2	22505	-6									
15		0	10	-17	-3	0	12	10	22508	-12									
16		2	14	8	-3	2	4	12	22512	17									
17		0	0	0	0	2	14	0	22515	15									

N	8	8	9	16	9
Min	0	1	0	0	-13
Max	10	17	33	17	17
M	4,13	8,25	14,22	6,19	-1,11
S	3,87	5,70	10,13	5,17	11,14

Головний корпус, Осі И-К 1984 р.

Вздовж										Поперек									
Осі	НИ	НК	ДИ	ДК	ДНИ	ДНК	ДНП	ДБ	ΔLi	Осі	НИ	НК	ДИ	ДК	ДНИ	ДНК	ДНП	ДБ	ΔLi
7										7									
8										8									
9										9									
10		18	10	10	0			8	22591	101									
11		3	6	11	-5	15	4	3	22572	78									
12		2	6	19	-3	1	0	4	22553	69									
13		-1	11	16	1	3	5	12	22533	50									
14		0	-10	10	7	1	21	10	22514	31									
15		-10	-19	0	8	10	9	9	22495	3									
16		0	-23	0	0	10	4	23											
17		0	-18	0	0	0	5	18											

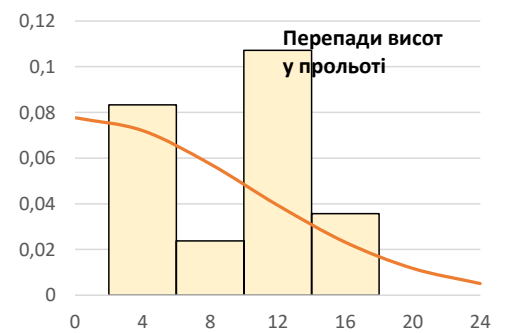
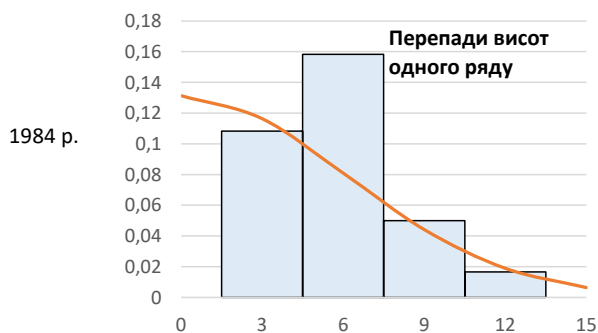
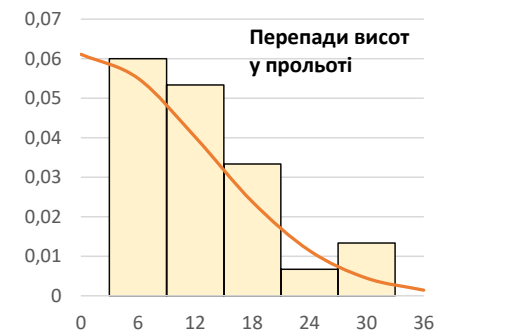
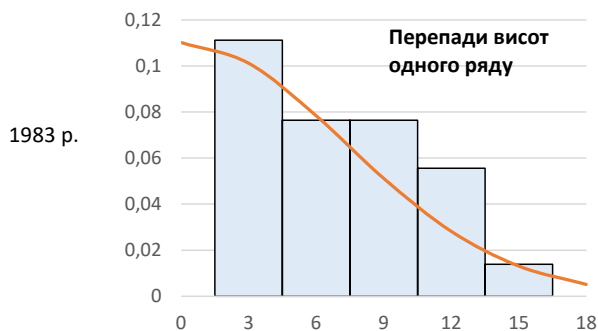
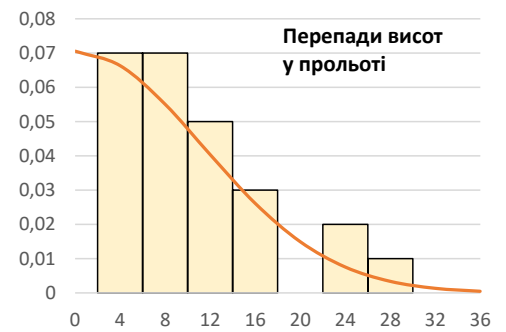
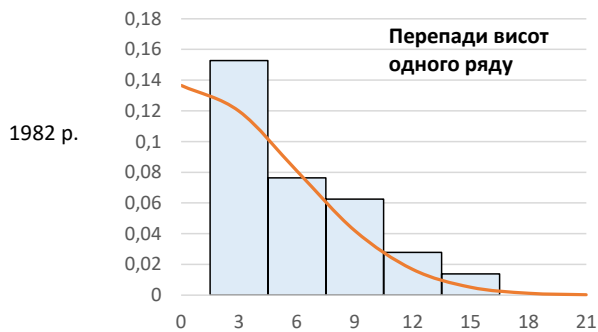
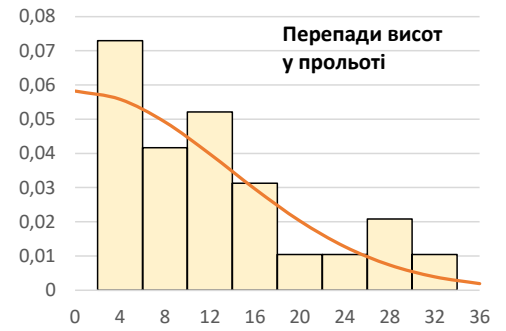
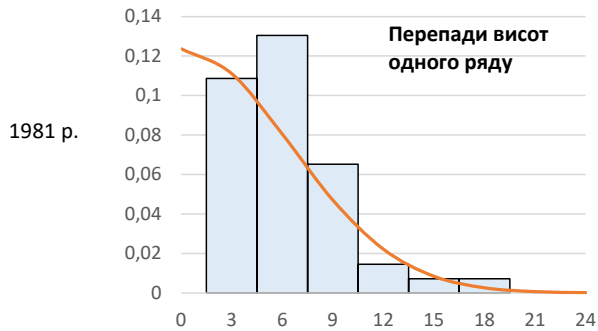
N	7	7	8	14	6
Min	0	0	3	0	3
Max	15	21	23	21	101
M	5,71	6,86	10,88	6,29	55,33
S	5,88	6,77	6,77	6,12	34,96

ДОДАТОК Б

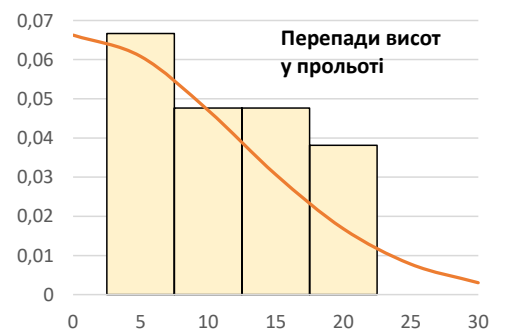
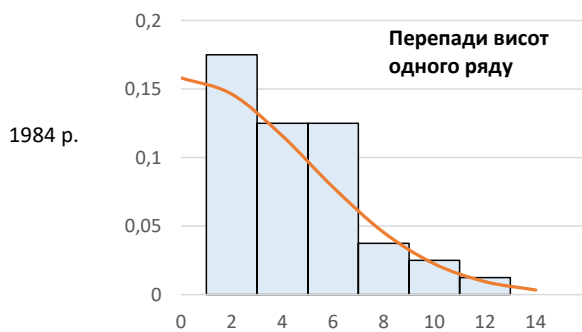
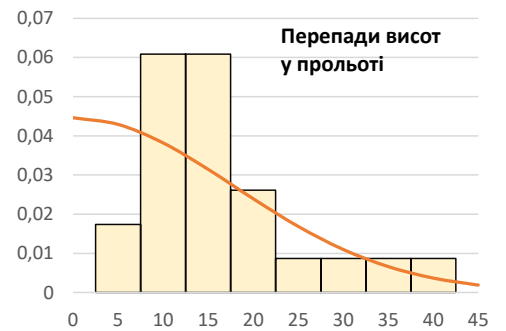
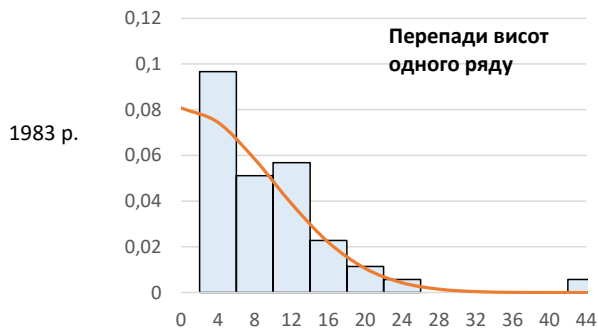
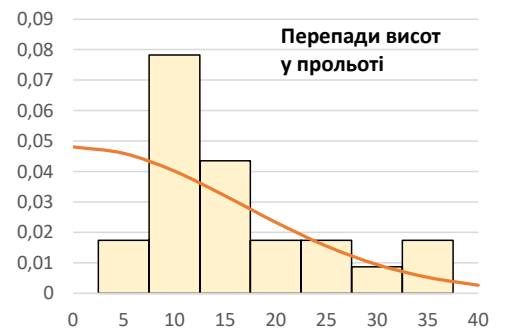
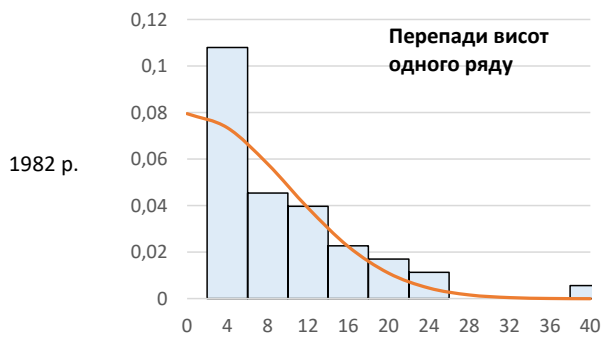
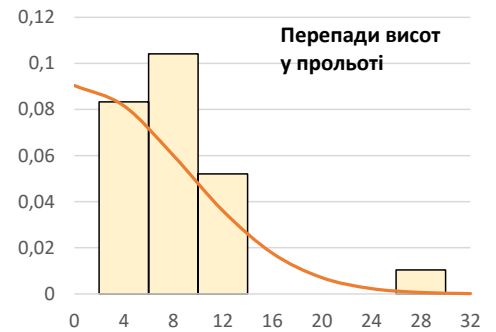
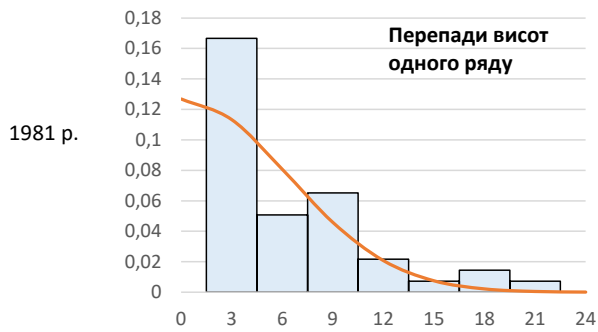
ГІСТОГРАМИ РОЗПОДІЛУ ВЕРТИКАЛЬНИХ ВІДХИЛЕНЬ

КРАНОВИХ КОЛІЙ

Блок цехів А-Б



Блок цехів Б-В



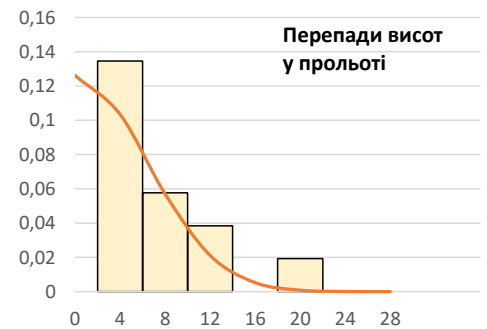
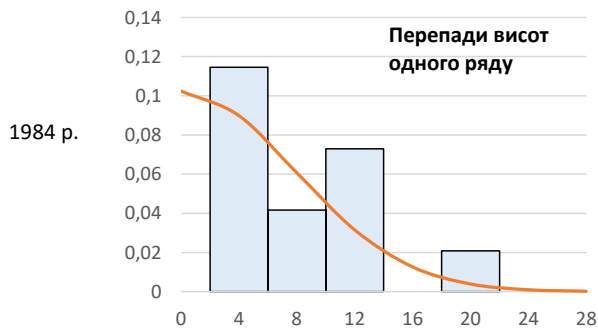
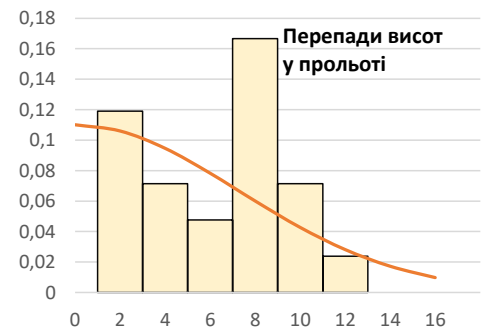
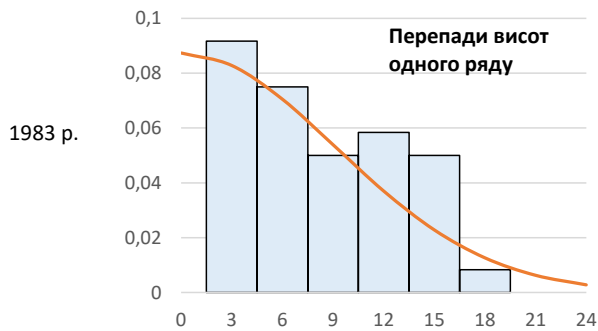
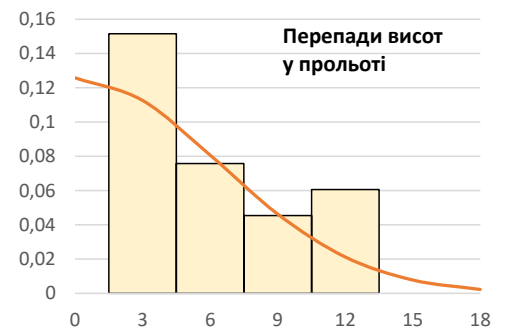
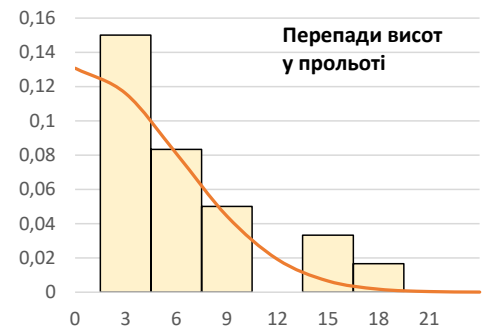
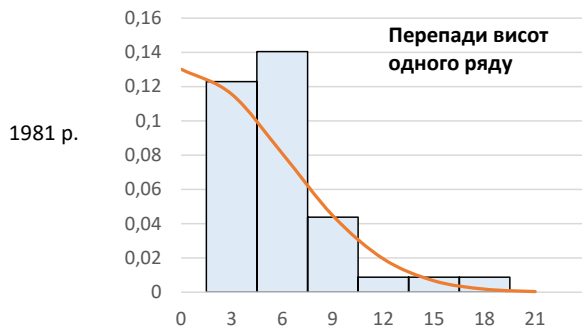
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

