

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет «Гірничий»
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра «Охорона праці»
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____/Александров С.М./
“ ____ ” _____ 2021 року

Випускна кваліфікаційна робота

магістр
¶(освітньо-кваліфікаційний рівень)¶

на тему: Прогнозування ризику втрати працездатності працівників на вугледобувних підприємствах

Виконала: студентка 2 курсу, групи ЦБзм-19

напряму підготовки (спеціальності) 263 Цивільна безпека
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Шлапак О.І.
(прізвище та ініціали) (підпис)

Керівник доц., к.п.н. Костюченко М.П.
(посада, наук. ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, наук. ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

*Засвідчую, що у цьому роботі
немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.*

Студентка Шлапак О.І. _____
(підпис)

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Факультет Гірничий

Кафедра Охорона праці

Освітньо-кваліфікаційний рівень (освітній ступінь) магістр

Спеціальність 263 Цивільна безпека

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 /Александров С.М./

“ ” 2021 року

З А В Д А Н Н Я

НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРУ

Шлапак Ольга Іванівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Прогнозування ризику втрати працездатності працівників на вугледобувних підприємствах

керівник роботи Костюченко Михайло Петрович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом № від “ ” 2021 року

2. Строк подання студентом роботи 31 квітня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи: Матеріали переддипломної практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити: 1. Розкриття поняття «професійний ризик»; 2. Визначення причин втрати працездатності на виробництві; 3. Аналіз виробничих факторів втрати працездатності шахтарів; 4. Аналіз травматизму на вугледобувному підприємстві (на прикладі «Шахтоуправління «Південнодонбаське №1»); 5. Визначення ризику втрати працездатності та закономірностей травмування шахтарів на «Шахтоуправлінні «Південнодонбаське №1»; 6. Рекомендації щодо попередження втрати працездатності працівників.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. Поняття «професійний ризик»; 2. Причин втрати працездатності на виробництві; 3. Аналіз виробничих факторів втрати працездатності шахтарів; 4. Аналіз травматизму на вугледобувному підприємстві; 5. Визначення ризику втрати працездатності та закономірностей травмування шахтарів; 6. Рекомендації щодо попередження втрати працездатності працівників.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 16 лютого 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ n/n	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розкриття поняття «професійний ризик»	26.02.21	виконано
2	Визначення причин втрати працездатності на виробництві	02.03.21	виконано
3	Аналіз виробничих факторів втрати працездатності шахтарів	09.03.21	виконано
4	Аналіз травматизму на вугледобувному підприємстві (на прикладі «Шахтоуправління «Південнодонбаське №1»)	22.03.21	виконано
5	Визначення ризику втрати працездатності та закономірностей травмування шахтарів на «Шахтоуправлінні «Південнодонбаське №1»	19.04.21	виконано
6	Рекомендації щодо попередження втрати працездатності працівників	26.04.21	виконано
8	Оформлення роботи і підготовка до захисту	31.04.21	виконано

Студент

_____Шлапак О.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____Костюченко М.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Шлапак О.І. «Прогнозування ризику втрати працездатності працівників на вугледобувних підприємствах» / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 263 Цивільна безпека – ДВНЗ ДонНТУ, Покровськ, 2021.

У кваліфікаційній роботі розглянуті поняття «ризик», «професійний ризик», які пов'язані з виробничим травматизмом.

Проаналізовано виробничий травматизм в Україні, у вугільній галузі та в умовах ДП «Шахтоуправління «Південнодонбаське №1». Визначено ризик втрати працездатності робітників. Встановлено закономірності та вірогідності травмування робітників у залежності від причин, віку, стажу роботи, зміни впродовж доби та часу впродовж змін. Дано пояснення цим закономірностям, які лягли в основу рекомендації щодо попередження втрати працездатності працівників для зменшення рівня травматизму і ризику втрати працездатності в умовах ДП «Шахтоуправління «Південнодонбаське №1».

Ключові слова: професійний ризик, травматизм, працездатність, закон розподілу, вірогідність, рекомендації

ABSTRACT

Shlapak O.I. "Forecasting the risk of disability of employees at coal mining enterprises" / Graduation qualification work for the degree of "master" in the specialty 263 "Civil Security". - SHEI DonNTU, Pokrovsk, 2021.

The qualification work considers the concepts of "risk", "occupational risk", which are associated with occupational injuries.

Industrial injuries in Ukraine, in the coal industry and in the conditions of SE "Pivdennodonbaske №1" are analyzed. The risk of disability of workers is determined. Regularities and probabilities of injuries of workers depending on the reasons, age, length of service, changes during the day and time during changes are established. An explanation of these patterns is given, which formed the basis of the recommendation to prevent disability of employees to reduce the level of injuries and the risk of disability in the conditions of SE " Pivdennodonbaske №1 ".

Key words: occupational risk, injuries, working capacity, distribution law, probability, recommendations

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 РОЗКРИТТЯ ПОНЯТТЯ «ПРОФЕСІЙНИЙ РИЗИК».....	8
2 ВИЗНАЧЕННЯ ПРИЧИН ВТРАТИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ НА ВИРОБНИЦТВІ.....	15
3 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧИХ ФАКТОРІВ ВТРАТИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ШАХТАРІВ.....	34
4 АНАЛІЗ ТРАВМАТИЗМУ НА ВУГЛЕДОБУВНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ (НА ПРИКЛАДІ «ШАХТОУПРАВЛІННЯ «ПІВДЕННОДОНБАСЬКЕ №1»»).....	41
4.1 Загальні відомості про підприємство, його діяльність та обов'язки.....	41
4.2 Аналіз виробничого травматизму ДП «Шахтоуправління «Південнодонбаське №1»».....	44
5 ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКУ ВТРАТИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТА ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ТРАВМУВАННЯ ШАХТАРІВ НА «ШАХТОУПРАВЛІННІ «ПІВДЕННОДОНБАСЬКЕ №1»».....	54
6 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПОПЕРЕДЖЕННЯ ВТРАТИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПРАЦІВНИКІВ.....	88
ВИСНОВКИ.....	90
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	91

ВСТУП

Актуальність роботи. Вугільна галузь є найбільш небезпечна з усіх базових галузей економіки. Щорічно у цій галузі травмуються сотні робітників, в тому числі зі смертельними наслідками. Кількість нещасних випадків на шахтах України в десятки разів більше цього показника найкращих зарубіжних шахт. У результаті аварій і травм шахт несуть суттєві фінансові втрати. Травмування робітників супроводжується витратами на відновлення працездатності, тимчасового або постійного залучення нових працівників замість травмованих, компенсації травмованим тощо. Тобто травмування шахтарів характеризується ризиком втрати працездатності. Тому його прогнозування для встановлення вірогідності травмування гірників є необхідною базою для розробки заходів щодо запобігання втрати працездатності шахтарів. Тобто тема роботи є актуальною.

Мета роботи - прогнозування ризику втрати працездатності працівників на вугледобувних підприємствах на основі даних травматизму на певному підприємстві та розробка рекомендацій щодо запобігання втрати працездатності шахтарів.

Об'єкт дослідження – показники втрати працездатності шахтарів внаслідок нещасних випадків на виробництві.

Предмет дослідження - травматизм шахтарів.

Задачі дослідження:

- розкрити поняття «професійний ризик»;
- визначити причини втрати працездатності на виробництві;
- аналіз виробничих факторів втрати працездатності шахтарів та травматизму на вугледобувному підприємстві;
- визначити ризик втрати працездатності та закономірності травмування шахтарів;
- розробити рекомендації щодо попередження втрати працездатності працівників.

1 РОЗКРИТТЯ ПОНЯТТЯ «ПРОФЕСІЙНИЙ РИЗИК»

Поняття "ризик" використовується в технічних, гуманітарних, суспільних науках. Використовується поняття соціального, економічного, фінансового, екологічного, професійного, техногенного, психологічного ризиків [4].

Ризик – це міра очікуваної невдачі, можливості втрати певних цінностей або настання небажаних подій [1]. З погляду суспільного буття, всі ризики є соціальними. До соціальних ризиків відносять втрату постійного джерела доходу у випадку безробіття; непрацездатності внаслідок хвороби, нещасного випадку, старості, вагітності, необхідності догляду за дітьми; смерті годувальника тощо [1]. Зазначені ризики є масовими, виникають внаслідок певних подій, які відомі й мають постійний, передбачуваний характер. Вони, як правило, мало залежать від поведінки окремої особи і визначаються, переважно, соціальними та економічними умовами.

Згідно роботи [1] вказується, що ризик має дві складові: ймовірність настання та розмір заподіяної шкоди. Встановлення ймовірності небажаної події передбачає оцінку ризику, тобто визначення її вірогідності, розміру шкоди та попередження можливих наслідків. Для цього потрібно виявити можливі чинники і джерела ризику, провести їхню систематизацію, визначити та оцінити інтенсивність впливу, ступінь та межі соціального захисту через розробку заходів щодо регулювання величини ризиків.

Виробничий ризик - це стан виробничої системи і її елементів, що формуються під впливом сукупності факторів різної природи з різним ступенем керованості для досягнення цілей системи. Найважливішими характеристиками ризику є невизначеність, пов'язана з елементами випадковості, стихійності, неповноти інформації, альтернативність, пов'язана з ситуацією неминучого вибору, суперечливість, що представляє протиставлення об'єктивно існуючого ризику з його суб'єктивною оцінкою [4].

Ризик втрати працездатності робітником на виробництві називають професійним ризиком, який є ймовірністю збитку здоров'ю в результаті впливу шкідливих і небезпечних виробничих факторів при виконанні своїх трудових обов'язків [2].

Професійний ризик - це джерело небезпеки для життя і здоров'я працівника, з якими він стикається у виробничому середовищі при виконанні своїх виробничих функцій. Для зменшення впливу професійних ризиків існує система управління професійними ризиками, яка націлена [3]:

- на скорочення числа працівників, постраждалих або загинувших в результаті нещасних випадків;
- на зниження питомої ваги працівників, які працюють в умовах, що не відповідають санітарно-гігієнічним нормам;
- на скорочення частки організацій (особливо промислових підприємств) з незадовільними умовами праці.

До основних принципів управління професійними ризиками відносяться принцип профілактики несприятливих подій та принцип мінімізації небажаних подій.

При виборі комплексу заходів профілактики професійних ризиків слід керуватися наступними заходами [3]:

- усунення небезпечного фактору або ризику (повна ліквідація ризиків);
- обмеження (запобігання зростанню) рівня ризиків в їх джерелах шляхом використання технічних засобів колективного захисту або організаційних заходів, тобто боротьба з небезпечними факторами або ризиками в їх джерелах;
- зниження рівнів ризиків до допустимих шляхом застосування безпечних систем роботи, а також заходів адміністративного обмеження сумарного часу контакту зі шкідливими і небезпечними виробничими факторами;

- при збереженні залишкового ризику використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ).

Заходи профілактики професійних ризиків включають [3]:

- регулярне спостереження за умовами праці;
- регулярне спостереження за станом здоров'я працівників (обов'язкові медогляди, групи диспансерного спостереження, цільові медогляди і ін.);
- регулярний контроль захисних пристосувань і застосування ЗІЗ;
- систематичне інформування працівників про ризик ушкодження здоров'я, необхідні заходи захисту і профілактики;
- пропаганду здорового способу життя (боротьба з шкідливими звичками, заняття фізичною культурою, професійно орієнтованими видами спорту, раціональне харчування, правильний режим праці і відпочинку та інші заходи оздоровлення і відновлення працездатності).

Принцип мінімізації наслідків небажаних подій полягає в попередженні аварійних ситуацій, готовності до ліквідації їх наслідків.

Розроблені заходи щодо реалізації даного принципу повинні [3]:

- при виникненні аварійної ситуації гарантувати, що наявні необхідні інформація, внутрішні системи зв'язку і координація ліквідації наслідків аварійної ситуації забезпечують захист всіх людей в робочій зоні;
- надавати при виникненні аварійної ситуації інформацію відповідним компетентним органам і аварійним службам, забезпечувати надійний зв'язок з ними;
- передбачати надання першої допомоги, психологічної підтримки постраждалим, проведення протипожежних заходів та евакуація людей в безпечну зону;
- надавати відповідну інформацію всім робітникам організації та можливість їх підготовки щодо попередження аварійних ситуацій, забезпечення готовності до ліквідації їх наслідків, включаючи проведення регулярних тренувань в умовах, наближених до реальних аварійних ситуацій.

Основними методами забезпечення безпеки умов праці працівників є [3]:

- нормалізація виробничого робочого середовища і трудового процесу.
- постійна модернізація обладнання, машин, механізмів, агрегатів та ін.
- усунення, обмеження чи зменшення джерел небезпек, включаючи зони їх поширення.
- раціональне застосування засобів колективного та індивідуального захисту.
- інші ефективні методи і заходи.

Перераховані принципи, методи і заходи є елементами системи управління професійними ризиками, яка представляє необхідну компоненту системи управління охороною праці в будь-якій організації незалежно від її організаційно-правового статусу та форми власності [3].

В обов'язковому порядку система управління професійними ризиками повинна передбачати активну взаємодію роботодавця, працівників та інших зацікавлених сторін в поліпшенні умов праці та збереження здоров'я працюючих [3].

Таким чином. в системі управління професійними ризиками можна виділити три групи підсистем, кожна з яких вирішує свої завдання [4]:

1. Моніторинг (спостереження і контроль за джерелами професійного ризику - станом виробничої сфери, технікою і технологією);
2. Профілактика (конкретні заходи щодо зниження рівнів ризику);
3. Соціальний захист потерпілих на виробництві за допомогою соціального страхування.

Гігієнічні нормативи поки залишаються основним інструментом оцінки впливу шкідливих виробничих факторів на здоров'я працівників. Їх перевищення розглядається як порушення санітарного законодавства і враховується при встановленні захищають працівників заходів соціального і

економічного характеру: скорочені робочий день і тиждень, достроковий (на 5, 10 і більше років) вихід на пенсію, збільшена тривалість щорічної відпустки, доплати за шкідливі умови праці, надання лікувально-профілактичного харчування та ін. При цьому акцент робиться не на профілактиці зниження рівнів ризику, а на компенсаційні заходи. Така політика сприяє розширенню масштабів надання так званих пільг і компенсацій за роботу в несприятливих умовах праці, право на які мають близько 40% зайнятих у сфері матеріального виробництва.

- Вплив факторів професійного ризику, навіть якщо вони знаходяться в межах нормованих величин, здатне викликати порушення здоров'я працівників. Крім того, переважна кількість підприємств не в змозі досягти безумовного дотримання нормативних значень факторів ризику [4].