КМР 1619204 ПЗ

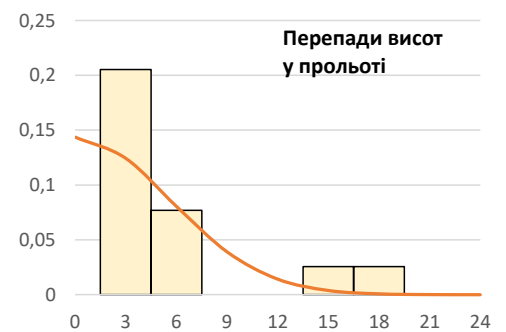
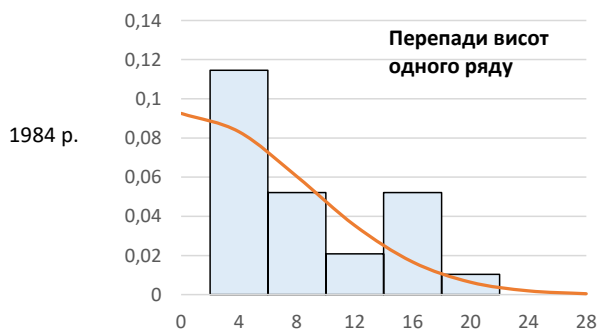
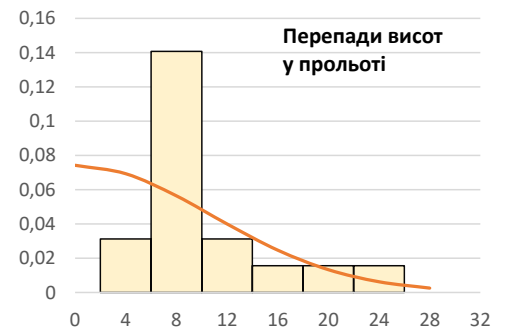
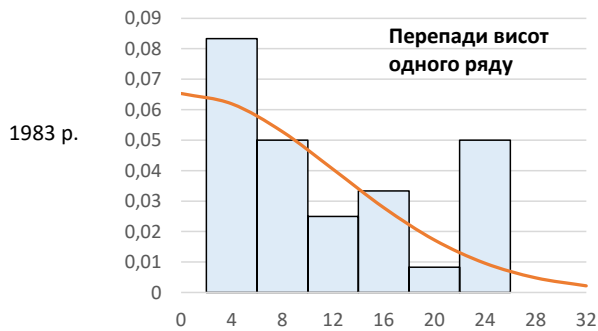
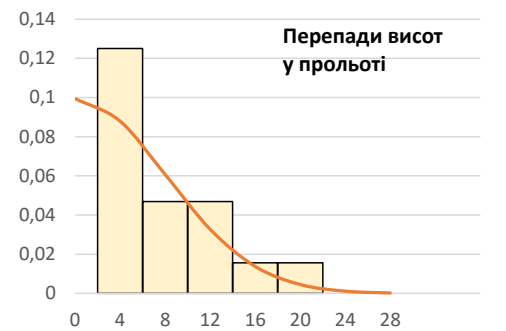
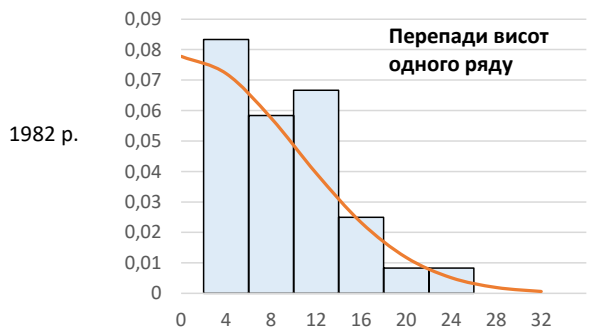
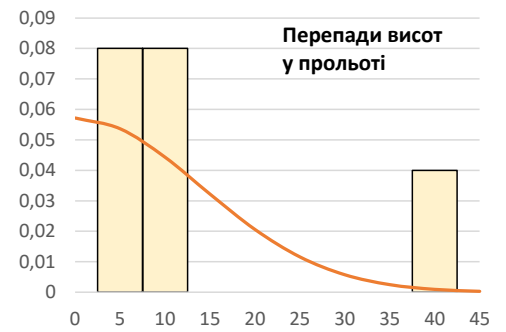
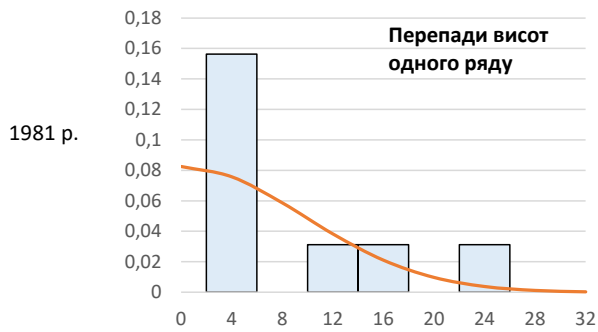
Аркуш

103

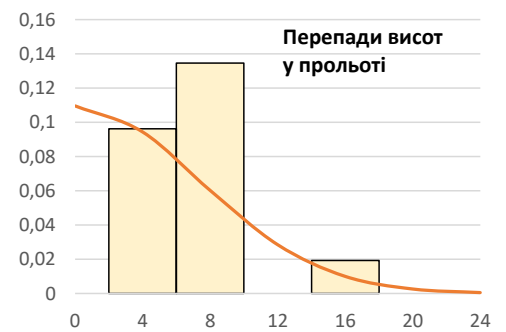
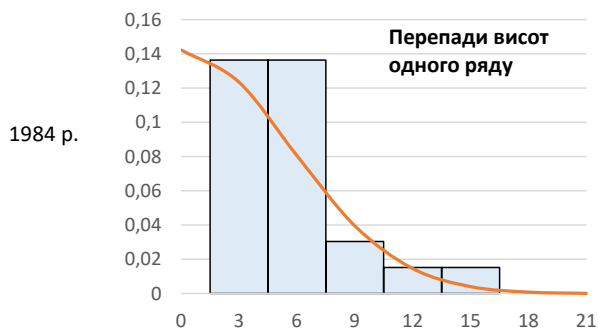
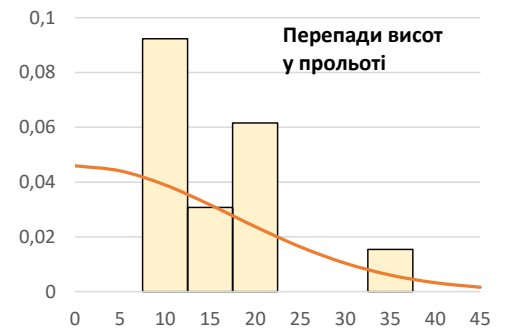
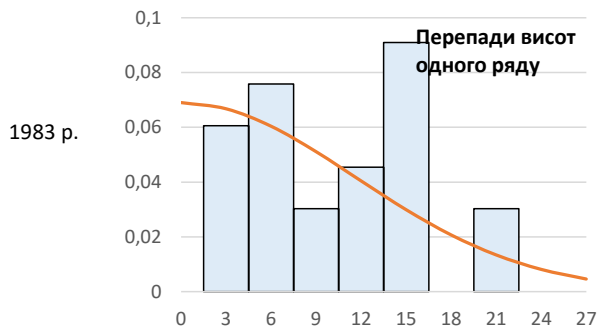
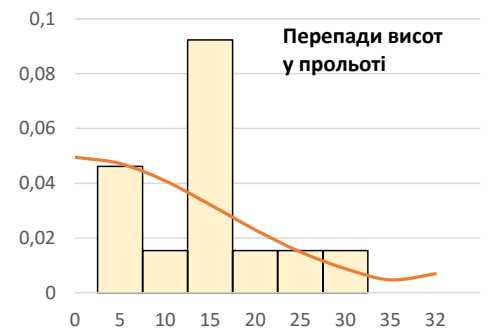
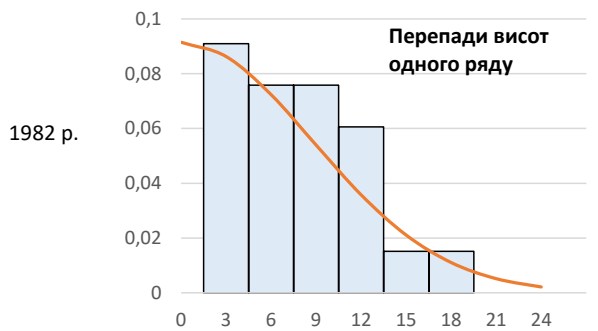
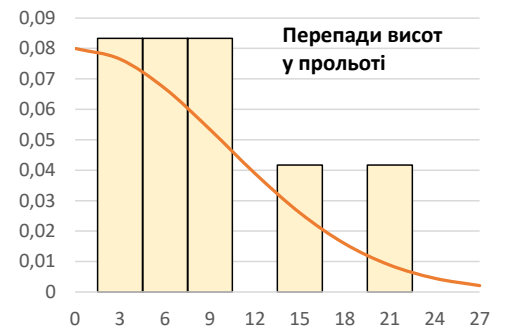
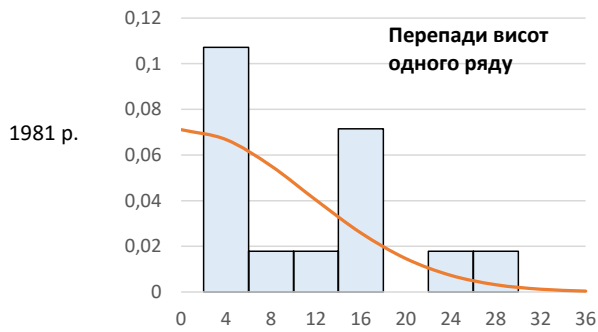
КДЦ А-Б



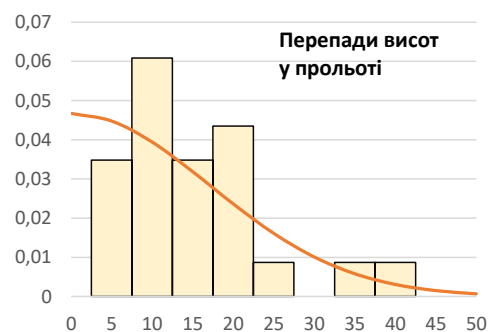
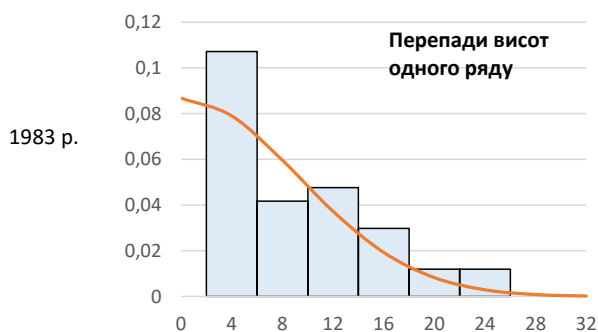
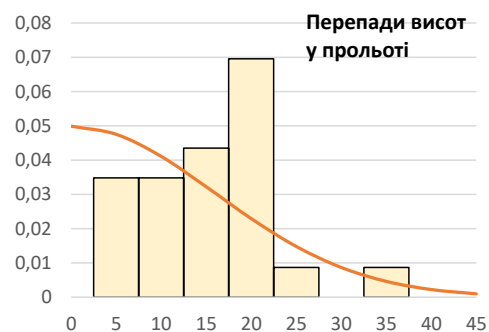
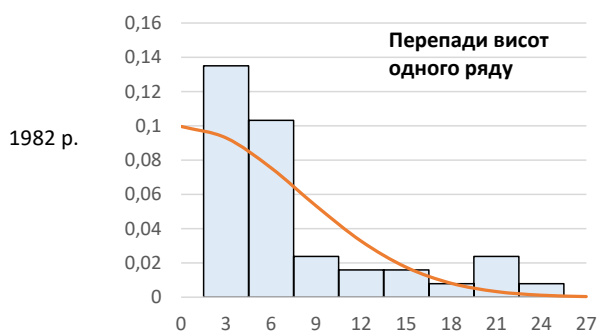
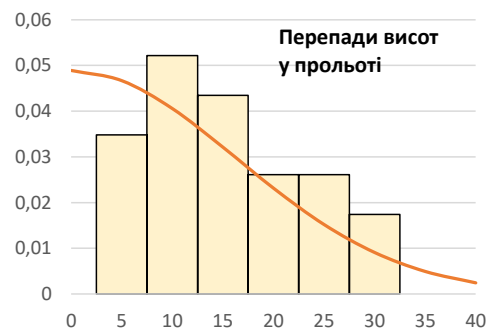
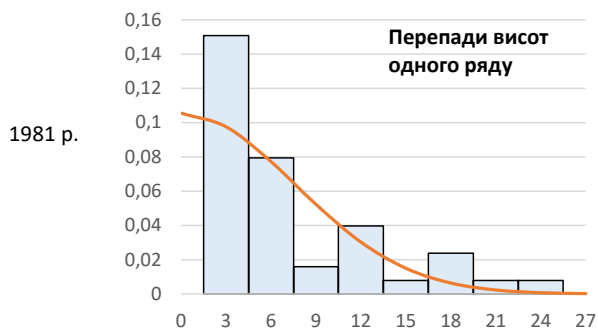
КДЦ Б-В



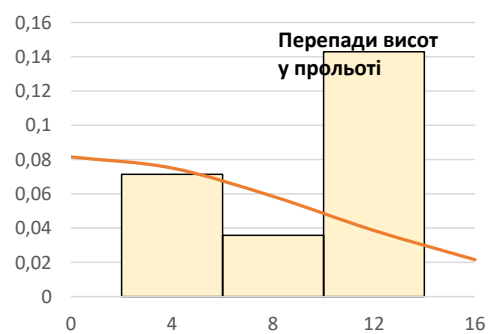
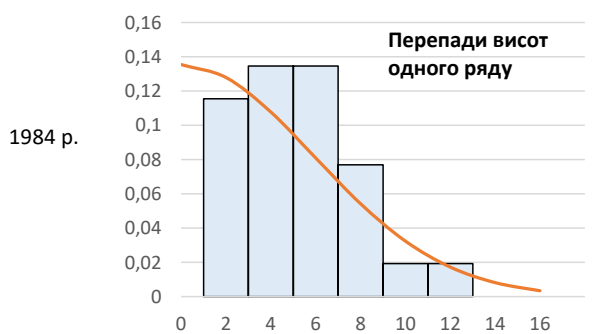
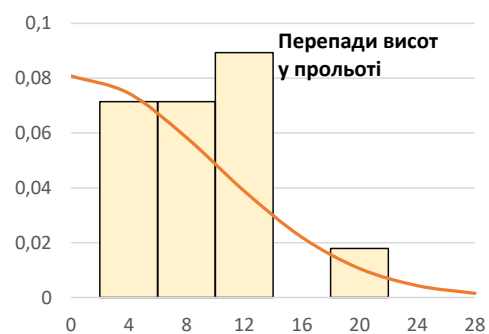
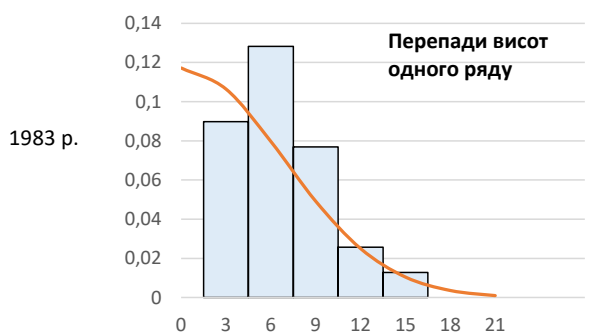
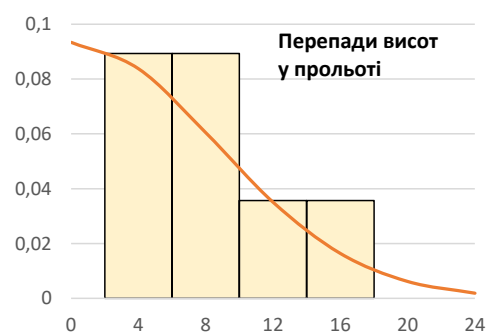
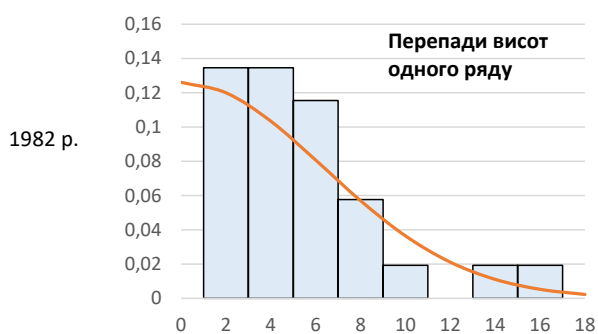
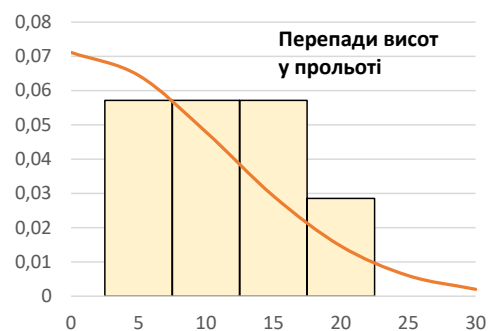
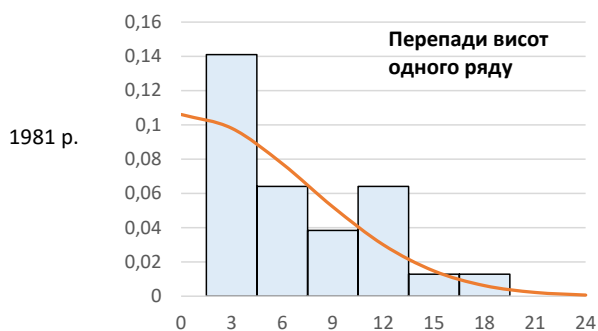
КДЦ В-Г