- Зниження рівня професійного ризику може бути досягнуте за допомогою заходів з безпеки: машини, верстати і агрегати повинні проектуватися, виготовлятися і експлуатуватися з урахуванням вимог техніки безпеки, гігієни праці та ергономіки, піддаватися контролю якості, включаючи перевірку безпеки обладнання і його сертифікацію; речовини, що становлять підвищену небезпеку, якщо це можливо, замінюються на менш небезпечні, а при роботі з небезпечними речовинами передбачаються заходи безпеки; трудовий процес організовується з урахуванням медико-біологічних вимог, проводиться відповідний професійний підбір і підготовка персоналу). З урахуванням міжнародного досвіду представляється доцільним створення системи превентивних заходів, спрямованих на зниження рівнів професійних ризиків, в тому числі [4]:

- проведення класифікації (за видами і рівнями) професійних ризиків з позиції допустимості для суспільства, держави та окремих професійних груп у відповідності з наступною схемою: а) неприпустимі ні за яких умов; б) допустимі тільки в обмежені часові періоди в екстремальних ситуаціях

(рятувальники, водолази, пожежні і т.д.); в) допустимі при наявності ефективних колективних та індивідуальних засобів захисту, регулярного біологічного моніторингу стану здоров'я працюючих і виконання роботодавцями та працівниками необхідних регламентних заходів захисту персоналу (аварійні та ремонтні роботи на об'єктах підвищеної небезпеки); г) прийнятні при дотриманні правил і інструкцій з техніки безпеки, гігієни праці та періодичному моніторингу стану умов праці на робочих місцях і здоров'я працюючих;

- розробка методичних основ комплексної оцінки професійного ризику за станом факторів виробничого середовища, трудового процесу і медичних ознак (ранніх форм) порушення здоров'я працюючих, визначення переліку типових робочих місць за основними професійними групами з підвищеним рівнем професійного ризику (500-800 робочих місць) та організація на них постійного моніторингу професійного ризику силами федерального наукового центру оцінки професійного ризику (необхідність створення якого очевидна) і великих корпоративних центрів медицини праці;

- формування служби експертів по професійним ризикам, які забезпечують для страховика оцінку типових (і нетипових) ризиків і розробку рекомендацій щодо зниження рівнів ризиків, оптимальному розподілу ступеня їх впливу в часі (прогнозні оцінки настання ризиків) і в просторі (облік при проектуванні технологічних процесів, машин і обладнання, розміщенні їх на виробничих майданчиках), передачі і конвертації ризиків контрагентам і спеціалізованим організаціям.

В основі одного з найбільш ефективних способів зменшення шкідливого впливу виробничого середовища на здоров'я лежить принцип захисту часом. На практиці відповідно до чинного законодавства це здійснюється у формі скороченого робочого дня, додаткової відпустки і пільгового пенсійного забезпечення. Державним підприємством "Науково-дослідний інститут медико-екологічних проблем Донбасу та вугільної промисловості" були

розраховані і обґрунтовані в залежності від інтенсивності дії вібрації, шуму, вугільно-породного пилу, шахтного мікроклімату, що дозволяє при активному використанні принципу захисту часом знизити професійну патологію в 10-15 разів [4].

Фактори прояву виробничого ризику представлені на малюнку 1.1.

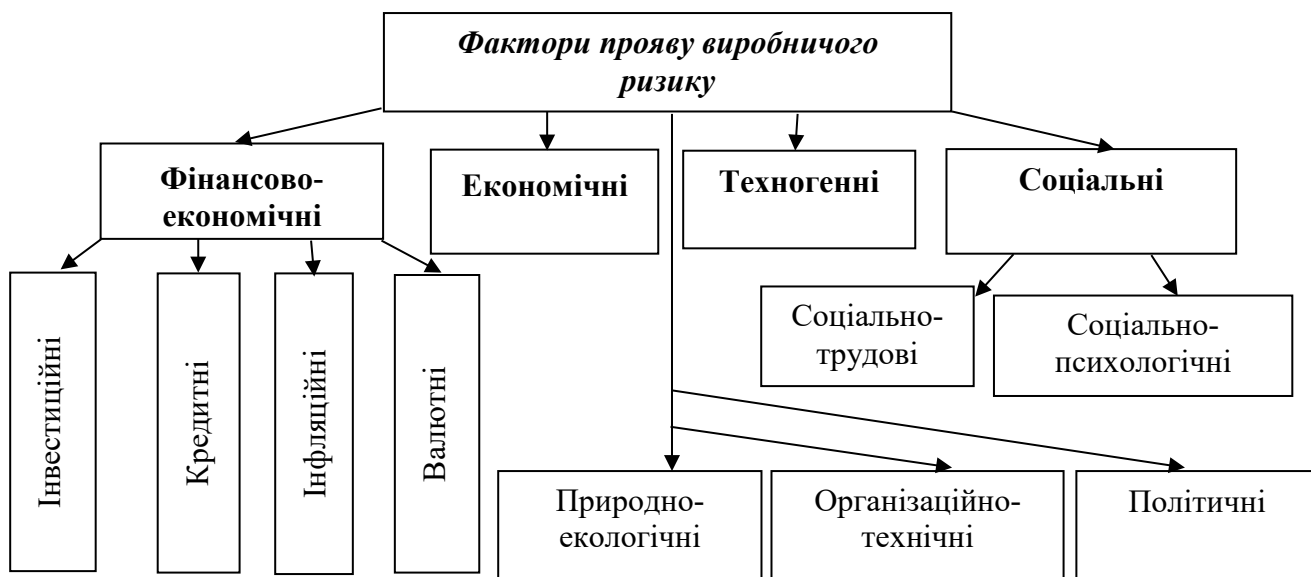


Рисунок 1.1 – Фактори прояву виробничого ризику

2 ВИЗНАЧЕННЯ ПРИЧИН ВТРАТИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ НА ВИРОБНИЦТВІ

Працездатність – це здатність до праці, яка залежить від стану здоров'я людини, її фізичного та духовного розвитку, професійних знань, уміння та досвіду працівника, які дають змогу виконувати роботу [8].

Поняття втрати працездатності на законодавчому рівні в Україні не визначено. Тим не менш, у поясненні на сайті Міністерства юстиції [8] визначено, що втрата працездатності може бути постійна (повна чи часткова втрата здатності до праці) і тимчасова (неспроможність працівника виконувати свої трудові обов'язки внаслідок короткотривалих обставин).

Повна втрата працездатності означає непрацездатність особи [8] – стан здоров'я (функцій організму) людини, обумовлений захворюванням, травмою тощо. Така втрата працездатності унеможливорює виконання працівником виробничих функцій. До повної втрати працездатності також відноситься настання пенсійного віку (старість).

До часткової втрати працездатності відноситься інвалідність, яка є розладом функцій організму і є порушенням, що призводить до втрати професійної та загальної працездатності [8]. До причин інвалідності відносяться [8]: трудове каліцтво, професійне захворювання, загальне захворювання; вроджені дефекти. Перші два відносяться до виробництва.

Трудове каліцтво має місце, якщо нещасний випадок настав [8]:

- під час виконання трудових обов'язків (в тому числі і під час відрядження);
- по дорозі на роботу, або з роботи;
- на території підприємства, установи, організації протягом робочого часу (включаючи перерви);
- поблизу підприємства протягом робочого часу, якщо перебування там не суперечило правилам внутрішнього трудового розпорядку;

- у разі виконання державних або громадських обов'язків;
- у разі виконання дій по рятуванню людського життя, охорони державної чи приватної власності, охорони правопорядку.

Інвалідність внаслідок професійного захворювання встановлюється на підставі висновку спеціалізованого медичного закладу про наявність професійного захворювання. Професійне захворювання – це захворювання, яке виникло внаслідок професійної діяльності застрахованої особи та зумовлене дією на організм виключно або переважно факторів виробництва, характерних для конкретної професії [8].