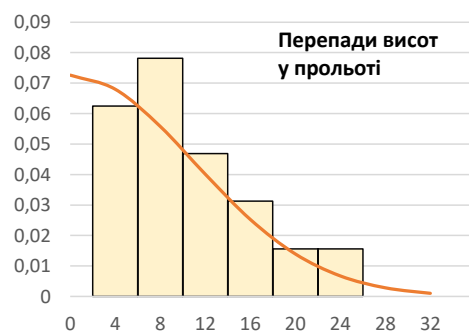
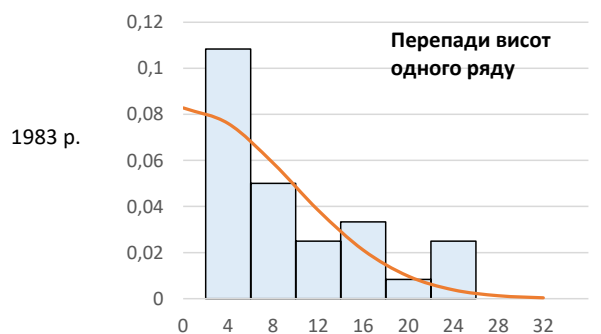
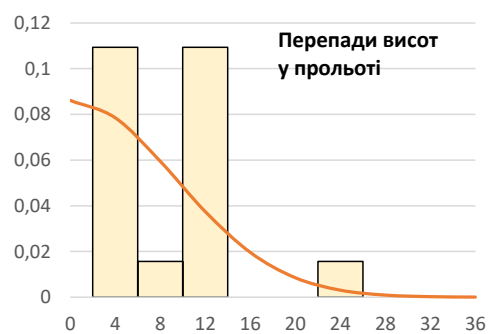
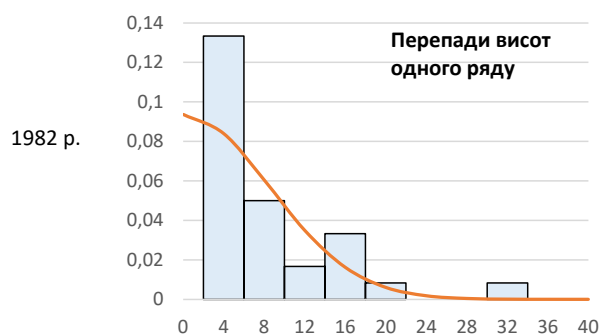
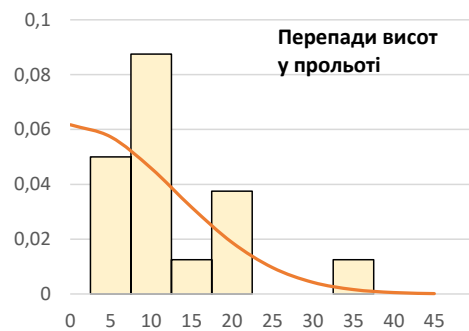
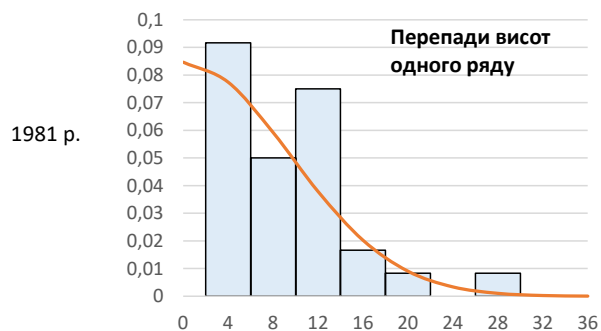
СГП-1 40-41



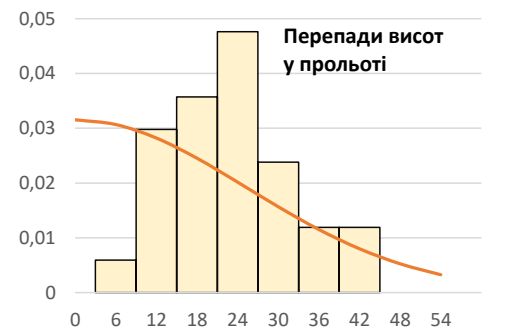
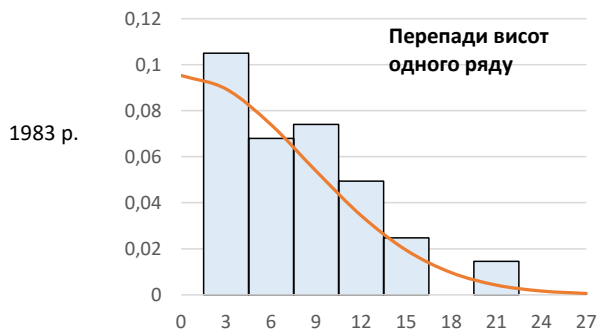
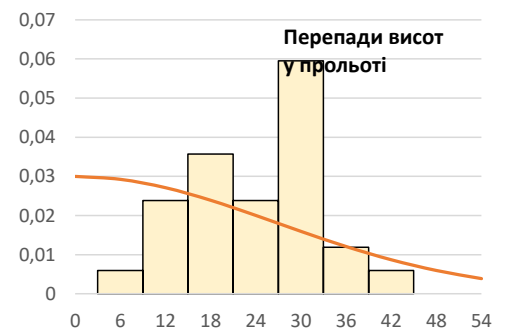
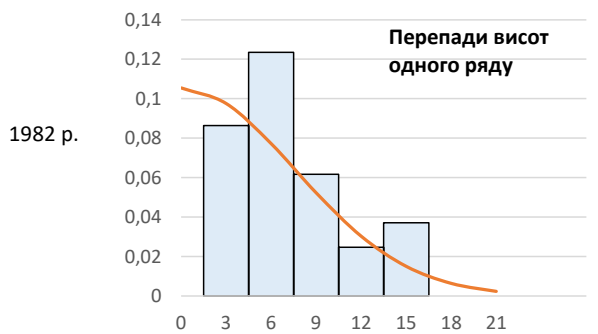
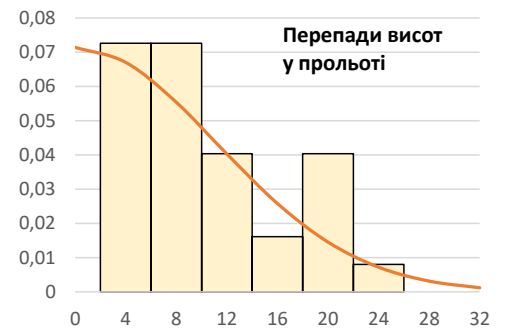
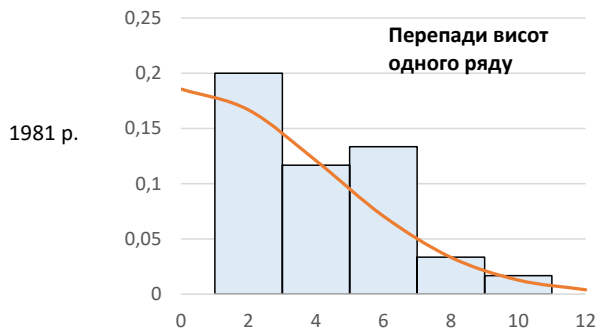
СПП-2 А-Б



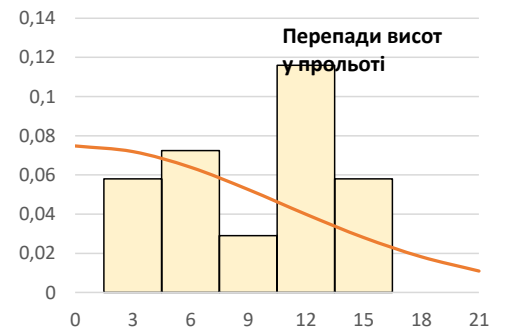
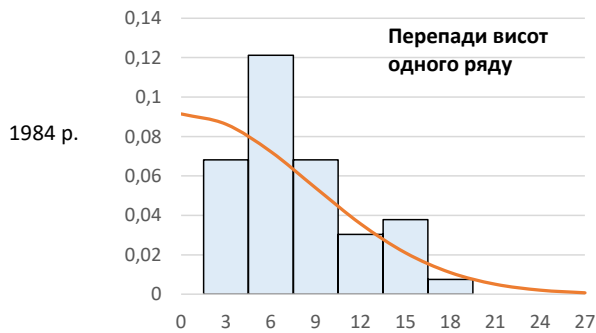
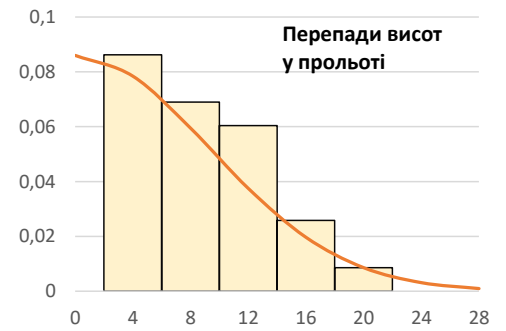
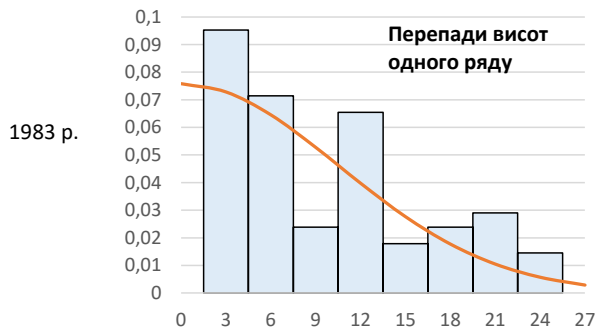
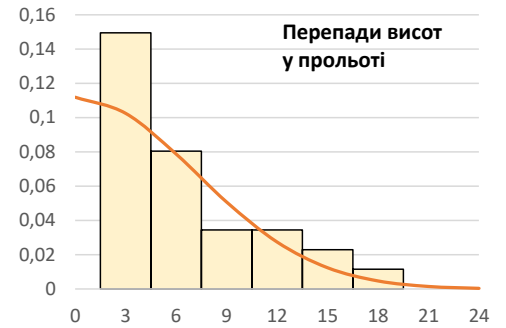
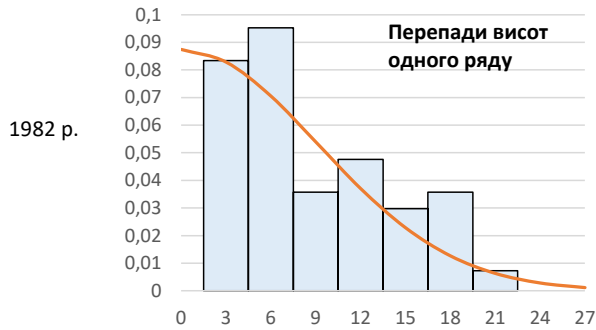
СПП-3 Б-В



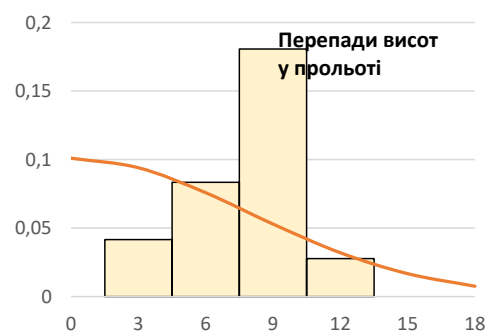
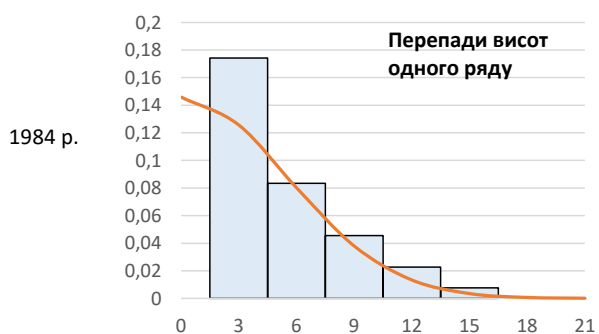
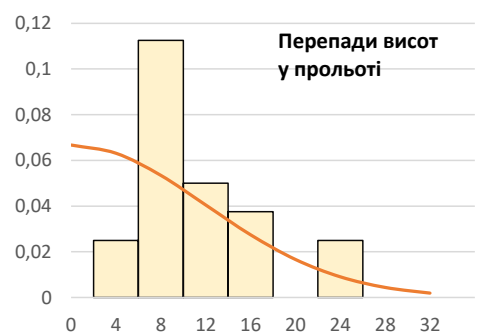
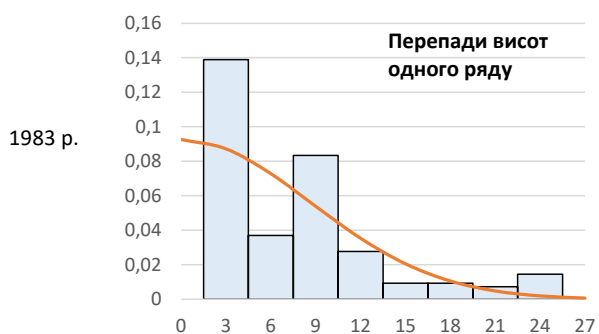
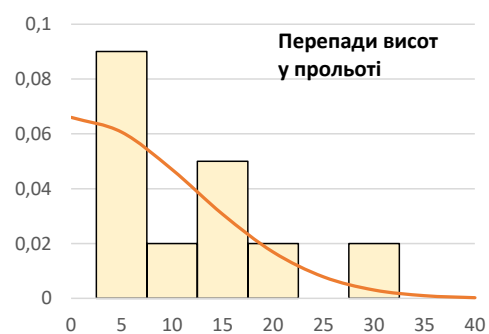
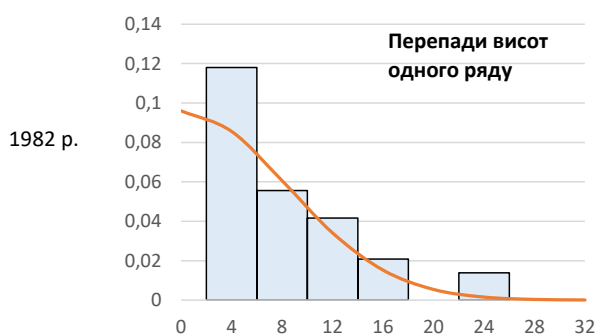
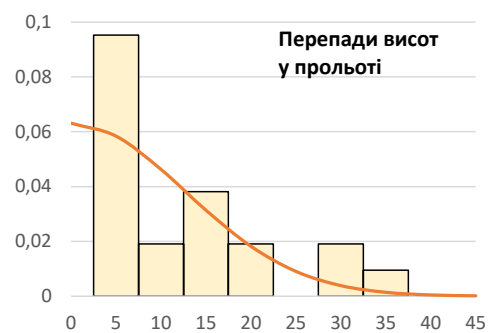
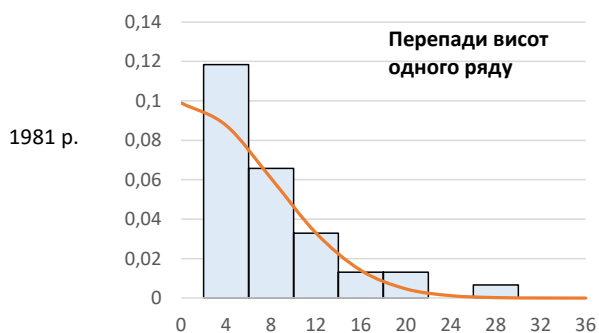
Склад листового металу А-Б