Тимчасова непрацездатність може бути спричинена [8]:

1. фізичною нездатністю особи здійснювати трудову діяльність (хвороба, травма, вагітність та пологи);
2. неможливістю працювати у зв'язку із необхідністю здійснювати догляд за іншим членом сім'ї (хворою дитиною; хворим членом сім'ї; за дитиною до трьох років; за дитиною до досягнення трьох річного віку або дитиною-інвалідом до 16 років у разі хвороби матері або іншої особи, яка доглядає за цією дитиною);
3. неможливістю працювати у зв'язку із настанням обставин, спричинених діями державних органів (карантин, накладений органами санітарно-епідеміологічної служби).

Випадком тимчасової непрацездатності є тимчасова непрацездатність, яка триває безперервно від початку визначеного захворювання, травми тощо [8].

За кордоном, в літературі з охорони праці, слово ризик використовується в тому ж значенні, що і слово небезпека [5]. Сам процес оцінки небезпеки заснований на розуміння реальної ситуації, тобто мова йде про сприйняття об'єктів, звуків, запахів або відчутних відчуттях. Вогонь, висота, рухомі об'єкти, гучні звуки і кислотні запахи - це приклади найбільш очевидних ознак небезпеки. Сама рання спроба створити практичний перелік

професійних ризиків була зроблена А.Д. Брандтом вийшла в 1946 році книзі «Технологія промислової гігієни», який склав перелік близько 1300 професій з перерахуванням ризиків, притаманних кожній професії. Загальна кількість їх склало приблизно 150, велика частина з них була пов'язана з небезпекою несприятливого впливу хімічних речовин.

До ризиків нещасних випадків автори роботи [5] відносять:

- нещасні випадки, що виникають при використанні обладнання;
- нещасні випадки на транспорті;
- випадки падіння персоналу (наприклад, зісковзування, спотикання на сходинках, падіння з рухомого механізму і т.п.);
- падіння важких предметів, матеріалів, обвал стін і т.д .;
- колоті рани, порізи, травматичні ампутації; - удари об предмети або предметами (кісткові переломи, забиття);
- наступання на гострі предмети;
- потрапляння в механізми або між механізмами, що викликає роздроблення або розрив тканин;
- ємності під тиском або вакуумні ємності (зовнішні або внутрішні механічні вибухи);
- опіки і ошпарювання (гарячими або холодними рідинами або поверхнями);
- потрапляння в очі сторонніх часток;
- проковтування великих або загострених неотруйних предметів;
- утоплення;
- важкі травми, завдані тваринами (такі як укуси, подряпини, удари копитами, здавлювання та затоптування, зіткнення);
- перенапруження або занадто різкі рухи;
- всі гострі травми і впливу, викликані випадковим виділенням, витіканням, вдиханням, ковтанням або попаданням хімічних речовин (крім пожежі і вибухів);

- всі гострі травми і впливу від електричного струму і статичної електрики;

- загоряння і вибухи хімічних речовин;

- нещасні випадки, викликані шкідливим впливом високих доз іонізуючого та неіонізуючого випромінювання, в тому числі лазерних променів і сильного світла, ультрафіолетових променів і т.п. Несприятливий вплив фізичних факторів - іонізуюче випромінювання (включаючи, наприклад, рентгенівські промені, альфа-, бета- і гамма радіацію, пучки нейтронів і частинок, радон і т.п.);

- неіонізуюче випромінювання (включаючи цілий спектр електромагнітного неіонізуючого випромінювання, наприклад, видимого світла, ультрафіолетових і інфрачервоних променів, високих частот, середніх хвиль і т.п.);

- електричні і магнітні поля;

- вібрація (що впливає на весь організм; небезпечний вплив вібрації на конкретний орган)

- шум (включаючи також ультра-і інфразвук);

- вплив погодних факторів, надмірну спеку або холоду, зниженого або підвищеного барометричного тиску (в тому числі теплової удар, сонячний удар, вплив спеки, холоду, обмороження).

Всі ці ризики пов'язані з небезпечними і шкідливими виробничими факторами, які на законодавчому рівні відображені у «Гігієнічній класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» [7].

Шкідливими виробничими факторами є [7]:

1) фізичні фактори:

- мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання);

- барометричний тиск;

- неіонізуючі електромагнітні поля та випромінювання: електростатичні поля, постійні магнітні поля, електричні та магнітні поля промислової частоти (50 Гц), електромагнітні випромінювання радіочастотного діапазону, електромагнітні випромінювання оптичного діапазону, зокрема лазерне та ультрафіолетове;

- іонізуючі випромінювання;
- виробничий шум, ультразвук, інфразвук;
- вібрація (локальна, загальна);
- освітлення: природне (відсутність або недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо);

- іонізація повітря;

2) хімічні фактори:

- речовини хімічного походження, деякі речовини біологічної природи, які отримані хімічним синтезом та/або для контролю яких використовуються методи хімічного аналізу, аерозолі фіброгенної дії (пил);

3) біологічні фактори:

- мікроорганізми - продуценти, живі клітини та спори мікроорганізмів, що містяться в бактеріальних препаратах, патогенні мікроорганізми;

4) фактори трудового процесу:

- важкість (тяжкість) праці - характеристика трудового процесу, що відображає рівень загальних енергозатрат, переважне навантаження на опорно-руховий апарат, серцево-судинну, дихальну та інші системи.

Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі.

Категорії робіт за важкістю: легка, середньої важкості, важка, дуже важка.

Напруженість праці - характеристика трудового процесу, що відображає навантаження переважно на центральну нервову систему, органи чуттів, емоційну сферу працівника.

До показників, що характеризують напруженість праці, належать: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

Існують два офіційних показники стану здоров'я працюючого населення, на підставі яких можлива оцінка професійного ризику - професійна захворюваність і виробничий травматизм. Професійне захворювання розвивається протягом багатьох років, а частіше десятиліть і, по суті, характеризує умови праці, які існували в минулому. Рівень виробничого травматизму залежить від сучасного стану умов праці, організації трудового процесу і характеру праці (небезпечний, важкий, нервово-напружений, змінний графік роботи). Цей показник швидко реагує на зміни, пов'язані з впровадженням нових безпечних технологій і обладнання, підвищенням культури виробництва і т.п. Іншими словами, виробничий травматизм як чуйний індикатор стану умов і охорони праці повинен служити найважливішим критерієм при оцінці професійного ризику, на якому заснований новий підхід до управління охороною праці [9].

Аналіз динаміки показників виробничого травматизму в Україні та інших держав пострадянського простору вказує на стійке зниження частоти нещасних випадків на виробництві, незважаючи на постійне збільшення частки робочих місць з шкідливими і небезпечними умовами праці (рис. 2.1) [9].

Таке зниження показників частоти нещасних випадків на виробництві пов'язують із закриттям значної частини підприємств в найбільш травмонебезпечних виробничих галузях [9]. Стався «перелив» зайнятих в

промисловості, сільському господарстві, будівництві, тобто в тих галузях, де традиційно високі ризики нещасних випадків, в такі види діяльності, як оптова та роздрібна торгівля, операції з нерухомим майном, фінансова діяльність та ін. Але не завжди це так, оскільки серед чинників, що зумовили швидке зниження реєстрованих рівнів виробничого травматизму, слід не стільки враховувати зміну структури зайнятості, скільки припускати дію інших факторів.