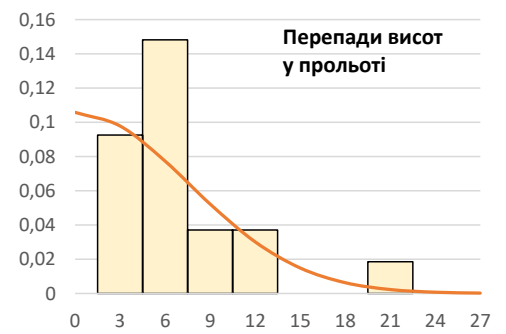
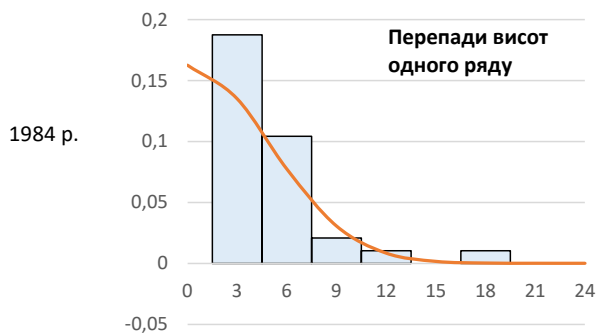
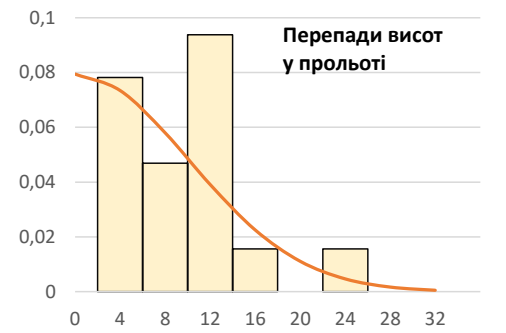
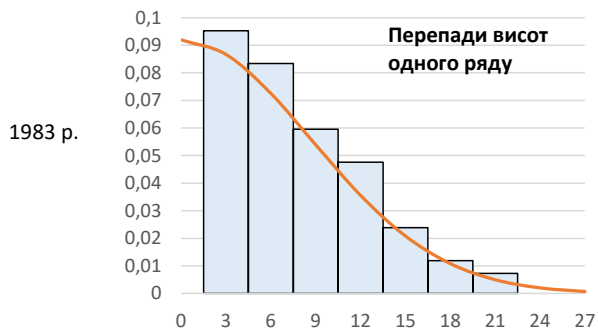
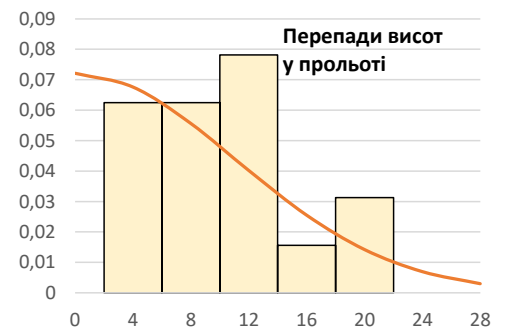
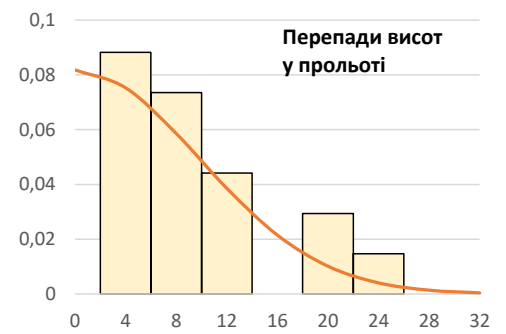
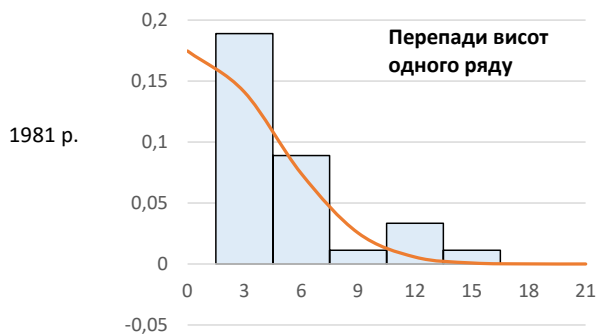
Головний корпус 1-6



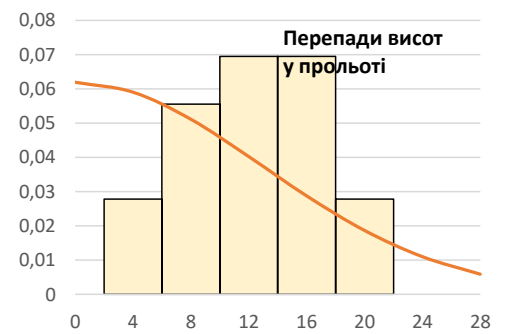
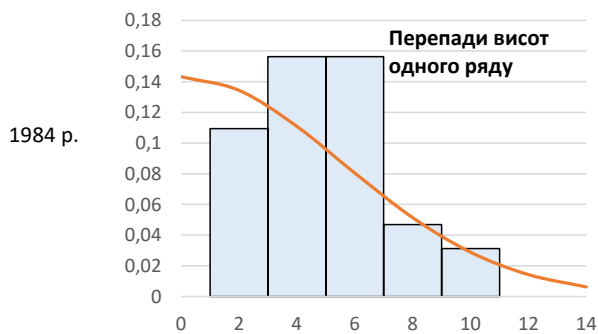
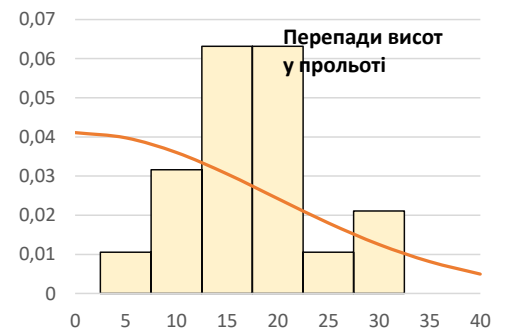
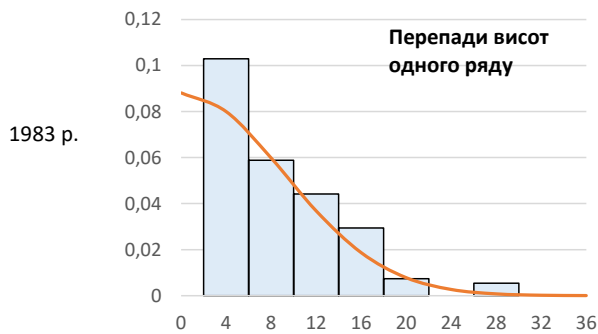
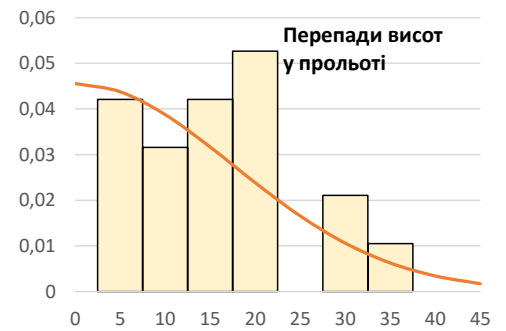
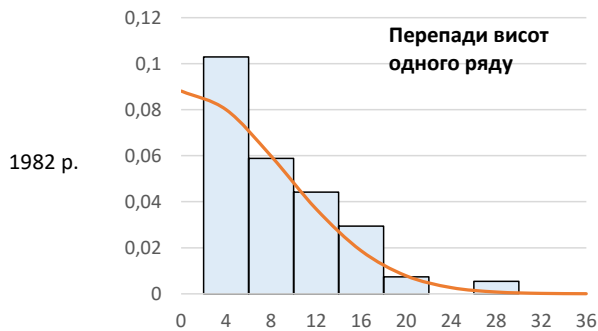
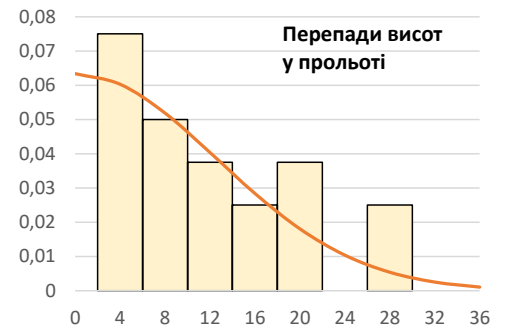
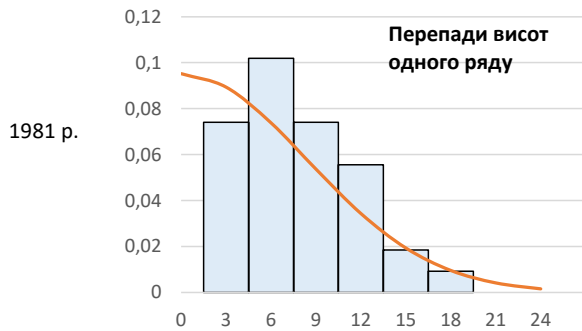
Головний корпус А-Б



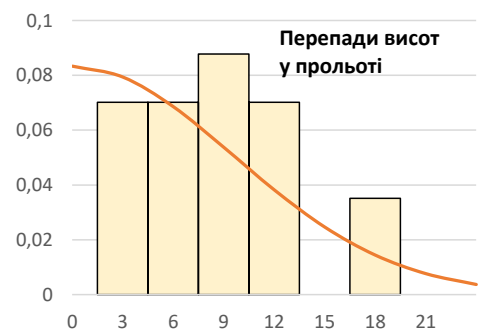
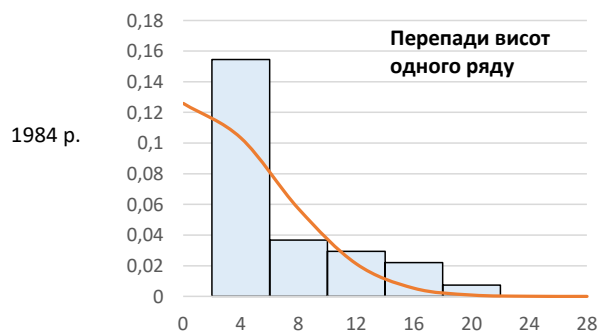
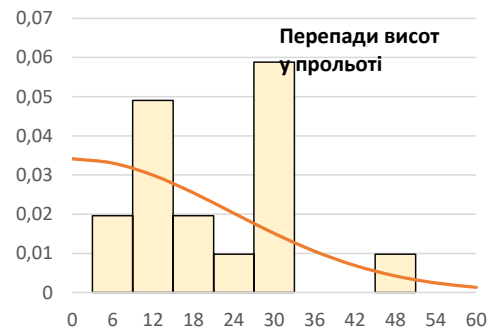
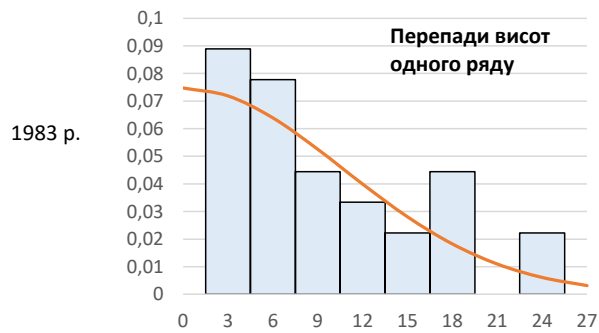
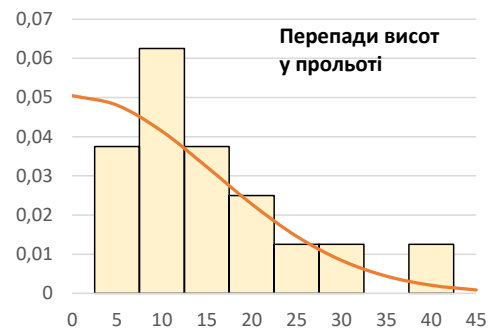
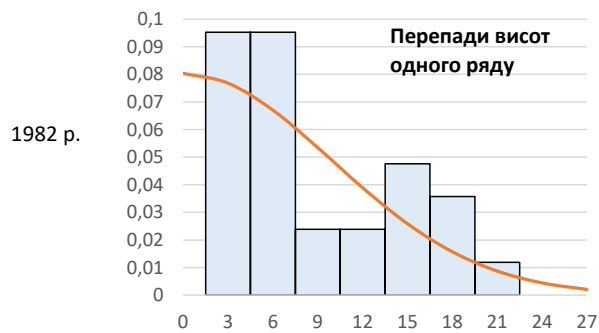
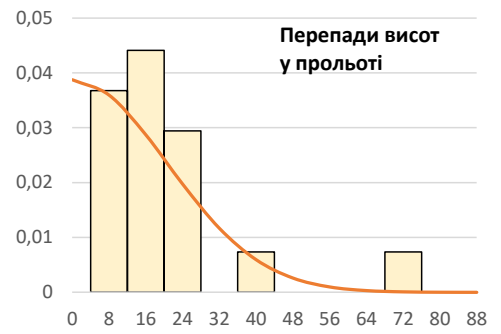
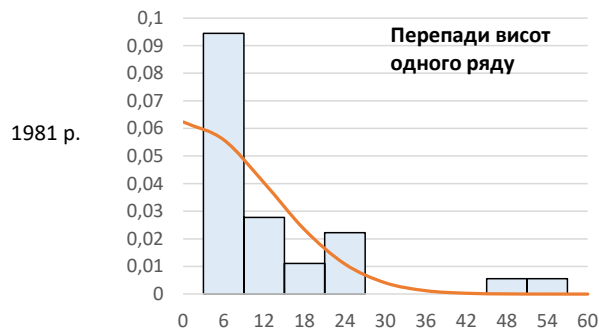
Головний корпус Б-В



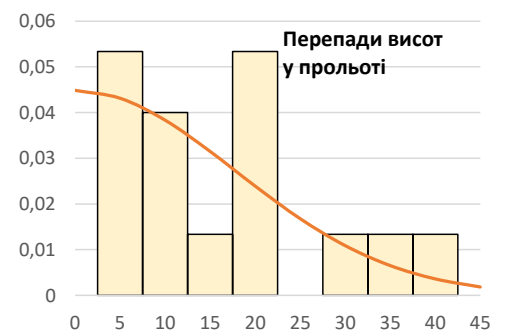
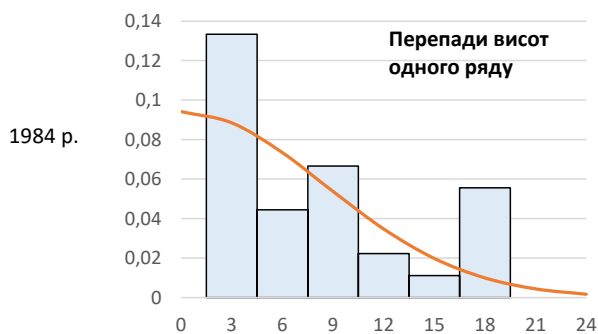
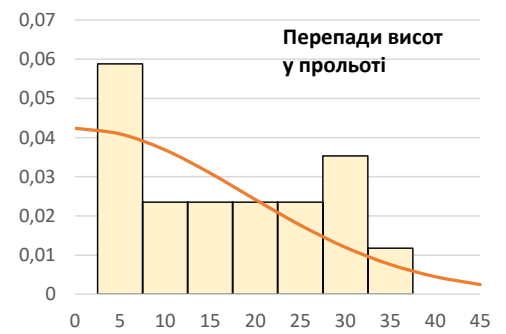
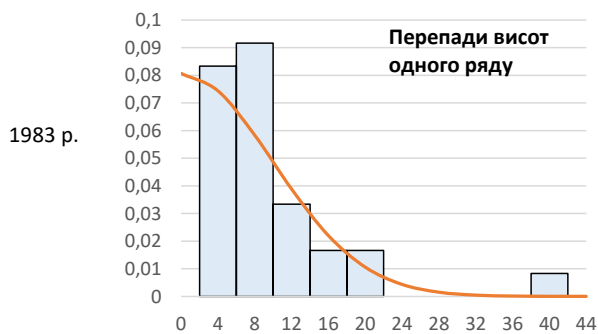
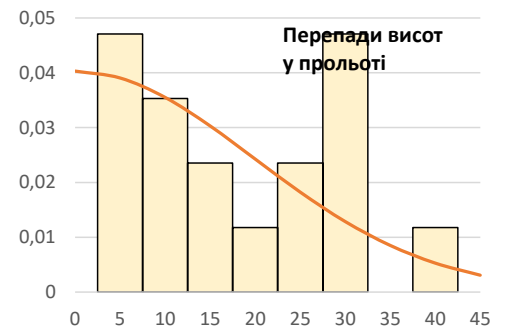
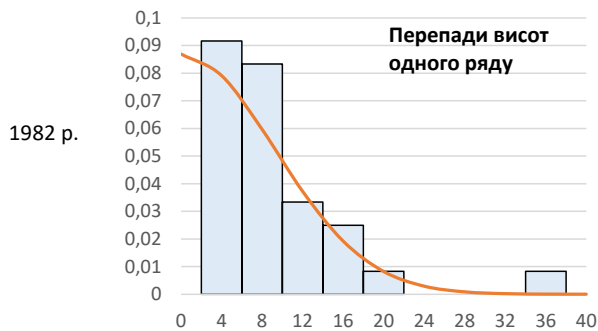
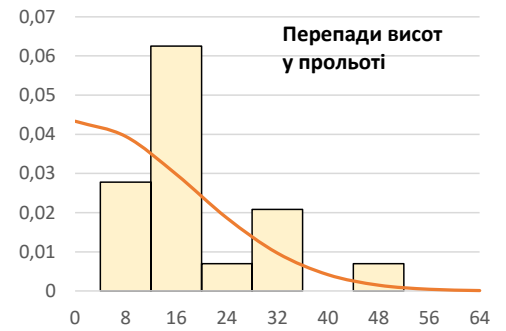
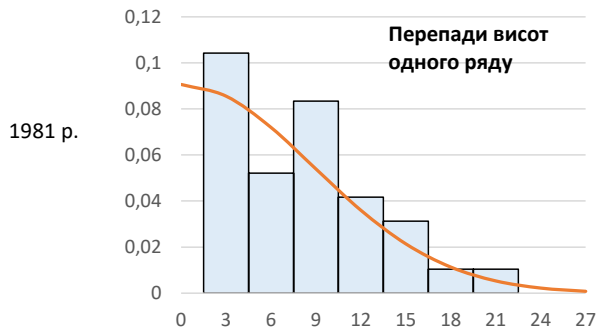
Головний корпус В-Г