Деякі експерти вказують, що зниження частоти нещасних випадків на виробництві пов'язано перш за все з недообліком травм легкої і середньої тяжкості. Таким чином, офіційні статистичні дані про рівень виробничого травматизму не відображають реального стану, ускладнюючи формування адекватної політики в області умов, охорони праці та збереження здоров'я працюючих. Проте ці дані залишаються єдиними джерелами оцінки рівня травматизму на підприємствах, причин, тяжкості для оцінки ризику втрати працездатності працюючих при травмуванні і розробки заходів з охорони праці.

Для визначення причин втрати працездатності на виробництві скористаємося інформацією, що розміщена на офіційних сайтах Державної служби України з питань праці (<https://dsp.gov.ua/>) та Служби охорони праці (<https://www.sop.com.ua>).

Дійсно моніторинг стану виробничого травматизму (табл. 2.1) свідчить про те, що в Україні відстежується тенденція до зменшення загальної кількості випадків травмування на виробництві. Загальний травматизм з 1992 по 2019 рр. зменшився майже у 32 рази, хоча кількість випадків зі смертельним наслідком – зменшилась тільки у 6 разів.

Найбільш травмонебезпечною галуззю у 2020 році стала охорона здоров'я – 3 238 травмованих осіб, що становить 48,7% від загальної кількості травмованих по Україні.

Таблиця 2.1 – Динаміка виробничого травматизму з 1992 по 2019 рр.

Роки	1992	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Кількість травмованих (осіб)	124971	80450	34288	20817	11698	4260	4428	4313	4126	3876
У тому числі зі смертельним наслідком	2619	2195	1325	1088	644	375	400	366	409	422

Кількість страхових нещасних випадків у цій галузі порівняно з 2019 роком збільшилась у 13,3 рази (з 243 до 3 238 осіб). Кількість страхових нещасних випадків зі смертельним наслідком збільшилась у 13,6 рази (з 5 до 68 осіб) [10]. Це пояснюється зростанням кількості потерпілих у сфері охорони здоров'я у зв'язку з інфікування медичних та інших працівників на COVID-19.

Загальна кількість потерпілих внаслідок нещасних випадків, пов'язаних з виробництвом за роками за деякими галузями зменшується, а за деякими – збільшується або залишається на одному рівні (табл. 2.1, рис. 2.2). Зменшується у машинобудівній і металургійній промисловості, транспорті, гірничорудній, нерудній і вугільній промисловості, агропромисловий комплекс, деревообробка. Збільшення має місце у нафтогазовидобувній, будівництво, енергетика, соціально-культурна сфера. Тим не менш лідером після соціально-культурної сфери залишається вугільна промисловість. Треба відзначити, що соціально-культурна сфера у 2019 році показала максимальний рівень травматизму без врахування COVID-19.

Найбільш травмонебезпечними галузями вважаються: вугільна, будівельна, машинобудівна, агропромисловий комплекс, транспорт, та соціально-культурна сфера. Розглянемо виробничий травматизм за лідерами виробничого травматизму: вугільною промисловістю та соціально-культурною сферою.

Динаміка подій, що призвели до нещасних випадків зі смертельним наслідком за 12 місяців 2017 - 2020 р.р. (% від загальної кількості загиблих)

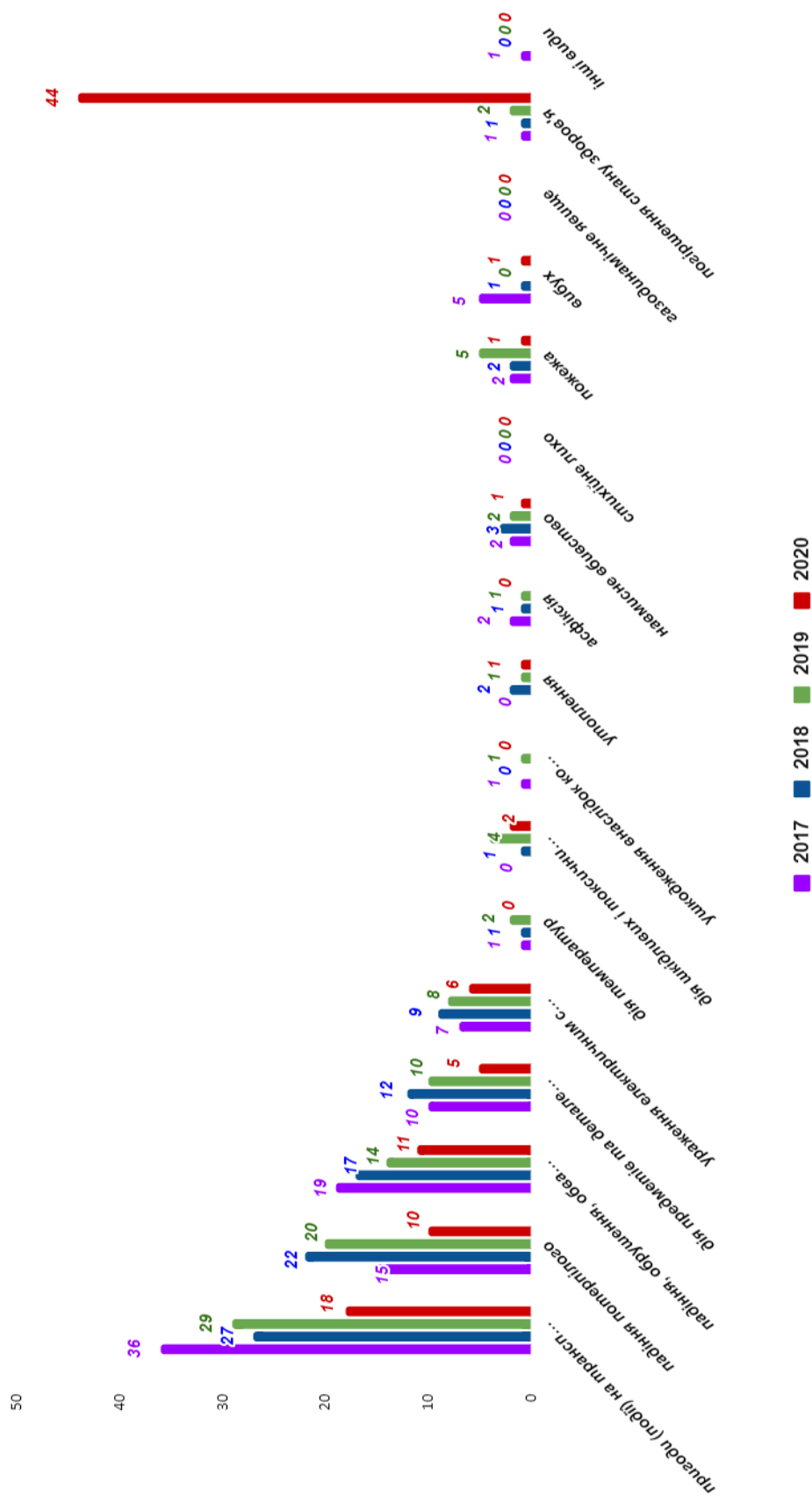


Рисунок 2.1 – Динаміка нещасних випадків зі смертельним наслідком

Таблиця 2.1– Розподіл виробничого травматизму за видами нагляду (осіб) [10]

Вид нагляду	2019	2018	2017	2016	2015
Вугільна промисловість	690	725	780	864	752
Гірничорудна та нерудна промисловість	160	173	201	192	207
Нафтогазовидобувна промисловість та геологорозвідка	30	25	20	23	11
Енергетика	121	118	121	136	113
Будівництво та промисловість будматеріалів	244	205	224	184	206
Котлонагляд та підйомні споруди	14	15	16	20	10
Машинобудування	270	364	336	313	311
Металургійна промисловість	199	244	260	255	268
Хімічна, нафтохімічна та нафтопереробна промисловість	129	105	128	146	137
Транспорт	293	338	393	364	396
Зв'язок	47	76	57	60	60
Газова промисловість	28	32	35	36	48
Житлово-комунальне господарство	135	140	155	167	141
Агропромисловий комплекс	517	503	537	578	602
Деревообробна промисловість	53	67	76	51	83
Легка та текстильна промисловість	22	38	23	22	17
Соціально-культурна сфера та торгівля	924	958	951	1017	898
РАЗОМ	3876	4126	4313	4428	4260

За видами подій, найбільша кількість нещасних випадків зі смертельними наслідками, пов'язаних з виробництвом, припадає на [11]: падіння, обрушення, обвалення предметів, матеріалів, породи, ґрунту тощо (40 % від загальної кількості загиблих на підприємствах галузі); дія предметів та деталей, що рухаються, розлітаються, обертаються (35 % від загальної кількості загиблих на підприємствах галузі).

Стан виробничого травматизму зі смертельними наслідками
за галузями нагляду у 2017 - 2019 р.р.

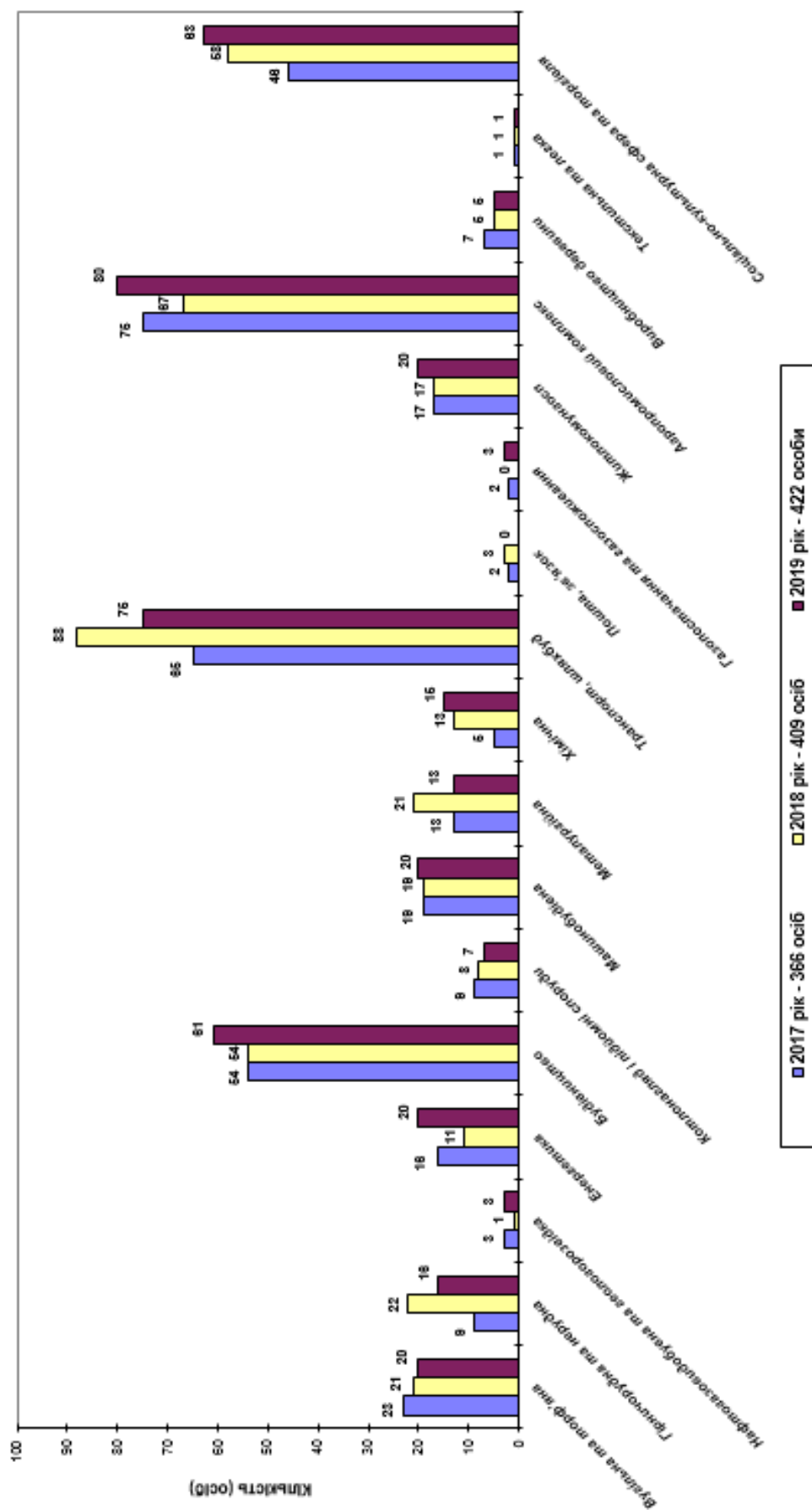


Рисунок 2.2 – Стан травматизму зі смертельними наслідками за галузями

Основними травмуючими факторами випадків загибелі на підприємствах галузі є: транспорт – 35%; обвалення – 25%.

Причинами нещасних випадків зі смертельними наслідками: організаційні – 75% від загальної кількості загиблих на підприємствах галузі; технічні – 10% від загальної кількості загиблих; психофізіологічні причини – 15% від загальної кількості загиблих.

Найбільш травмонебезпечні професії [11]:

1. прохідник (25% від загальної кількості загиблих на підприємствах галузі);
2. гірничий робітник очисного вибою (ГРОВ, РОВ) (15 % від загальної кількості загиблих на підприємствах галузі);
3. машиніст гірничовиймальних машин (МГВМ) (15 % від загальної кількості загиблих на підприємствах галузі);
4. гірничий майстер (10 % від загальної кількості загиблих на підприємствах галузі);
5. машиніст електровозу підземний (10 % від загальної кількості загиблих на підприємствах галузі);
6. гірничий робітник підземний (ГРП підземні) (10 % від загальної кількості загиблих на підприємствах галузі);
7. гірничий робітник поверхні (ГРП поверхні) (10 % від загальної кількості загиблих на підприємствах галузі);
8. машиніст підземних установок (МПУ) (5 % від загальної кількості загиблих на підприємствах галузі).

У соціально-культурній сфері смертельний травматизм з 2018 до 2019 рр. збільшився на 9 %. За показником рівня травматизму на 100 тисяч працюючих – покращився на 6 %.

За видами подій, найбільша кількість нещасних випадків зі смертельними наслідками, пов'язаних з виробництвом, припадає на: дорожньо-транспортні пригоди (41 % від загальної кількості загиблих); пожежа (18 %); падіння потерпілого, у т.ч. з висоти (13 %); падіння,

обрушення, обвалення предметів, матеріалів (10 %).

Причинами нещасних випадків зі смертельними наслідками, пов'язаних із виробництвом були: організаційні (79 % від загальної кількості загиблих); технічні – 8 %; психофізіологічні причини – 13 %.

Найбільш травмонебезпечними професіями на підприємствах галузі були: водій (17 % від загальної кількості загиблих); охоронник (6 %); підсобний робітник (6 %).