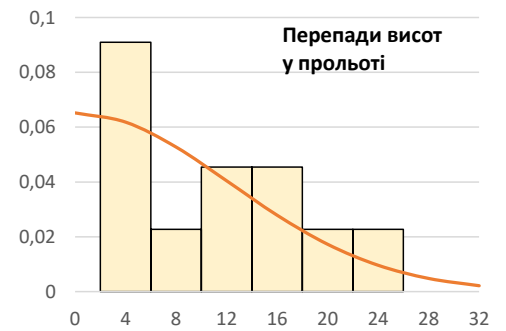
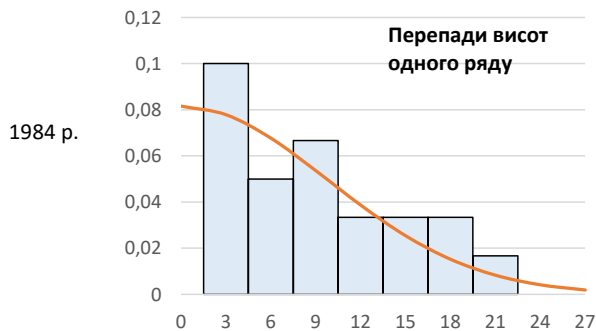
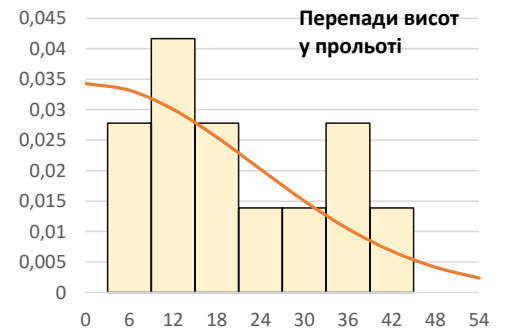
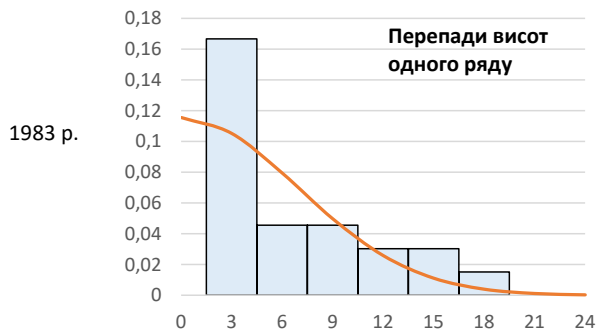
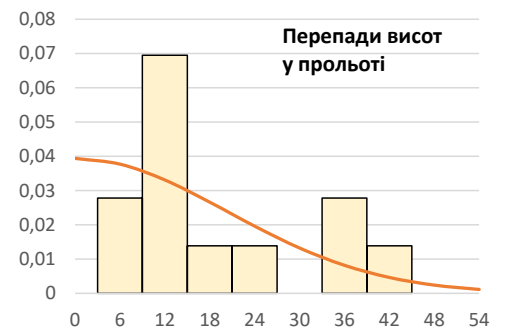
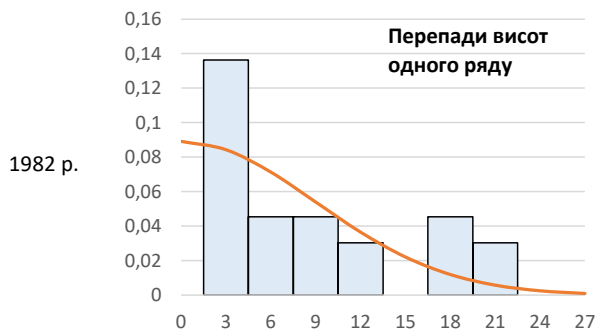
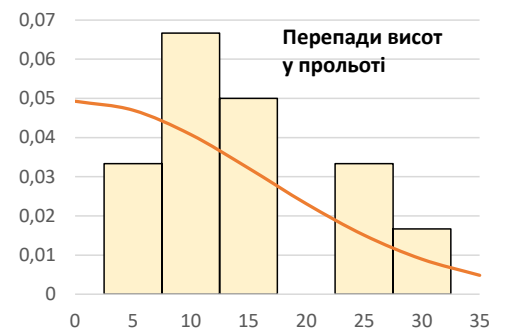
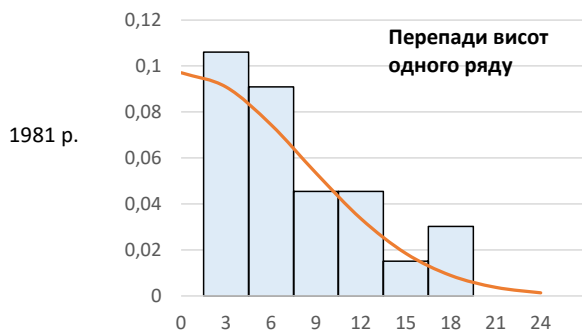
Головний корпус Г-Д



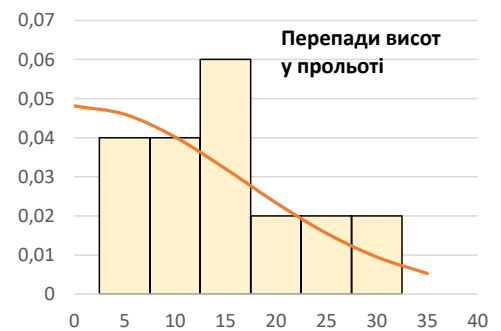
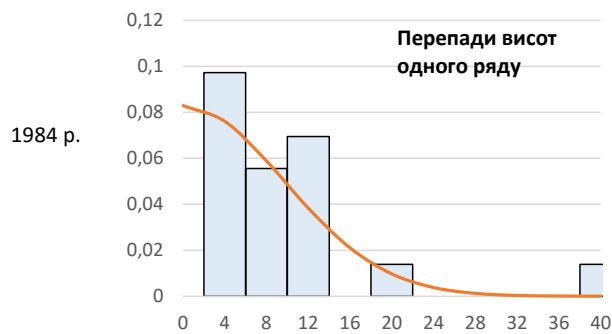
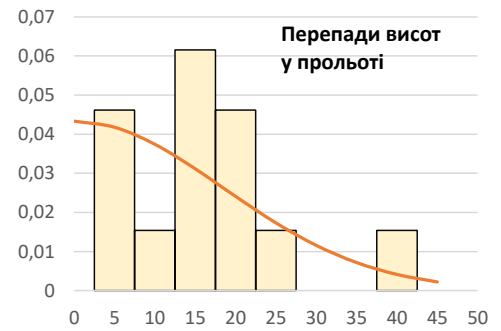
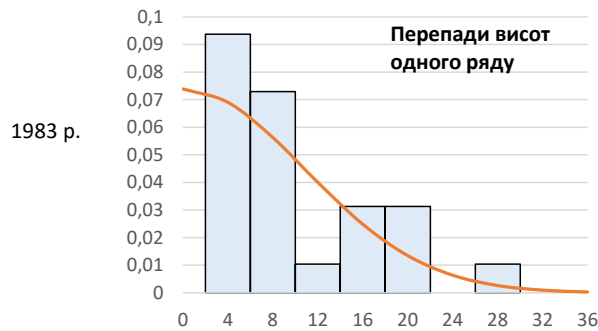
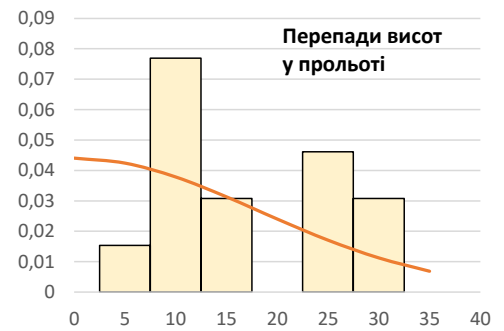
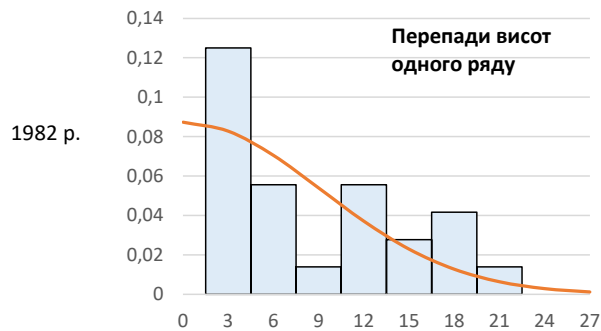
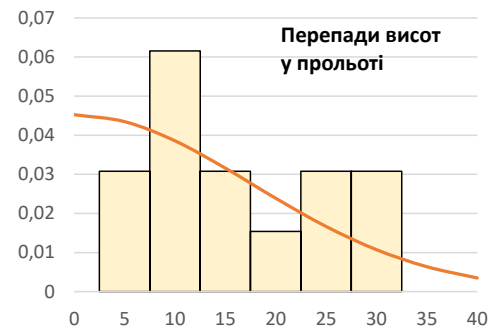
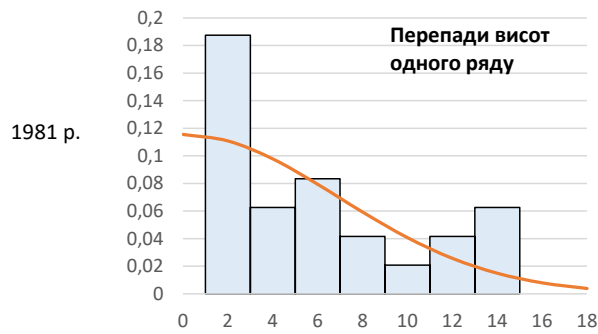
Головний корпус Д-Е



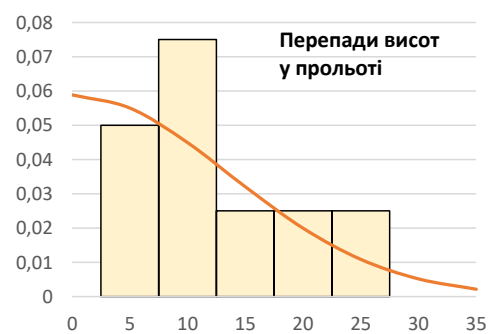
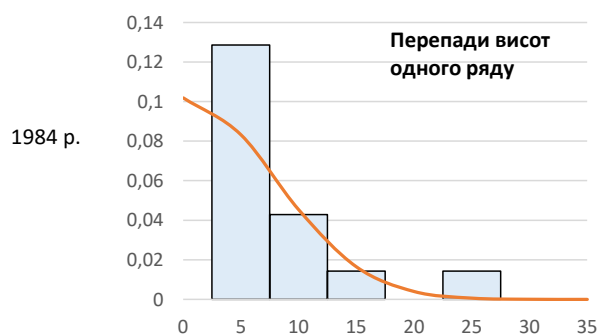
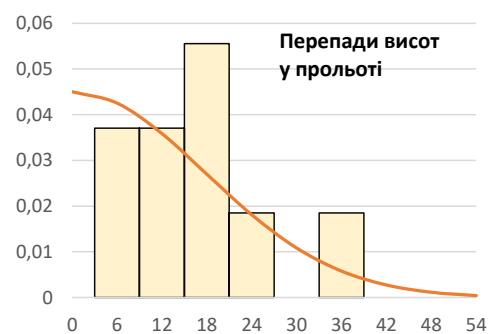
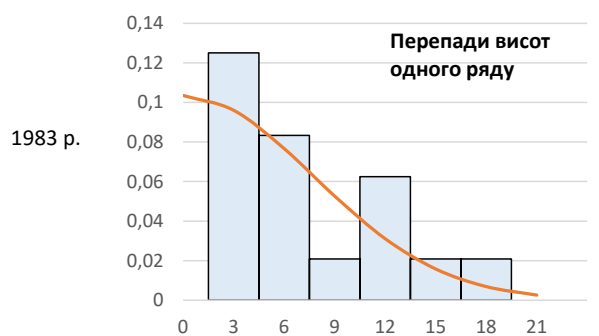
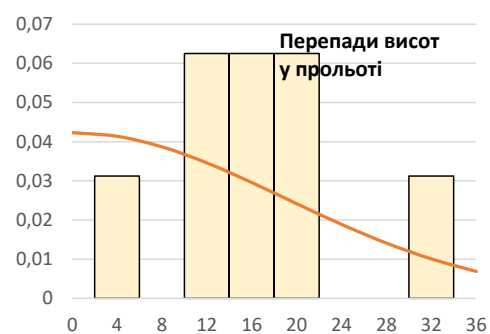
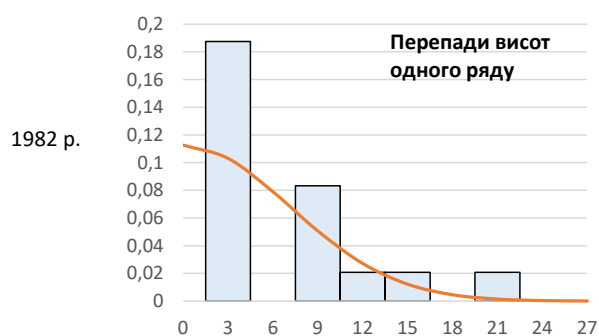
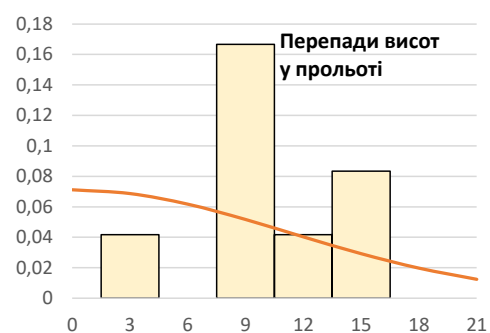
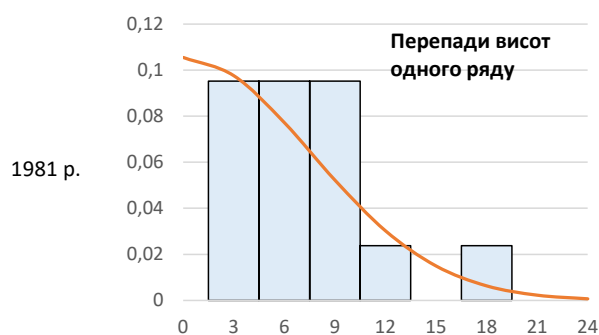
Головний корпус Е-Ж



Головний корпус Ж-И



Головний корпус І-К



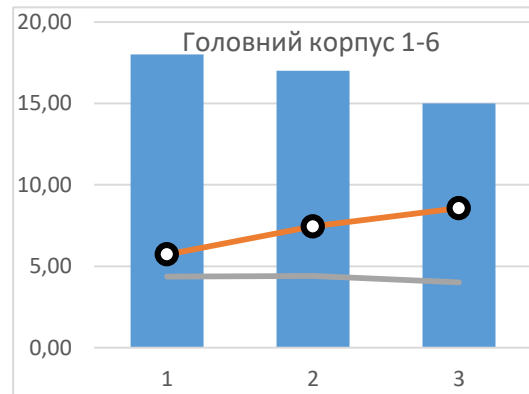
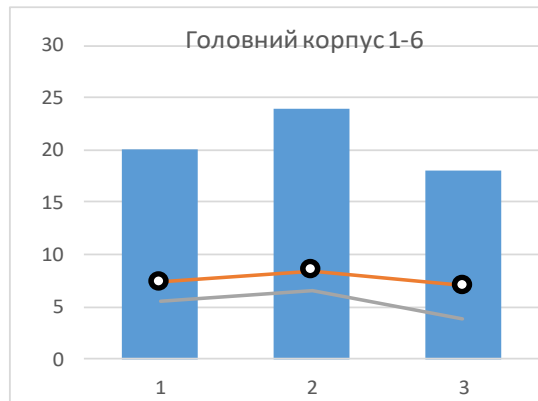
ДОДАТОК В

ЗМІНИ В ЧАСІ ВЕРТИКАЛЬНИХ ВІДХИЛЕНЬ ВІД ПРОЕКТНОГО ПОЛОЖЕННЯ

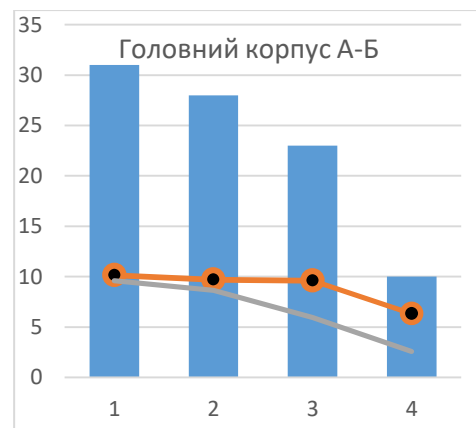
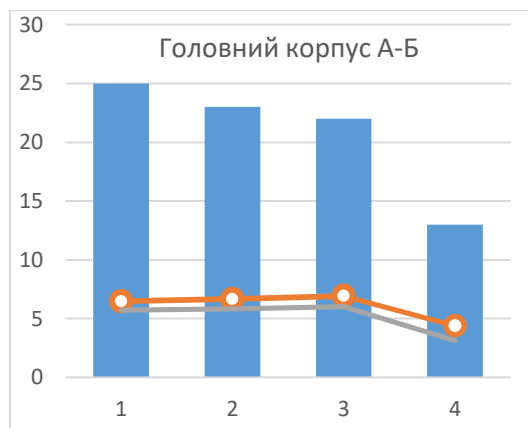
Вздовж

Поперек

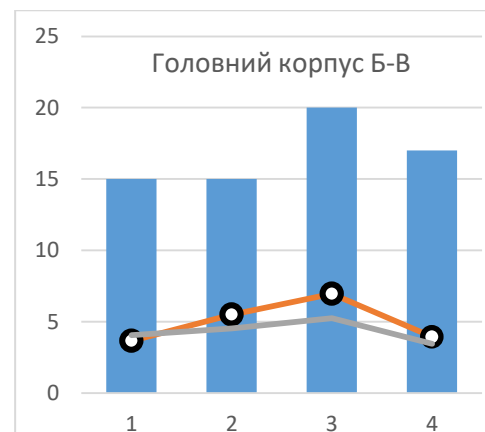
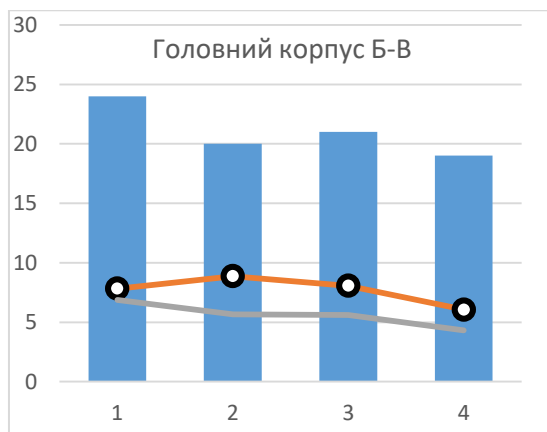
Головний корпус 1-6



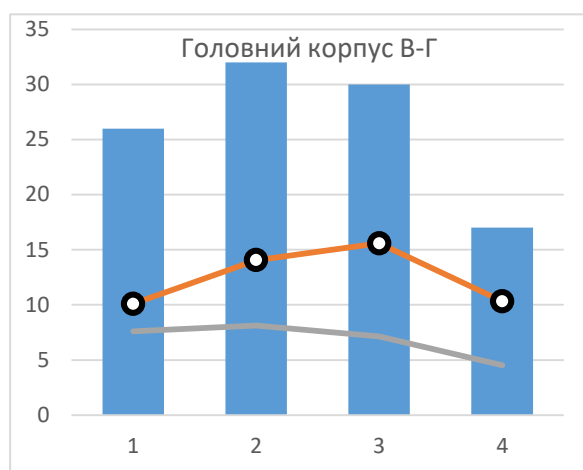
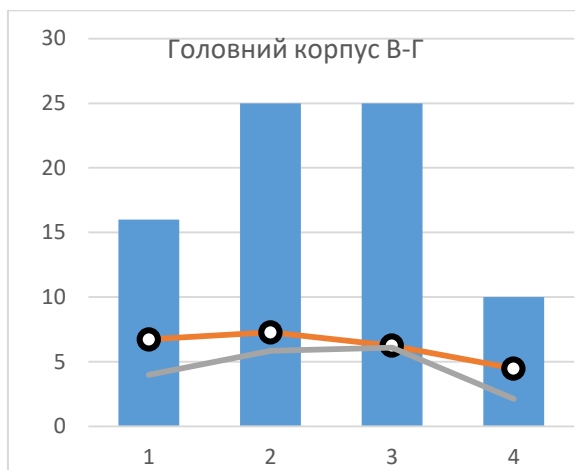
Головний корпус А-Б



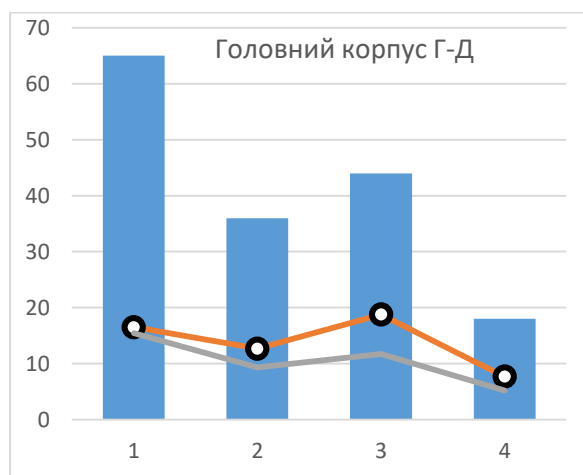
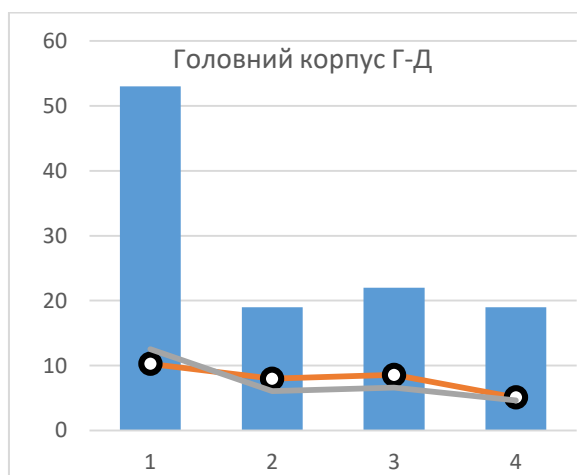
Головний корпус Б-В



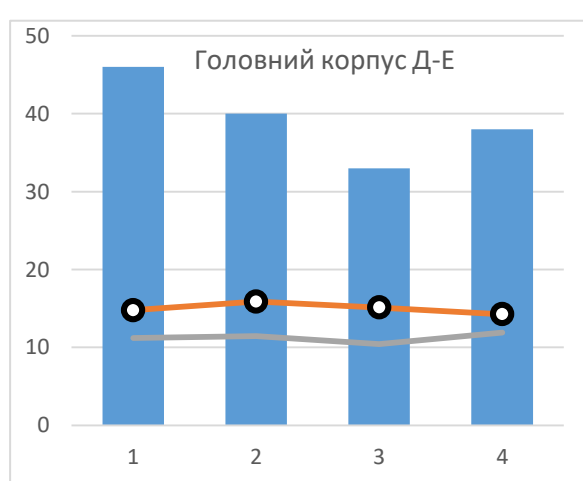
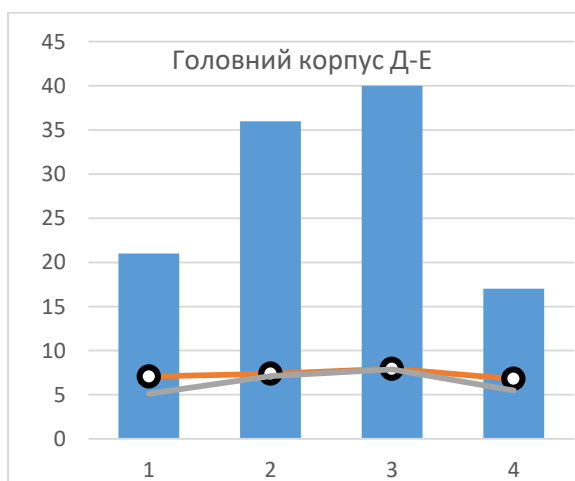
Головний корпус В-Г



Головний корпус Г-Д



Головний корпус Д-Е



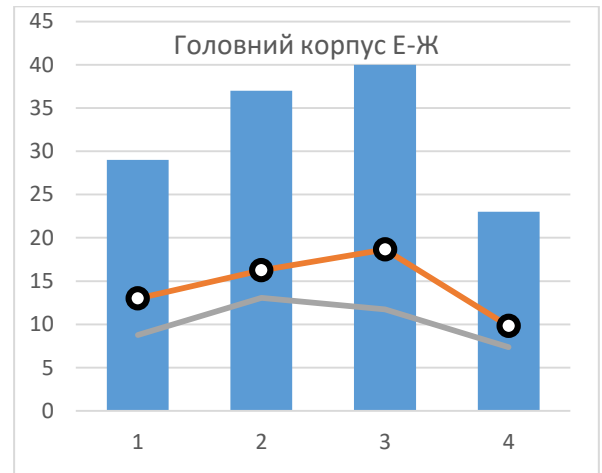
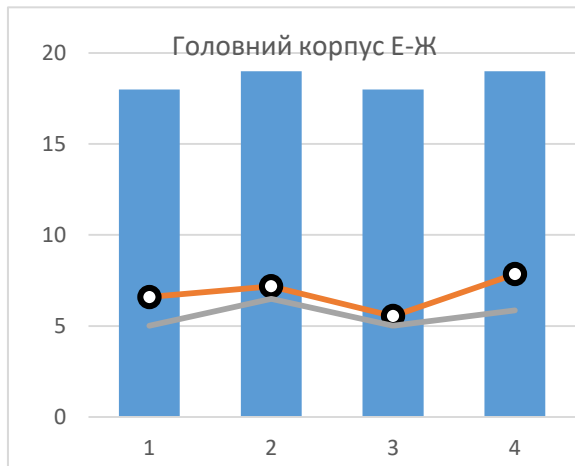
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

КМР 1619204 ПЗ

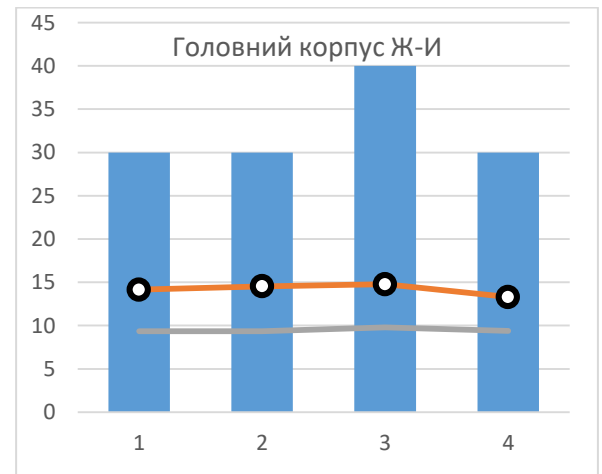
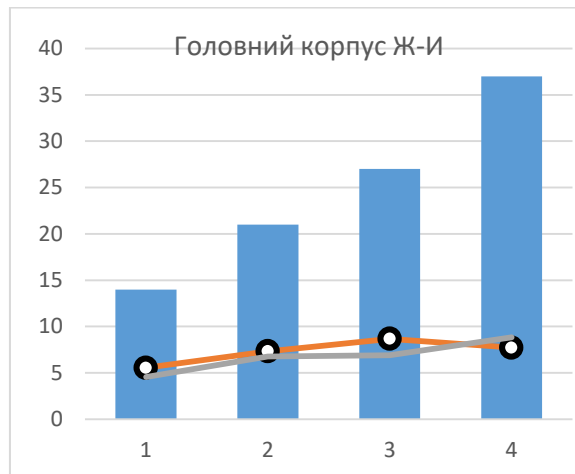
Аркуш

121

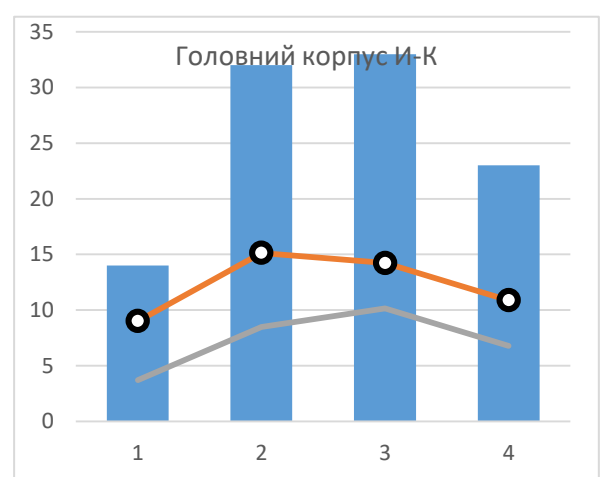
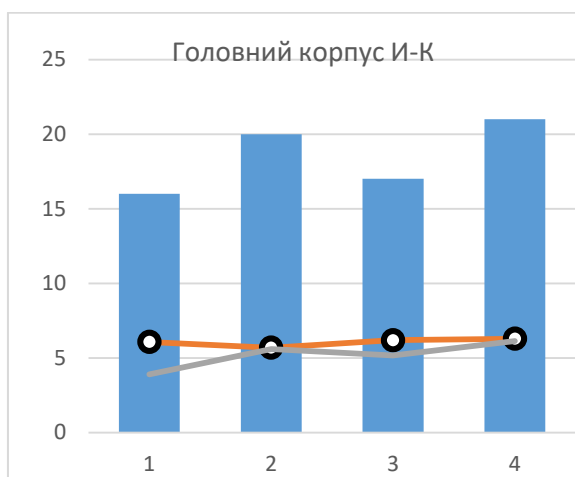
Головний корпус Е-Ж



Головний корпус Ж-И



Головний корпус И-К



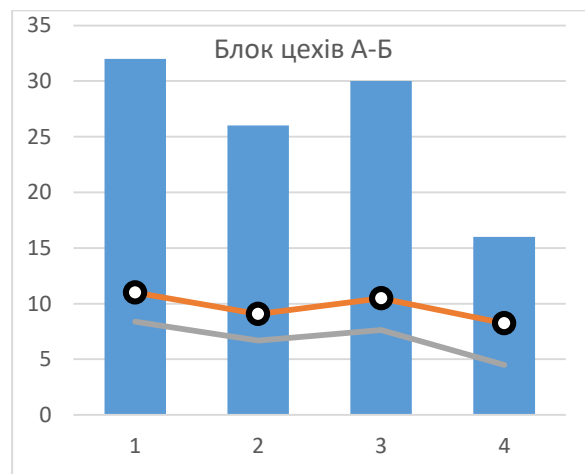
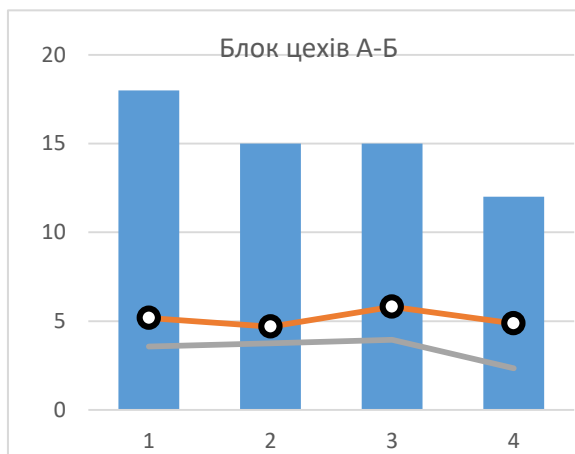
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