Найбільша кількість нещасних випадків сталась з організаційних причин (73 %), з технічних причин 14 %, через психофізіологічні причини, 13 % (рис. 2.3).

Найпоширенішими подіями з організаційних причин були: невиконання вимог інструкцій з охорони праці або посадових обов'язків та порушення правил безпеки руху порушення вимог безпеки під час експлуатації обладнання, устаткування, машин, механізмів, транспортних засобів тощо; порушення технологічного процесу. Технічних причин – незадовільний технічний стан виробничих об'єктів, будівель, споруд, території, засобів виробництва, транспортних засобів; недосконалість технологічного процесу. Психофізіологічних причин – особиста необережність потерпілого.

Види подій, що призвели до нещасних випадків зі смертельними наслідками (рис. 2.4): дорожньо-транспортні пригоди та наїзди транспортного засобу; падіння потерпілого; падіння, обрушення, обвалення предметів, матеріалів, породи, ґрунту тощо; дія предметів та деталей, що рухаються, розлітаються, обертаються; ураження електричним струмом; внаслідок пожежі; від дії шкідливих і токсичних речовин.

Розподіл кількості загиблих за всіма групами професій наведена у таблиці 2.2.

Причини нещасних випадків із смертельним наслідком за



Рисунок 2.3 – Причини нещасних випадків зі смертельним наслідком

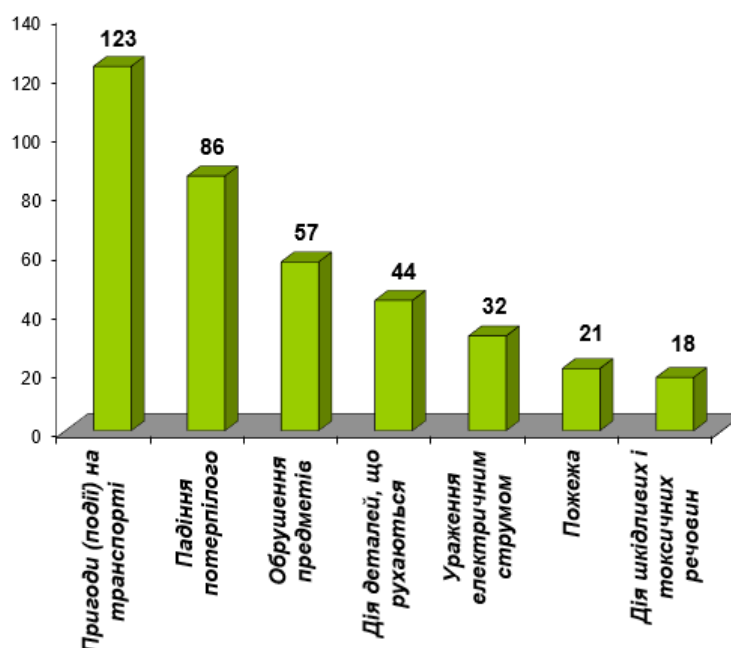


Рисунок 2.4 – Події, що призвели до нещасних випадків зі смертельним наслідком

Таблиця 2.2– Розподіл кількості загиблих за групами професій

Професії	Кількість (осіб)	%
Шахтарі	24	6
Машиністи	11	3
Будівельники	68	16
Ливарники, формувальники	4	1
Електрики	25	6
Ізолювальники, налагоджувальники	4	1
Робітники з деревооброблення	3	1
Робітники з металооброблення	3	1
Слюсарі	34	8
Оператори-апаратники	17	4
Робітники комунального господарства	9	2
Транспортні працівники	105	25
Працівники сільського господарства	27	6
Робітники соціально-культурної сфери	12	3
Керівники	46	11
Робітники сфери забезпечення основної діяльності	8	2
Робітники, пов'язані з охороною та пожежною безпекою	14	3
Вантажники	8	2
ВСЬОГО по професіям	422	100

Таким чином, рівень смертельного травматизму поступово зменшується. Це ж можна констатувати й за показниками виробничого травматизму без летальних наслідків, який є показником втрати працездатності робітниками. Так, рівень виробничого травматизму з 2018 до 2019 роки зменшився з 35,27 до 33,29 травмованих на 100000 працюючих (рис. 2.5).

Незважаючи на тенденцію до покращення стану виробничого травматизму в динаміці з 1992 року в Україні, певні галузі потребують вжиття заходів із запобігання виникненню нещасних випадків на виробництві, зокрема, сприяння підприємствам у створенні безпечних та нешкідливих умов праці та застосуванням заходів охорони праці [10].

За галузями ситуація загального виробничого травматизму від смертельного майже не відрізняється (рис. 2.6). На підприємствах вугільної промисловості стан виробничого травматизму, за показником рівня травматизму (із розрахунку кількості травмованих на 100 тисяч працюючих), з 2018 по 2019 рр. погіршився у порівнянні з аналогічним періодом минулого року – збільшення на 1 %.

Динаміку зміни виробничого травматизму з 2019 до 2020 років показано у таблиці 2.3. За 12 місяців 2020 року на державних підприємствах вугільної галузі допущено 274 випадки (2019 рік - 334 випадки) загального виробничого травматизму, що на 60 випадків (-18,0 %) менше, ніж за відповідний період 2019 року [<http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/>] (рис. 2.7).

Таблиця 2.3 – Виробничий травматизм у вугільній промисловості у 2019-2020 рр.

Галузь	Кількість випадків виробничого травматизму	З них смертельних (у тому числі випадки природної смерті від ССН)	Кількість випадків виробничого травматизму	З них смертельних (у тому числі випадки природної смерті від ССН)
	2019		2020	
Вугільна	334	10/0	274	13/4