КМР 1619204 ПЗ

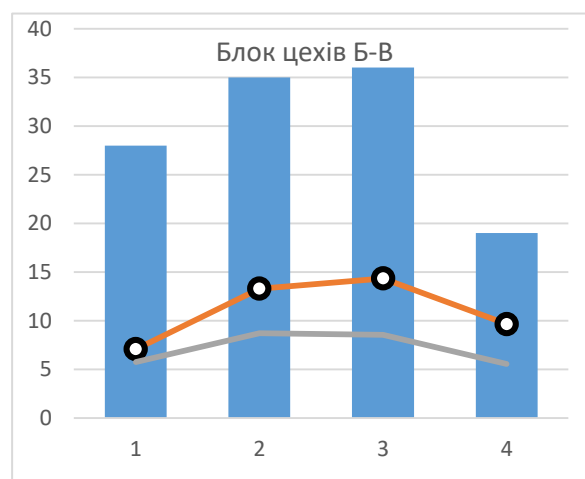
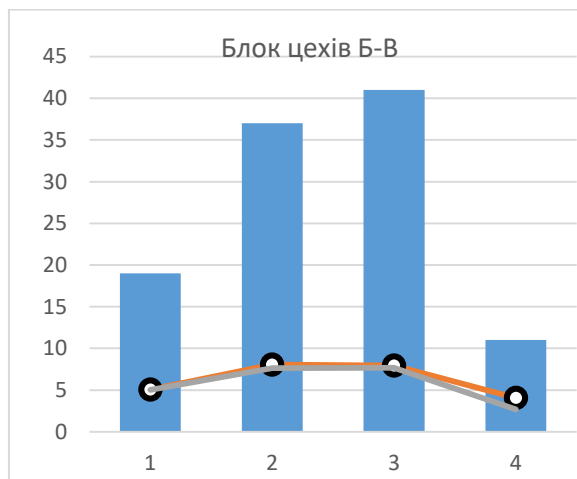
Аркуш

122

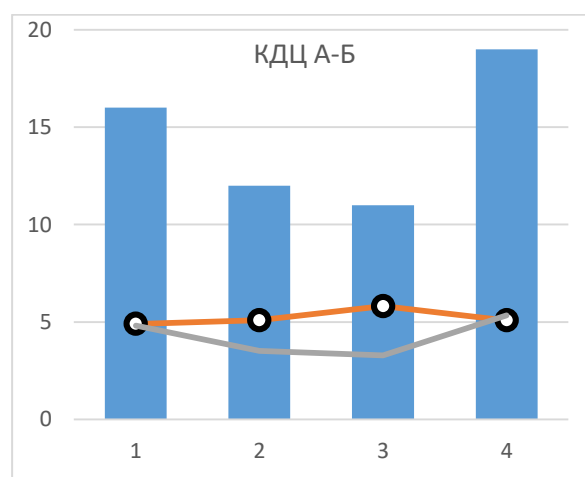
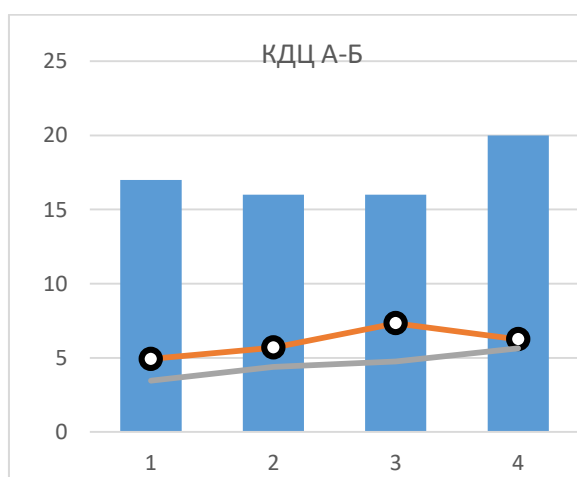
Блок цехів А-Б



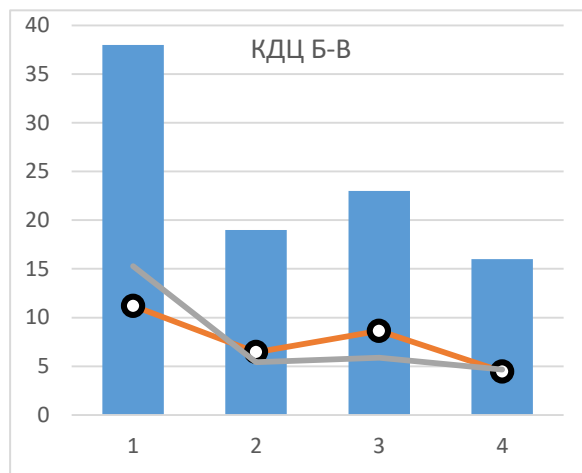
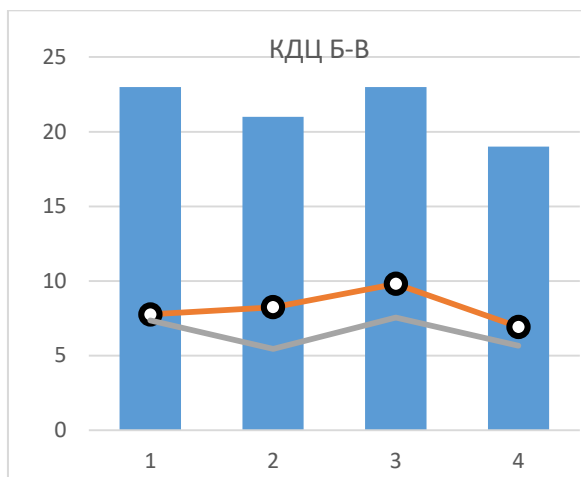
Блок цехів Б-В



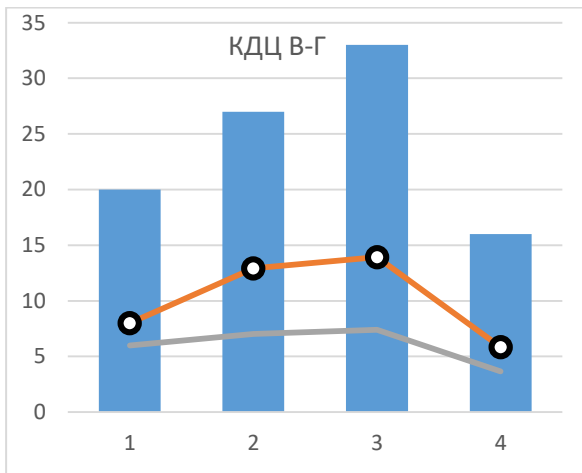
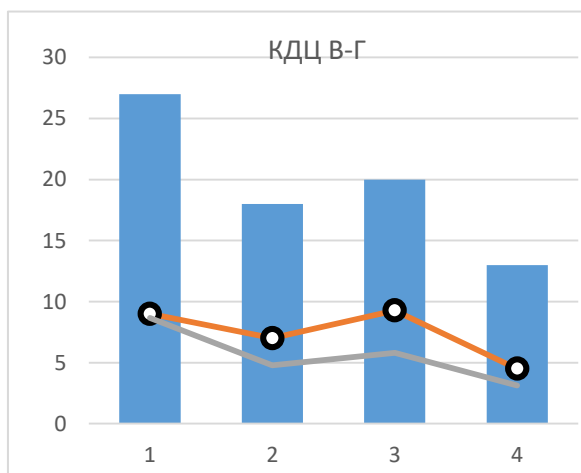
КДЦ А-Б



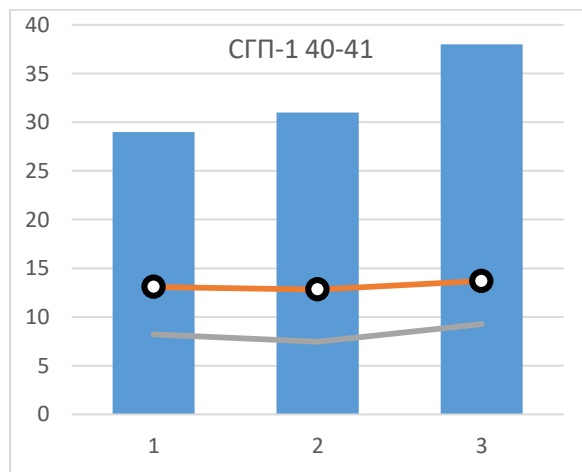
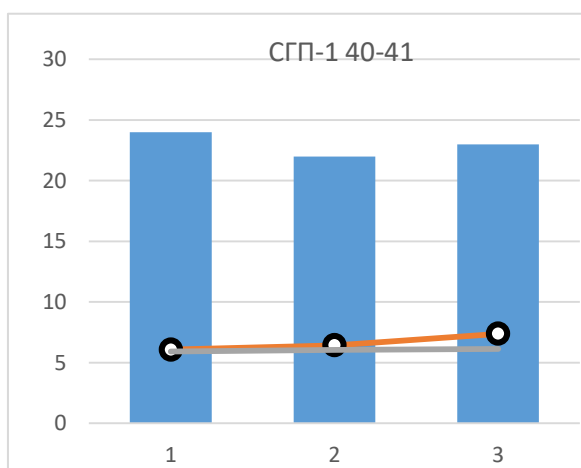
КДЦ Б-В



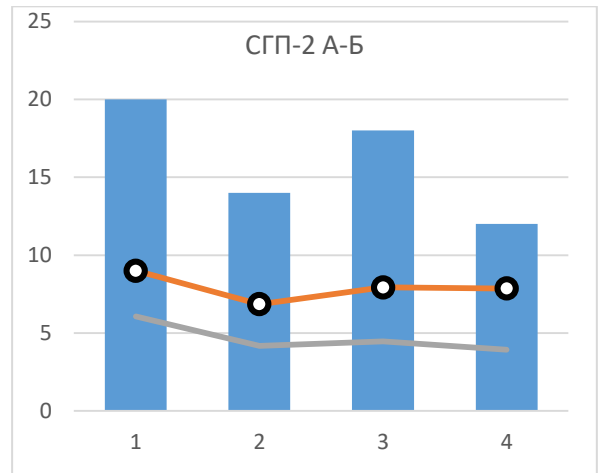
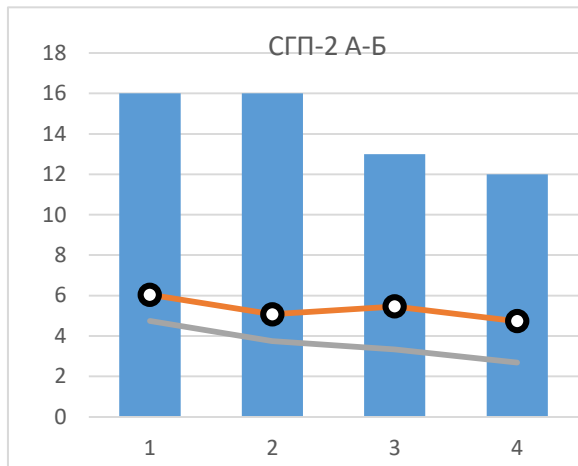
КДЦ В-Г



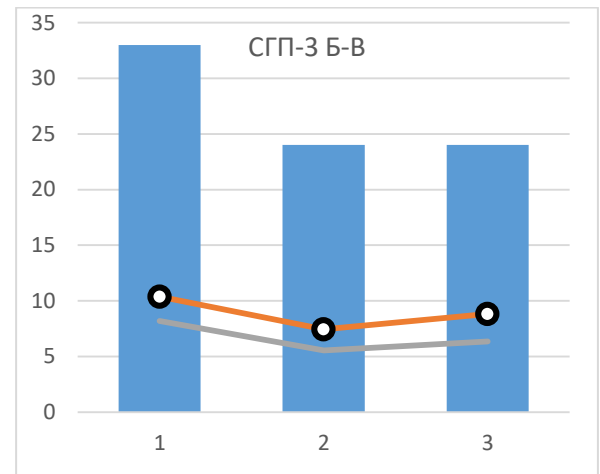
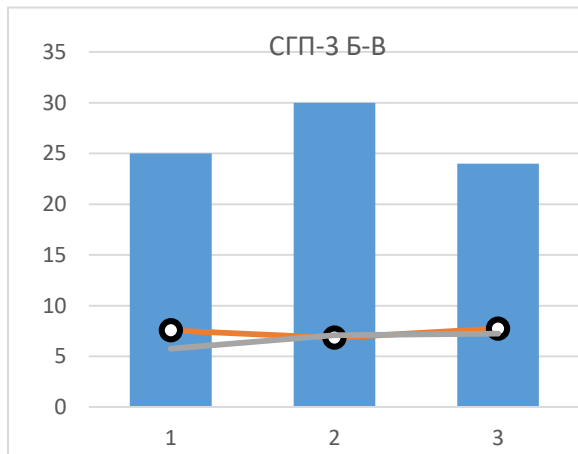
СГП-1 40-41



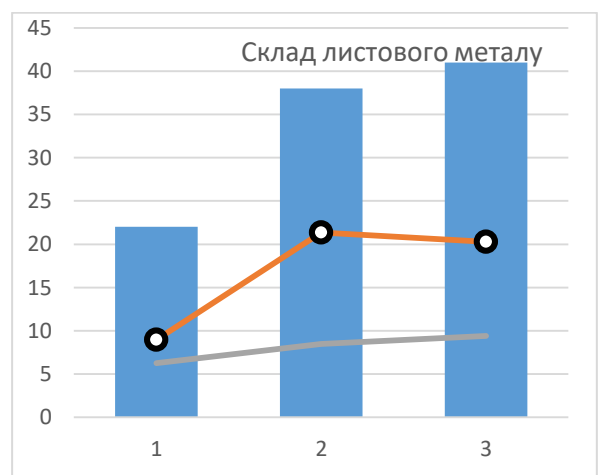
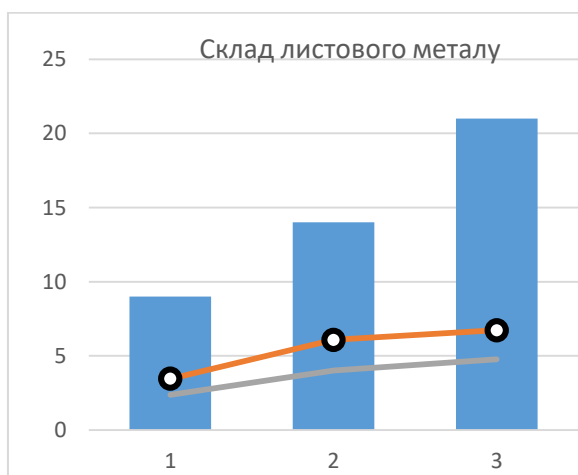
СГП-2 А-Б



СГП-3 Б-В



Склад листового металу А-Б



ДОДАТОК Г

ОХОРОНА ПРАЦІ

Вимоги до виконання робіт на висоті

Роботи на висоті – роботи, що виконуються на висоті 1,3 м і більше від поверхні ґрунту, перекриття або робочого настилу, у тому числі з робочих платформ підйомників і механізмів, а також на відстані менше 2 м від неогороджених перепадів на висоті 1,3 м і більше; основним засобом індивідуального захисту під час виконання робіт є запобіжний пояс ПЛ або ПБ.

Роботи верхолазні – роботи, що виконуються безпосередньо з елементів конструкцій, обладнання або з монтажних пристосувань, тимчасових драбин, трапів, установлених на конструкціях, робочих платформ підйомників і механізмів, у безопорному просторі тощо на висоті 5 м і більше від поверхні ґрунту, перекриття або робочого настилу; основним засобом індивідуального захисту під час виконання верхолазних робіт є запобіжний пояс ПЛ.

До виконання робіт на висоті допускаються особи, не молодше 18 років та які пройшли:

- професійний добір відповідно до Переліку робіт, де є потреба у професійному доборі;
- медичний огляд відповідно до вимог Положення про медичний огляд працівників певних категорій;
- спеціальне навчання та перевірку знань з охорони праці відповідно до вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці;
- навчання та перевірку знань з протипожежної безпеки осіб, які виконують вогневі роботи, відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні.

					КМР 1619204 ПЗ	Аркуш
						126
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

На кожному підприємстві залежно від місцевих умов і особливостей виробництва роботодавець затверджує наказом перелік робіт на висоті, які виконуються за нарядами-допусками. Роботи, не передбачені цим переліком, виконуються за розпорядженнями осіб, яким надано право видачі нарядів.

Форма наряду-допуску для виконання робіт на висоті наведена у додатку 2 Правил охорони праці під час виконання робіт на висоті. Роботи на висоті виконуються за іншими нарядами, передбаченими чинним законодавством, якщо до них уключені вимоги безпеки під час виконання відповідних робіт на висоті згідно з цими Правилами.

До нарядів додаються проекти виконання робіт (ПВР) чи технологічні карти за рішенням осіб, які мають право видачі нарядів, з урахуванням вимог цих Правил. Склад та зміст основних рішень з охорони праці в ПВР, відповідно до НПАОП 45.2-7.02-12 Охорона праці та промислова безпека у будівництві.

Наряд виписується у двох примірниках, один з яких залишається у працівника, який його видав, другий передається відповідальному керівнику робіт.

Наряд виписується розбірливим почерком або за допомогою засобів друкування. Не допускається виписувати наряд олівцем, виправляти і закреслювати написаний текст. Наряд видається на строк, необхідний для виконання заданого обсягу робіт, але не більше 15 календарних днів від дня початку роботи. Наряд може бути продовжений один раз на термін не більше 15 календарних днів від дня продовження. Продовжити наряд може працівник, який його видав, а у разі його відсутності – інший працівник, який має право видавання нарядів для виконання робіт на висоті. При зміні складу бригади більше ніж наполовину кількості членів бригади, які розпочинали роботу, видається новий наряд.

					КМР 1619204 ПЗ	Аркуш
						127
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

У разі виникнення у процесі роботи небезпечних та/або шкідливих виробничих факторів, не передбачених нарядом, роботи припиняються і можуть бути продовжені тільки після усунення зазначених факторів.

Перед нарядом або розпорядженням обов'язково проводиться цільовий інструктаж, зокрема, роз'яснюються питання, у тому числі:

- способи безпечного виконання робіт;
- порядок підходу до робочого місця та виходу з нього;
- стан робочого місця;
- порядок користування засобами страхування;
- порядок і місце установки вантажопідіймальних засобів;
- способи безпечного переходу з одного робочого місця на інше;
- методи установки або знімання елементів конструкції, будівлі тощо;
- забезпечення необхідними умовами праці на робочому місці (освітленість, температура, вологість повітря, шум, вібрація тощо);
- стан риштувань, площадок, драбин, огорожень, опорних та страхувальних канатів тощо;
- необхідність застосування засобів індивідуального захисту (каска, запобіжних поясів тощо);
- порядок застосування верхолазного спорядження та страхувальних засобів під час виконання робіт у безопорному просторі.

Обсяг і зміст цільового інструктажу визначаються залежно від видів робіт, що виконуються.

Працівники, які виконують роботу на висоті, зобов'язані: знати і виконувати вимоги цих Правил, інших нормативно-правових актів та інструкцій з охорони праці, що стосуються їх робіт чи професій; дбати про особисту безпеку, а також про безпеку оточуючих людей під час виконання будь-яких робіт; виконувати роботи із застосуванням касок, запобіжних поясів, інших засобів індивідуального та колективного захисту; проходити в установленому порядку медичний огляд. Не дозволяється виконувати роботи

					КМР 1619204 ПЗ	Аркуш
						128
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 10 м/с і більше, при ожеледиці, грозі або тумані, який затрудняє видимість в межах фронту робіт, а також у нічний час при недостатній освітленості та якщо температура повітря вище плюс 35 град. С або нижче мінус 20 град. С. Невідкладні роботи на висоті в більш складних погодних умовах (при інших температурах тощо) виконуються за рішенням роботодавця. При цьому в ПВР слід передбачити додаткові заходи безпеки, що відповідають цим умовам.

Техніка безпеки при зварювальних роботах

Всі методи зварювання вимагають дотримання певного комплексу правил техніки безпеки та охорони праці. На зварювальника під час зварювання плавленням в тій чи іншій мірі існує можливість небезпечних впливів в зв'язку з наступними факторами:

- 1) ураження електричним струмом при дотику до струмоведучих частин електричного кола;
- 2) ураження променями електричної дуги очей і відкритої поверхні шкіри;
- 3) опіки від крапель металу і шлаку при зварюванні;
- 4) отруєння шкідливими газами, що виділяються при зварюванні і при забрудненні приміщень пилом і випарами різних речовин;
- 5) вибухи через неправильне поводження з балонами стисненого газу або через виробництво зварювання в ємностях з-під горючих речовин, або виконання зварювання поблизу легкозаймистих і вибухонебезпечних речовин;
- 6) пожежі від розплавленого металу і шлаку в процесі зварювання;
- 7) травми різного роду механічного характеру при підготовці важких виробів до зварювання і в процесі зварювання.

Як показують статистичні дані, 80% травм зварників пов'язано з транспортними операціями важких металевих виробів.

					КМР 1619204 ПЗ	Аркуш
						129
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Для запобігання небезпеки ураження електричним струмом необхідно, щоб джерела живлення мали автоматичні пристрої, що відключають їх при обриві дуги протягом не більше 0,5 с.

Враховуючи непостійну величину електричного опору людського тіла, безпечним вважають напругу не вище 12 В (переносне освітлення). З метою зменшення небезпеки ураження електричним струмом зварювальнику слід дотримуватися наступних заходів:

1) надійна ізоляція всіх, проводів, пов'язаних з живленням джерела струму і зварювальної дуги, пристрій геометрично закритих включаючих пристроїв, заземлення корпусів зварювальних апаратів (заземленню підлягають: корпуса джерел живлення, апаратного ящика, допоміжне електричне обладнання; перетин заземлюючих проводів повинен бути не менше 25 мм²);

2) застосування в джерелах живлення автоматичних вимикачів високої напруги, які в момент холостого ходу розривають зварювальний ланцюг і подають на тримач напругу 12 В;

3) надійний пристрій електродотримача з гарною ізоляцією, яка гарантує, що не буде випадкового контакту струмоведучих частин електродотримача зі зварним виробом або руками зварника (ГОСТ 14651-69);

4) робота у справно-сухому спецодязі і рукавицях. При роботі в тісних відсіках і замкнутих просторах обов'язкове використання гумових калош і килимків, джерел освітлення з напругою не більше 6-12 В;

5) при роботі на електронно-променевих установках запобігання небезпеки ураження променями жорсткого рентгенівського поглинання шкідливих випромінювань, пов'язаних з горінням дуги (особливу небезпеку в сенсі ураження очей представляє світловий промінь квантових генераторів (лазерів) так, як навіть відбиті промені лазера можуть викликати важке пошкодження очей та шкіри).

Захисне скло, вставлене в щитки й маски, зовні закривається простим склом для оберігання його від бризок розплавленого металу. Щитки

					КМР 1619204 ПЗ	Аркуш
						130
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

виготовляють з ізоляційного металу – фібри, фанери і за формою і розмірами вони повинні повністю захищати обличчя та голову зварника (ГОСТ 1361-69).

Для ослаблення різкого контрасту між яскравістю дуги і малою яскравістю темних стін (кабіни) останні повинні бути пофарбовані у світлі тони (сірий, блакитний, жовтий) з додаванням у фарбу окису цинку з метою зменшення відображення ультрафіолетових променів дуги, що падають на стіни.

При роботі поза кабіною для захисту зору зварювальників, що працюють і допоміжних робітників повинні застосовуватися переносні щити й ширми.

Для запобігання небезпеки ураження бризками розплавленого металу і шлаку використовують спецодяг (брюки, куртку і рукавиці) з брезентової або спеціальної тканини. Куртки при роботі не слід вправляти у штани, а взуття повинне мати гладкий верх, щоб бризки розплавленого металу не потрапляли всередину одягу, так як в цьому випадку можливі важкі опіки.

Для захисту від зіткнення з вологою, холодною землею і снігом, а також з холодним металом при зовнішніх роботах і в приміщенні зварювальники повинні забезпечуватися теплими підстилками, матами, підколінника і підлокітниками з вогнестійких матеріалів з еластичним прошарком.

Висока температура дуги (6000-8000°C) неминуче призводить до того, що частина зварювального дроту, покриттів, флюсів переходить в пароподібний стан. Ці пари, потрапляючи в атмосферу цеху, конденсуються і перетворюються на аерозоль конденсації, частинки якої по дисперсності наближаються до димам і легко потрапляють в дихальну систему зварювальників. Ці аерозолі становлять головну професійну небезпеку праці зварювальників. Кількість пилу в зоні дихання зварника залежить головним чином від способу зварювання і зварювальних матеріалів, але певною мірою визначається і типом конструкцій. Хімічний склад електрозварювального пилу залежить від способів зварювання та видів основних і зварювальних матеріалів.

					КМР 1619204 ПЗ	Аркуш
						131
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Поряд з пилом при дуговому зварюванні також утворюються і виділяються газоподібні продукти – оксиди азоту, окис вуглецю; при зварюванні електродом з покриттям "Б" і під флюсами – фтористі з'єднання.

Запобігання небезпеки ураження променями електричної дуги. Зварювальна дуга є джерелом світлових променів, яскравість яких може викликати опік незахищених очей при опроміненні їх протягом всього 10-15 с. Більш тривалий вплив випромінювання дуги може привести до пошкодження кришталіка ока і втрати зору. Ультрафіолетове випромінювання викликає опіки очей та шкіри, інфрачервоне може викликати помутніння кришталіка ока.

У зоні дихання зварювальників концентрація цих газів може досягати (мг/л): N_2O_5 0,009-0,018; SiF_4 , HF до 0,004 кожного, CO до 0,46. При зварюванні кольорових металів і їх сплавів в зоні дихання зварника можуть спостерігатися такі шкідливі газоподібні сполуки як наприклад, ZnO , SnO_2 , MnO_2 , SiO_2 і т.д.

Найбільш небезпечні для здоров'я зварювальників аерозолі марганцю, так як отруєння марганцем може викликати тривале і стійке ураження центральної нервової системи аж до паралічів. Гострі отруєння парами цинку і свинцю можуть викликати ливарну лихоманку, а отруєння хромовим ангідридом – бронхіальну астму. Тривале відкладання пилу в легенях може викликати пневмоконіози.

Всі зазначені ураження можуть виникнути, якщо зварювання виконують з грубим порушенням правил техніки безпеки та охорони праці, що стосуються забезпечення загальної та місцевої вентиляції, застосування індивідуальних засобів захисту (масок, респіраторів), особливо при зварюванні кольорових металів і їх сплавів, а також при зварюванні в тісних, замкнутих відсіках при недостатній вентиляції і т. п.

Існують суворі вимоги в області вентиляції при зварювальних роботах. Для уловлювання зварювального аерозолю на стаціонарних постах, а де це можливо, і на нестаціонарних потрібно встановлювати місцеві відсмоктувачі у

					КМР 1619204 ПЗ	Аркуш
						132
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

вигляді витяжної шафи вертикальної та ін. При автоматичному зварюванні під флюсом, в захисних газах, електрошлакового зварювання застосовують пристрої з місцевим відсмоктуванням газів.

При виробництві зварювальних робіт на ємностях, раніше використаних, потрібно з'ясувати тип продукту, що зберігався і наявність його залишків. Обов'язкове ретельне очищення судини від залишків продуктів і 2-3- кратна промивка 10%-вим розчином лугів, необхідне також подальше продування стисненим повітрям для видалення запаху, який може шкідливо діяти на зварювальника.

Категорично забороняється продувати ємності киснем, тому що в цьому випадку потрапляння кисню на одяг і шкіру зварювальника за будь-якому відкритому джерелі вогню викликає інтенсивне загорання одягу і призводить до опіків зі смертельним результатом.

Вибухонебезпечність існує і при виконанні робіт в приміщеннях, що мають велику кількість пилоподібних органічних речовин (харчового борошна, торфу, кам'яного вугілля). Цей пил при певній концентрації може давати вибухи великої сили. Крім ретельної вентиляції для виробництва зварювальних робіт у таких приміщеннях потрібно спеціальний дозвіл пожежної охорони.

Небезпека виникнення пожеж від розплавленого металу і шлаку існує в тих випадках, коли зварювання виконують по металу, що закриває дерево або горючі матеріали, на дерев'яних лісах, поблизу легкозаймистих матеріалів тощо.

Для запобігання травм, пов'язаних зі складальними і транспортними операціями (травми механічного характеру) важливе значення має впровадження комплексної механізації та автоматизації.

Основними причинами травматизму при зборці і зварюванні є:

- відсутність транспортних засобів для транспортування важких деталей та виробів;
- несправність транспортних засобів;
- несправність такелажних пристроїв;

					КМР 1619204 ПЗ	Аркуш
						133
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- несправний інструмент: кувалди, молотки, гайкові ключі, зубила і т. п.;
- відсутність захисних окулярів під час очищення швів від шлаку;
- відсутність спецодягу та інших захисних засобів.

В такому випадку застосовують наступні заходи захисту:

- всі зазначені засоби та інструменти слід періодично перевіряти;
- такелажні роботи повинні проводити особи, які пройшли спеціальний інструктаж;
- від робочих необхідно вимагати дотримання всіх правил з техніки безпеки, включаючи роботу в спецодязі, рукавицях;
- використання засобів індивідуальної вентиляції (де це необхідно) і т.д.

Важливе значення має впровадження комплексної механізації та автоматизації, що значно зменшує небезпеку травм такого роду.

При ручному дуговому зварюванні дрібних виробів робоче місце зварника і збирача: кабіна 2х2 або 2х3 м з рухомою брезентовою фіранкою. Кабіна обладнується поворотним столом, робочими місцями збирача і зварника, зварювальним апаратом, стелажем для деталей, помостом для готових виробів.

Робоче місце зварювальника в багатьох випадках виконують у вигляді маніпулятора, що дозволяє зварювальнику легко повертати виріб у зручне для зварювання положення. Кабіна повинна мати місцеву вентиляцію. У кабіні повинен бути комплект інструмента зварювальника і запас електродів. Корпус зварювального апарата заземлюється, всі дроти ретельно ізолюються і захищаються від механічних пошкоджень. Зварювальник повинен працювати в спецодязі і рукавицях і користуватися захисною маскою.

При дуговому зварюванні у монтажних умовах особливу увагу потрібно звертати на ретельну ізоляцію струмоведучих проводів, при зварюванні всередині металевих конструкцій – на хорошу вентиляцію місця зварювання. Зварювальники повинні користуватися гумовою підстилкою, хорошим спецодягом. При роботі в тісних місцях, погано провітрюваних, зварювальники повинні періодично виходити з відсіку для відпочинку, їх перебування у відсіку має підстраховуватися підручними.

					КМР 1619204 ПЗ	Аркуш
						134
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

У монтажних умовах доцільно розміщення зварювального обладнання в комплекті, в спеціальних контейнерах, розташованих ближче до місця проведення робіт і кранами, які легко транспортуються, при зміні місця роботи. Доцільна також установка обладнання на стаціонарних енергоплощах з дистанційним управлінням. Ці заходи знижують непродуктивні втрати часу на різні переходи і зменшують небезпеку виробничого травматизму.

При механізованих процесах зварювання повинні дотримуватися всі правила, зазначені раніше. Крім того, необхідно забезпечити зручні та безпечні умови праці зварювальників:

1) складання та зварювання великогабаритних секцій слід виконувати на спеціалізованих місцях, ліжках, стендах, при цьому повинні бути забезпечені достатні проходи з кожного боку конструкції;

2) все обладнання, яке при несправному стані може опинитися під напругою, повинно мати індивідуальне заземлення з висновком до загального захисного заземлення;

3) усі зварювальні установки повинні перебувати під наглядом наладчика-монтера, виправляти дефекти електрозварювального устаткування має право тільки монтер-наладчик;

4) при зварюванні великогабаритних виробів слід застосовувати захисні щити-ширми, які огорожують місце зварювання з боку загальних проходів.

При електрошлаковому зварюванні заходи техніки безпеки загальні, пов'язані з використанням електроенергії та виділенням шкідливих газів, але замість щитка достатньо користуватися захисними окулярами для захисту від яскравого світла шлакової ванни, а також від виплеск шлаку і відскакування шматочків шлакової кірки. Необхідний також ретельний контроль всіх водяних комунікацій повзуна, оскільки щонайменше попадання вологи в жужільну ванну з миттєвим паротворенням може привести до бурхливих виплеску шлаку і тяжких опіків оператора.

При зварюванні в захисних газах, крім дотримань заходів, спільних для всіх способів зварювання, необхідно враховувати, що вуглекислий газ і аргон в

					КМР 1619204 ПЗ	Аркуш
						135
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

1,5-2 рази важчий за повітря. Ці гази можуть накопичуватися в нижній частині відсіку, приміщення, у зв'язку з чим пристрою витяжної вентиляції потрібно встановлювати не тільки в зоні дихання зварника, але і в нижній частині приміщення. Викидати повітря потрібно за межі робочих зон. Потужність витяжної вентиляції на 1 кг наплавленого металу не менше 150 м³ / ч.

При зварюванні міді та її сплавів, для зменшення кількості шкідливих аерозолів і газів, у всіх випадках, де це доцільно, зварювання рекомендується вести електродами, які неплавляться.

При електронно-променевому зварюванні основна небезпека пов'язана з виникненням рентгенівського випромінювання при гальмуванні пучка електронів на виробі. Воно виникає при прискорюючій напрузі понад 20 кВ, але пристрій камер з товщиною стінок 15-20 мм і застосування свинцевого скла у вікнах спостерігача усуває цю небезпеку.

Технологічна карта, що розробляється на зварювальні роботи, що виконуються будь-якими методами зварювання, повинна містити і вказівки заходів з охорони праці, які враховують загальносоюзні постанови і правила, що діють в даній галузі промисловості, безпосередньо для даного зварювального процесу.

					КМР 1619204 ПЗ	Аркуш
						136
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		