Динаміка рівня виробничого травматизму та середньооблікової кількості працюючих

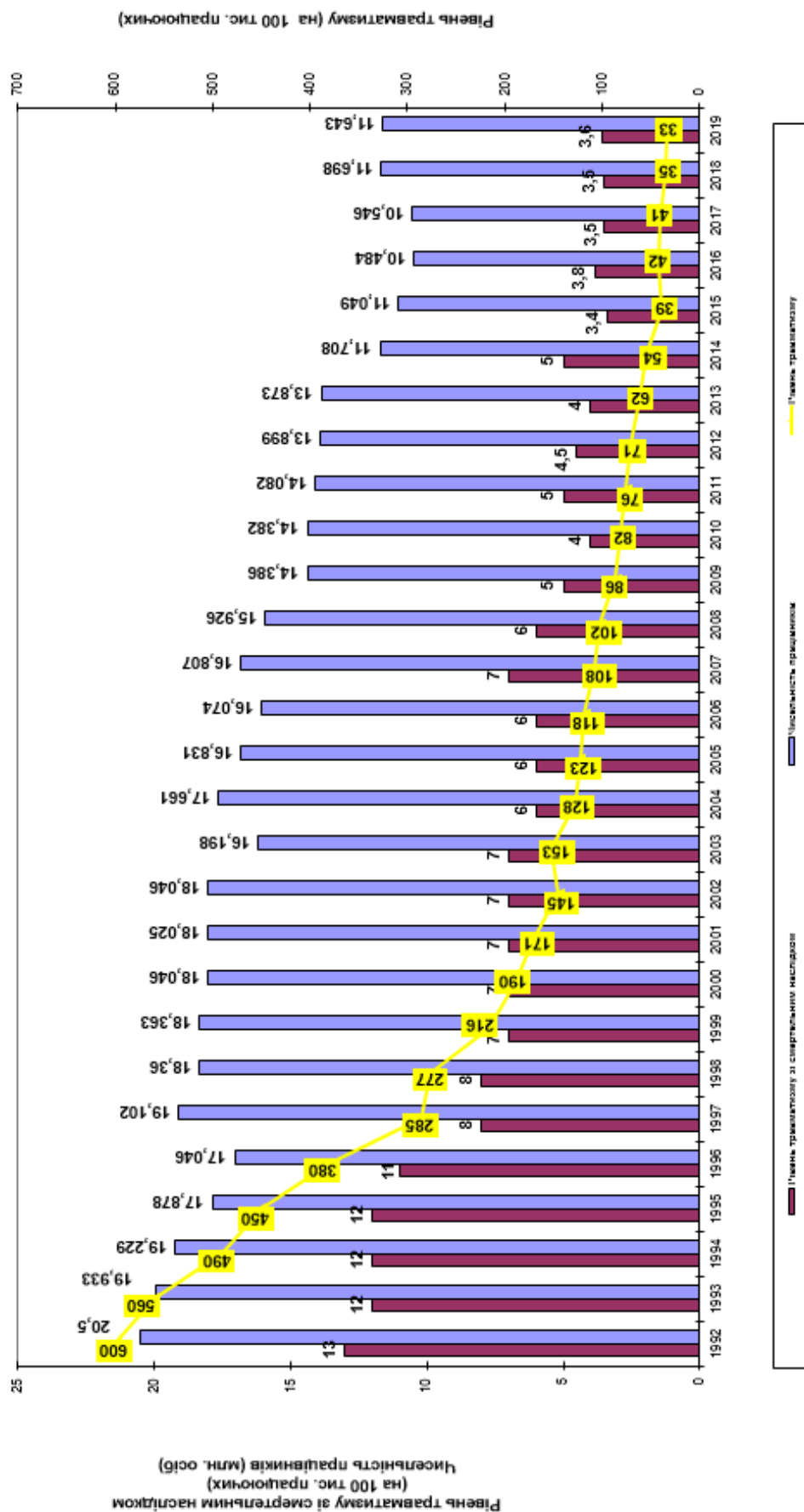


Рисунок 2.5 – Динаміка рівня виробничого травматизму та середньооблікової кількості працюючих

Стан виробничого травматизму за показником рівня
(із розрахунку кількості травмованих на 100 000 працюючих) у 2019 році

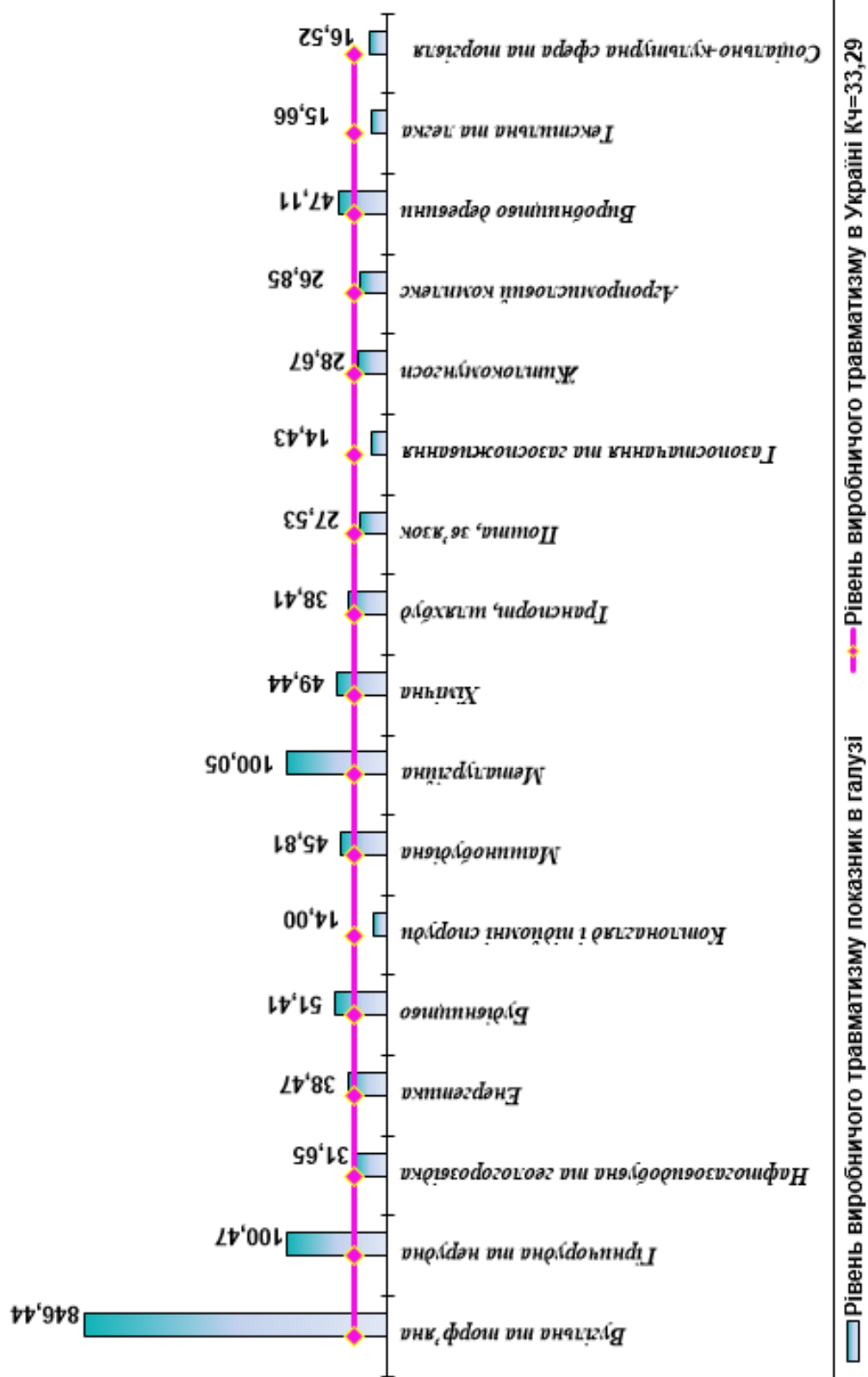


Рисунок 2.6 – Динаміка рівня виробничого травматизму та середньооблікової кількості працюючих

ЗАГАЛЬНІ ДАНІ ПРО ВИРОБНИЧИЙ ТРАВМАТИЗМ

на державних вугільних підприємствах, підпорядкованих Мінерного, станом на 01.01.2021 р.

№ п/п	Назва підприємства	Кількість нещасних випадків										Кількість потерпілих внаслідок нещасних випадків																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		Всього					З них:					із них зі смертельним наслідком	при груповій НВ				при групі НВ, але групі транспортних засобів (за коду 51)				на інших об'єктах, об'єднаних з підприємством (за коду 52)				на території підприємства, але не на території підприємства (за коду 53)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Всього		Групових		в т.ч. групових	Всього		Групових		Всього		Групових		Всього		Групових		Всього		Групових		Всього		Групових		Всього		Групових																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
		2020	2019	2020	2019		2020	2019	2020	2019	2020		2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	Рівень	2	4	11	12	11	12	7	8	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10

№п/п	Назва підприємства	Кількість потерпілих внаслідок нещасних випадків																							
		2 кв. 2020-2019 рр. від -80-																							
		у загальному				у груповій				у загальному				у груповій				у загальному				у груповій			
		2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019
1	Рівень	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Всього по підприємствах підпорядкованих Мінерного		3	3	2	0	1	1	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	ДП "Шахта ім.М.С. Суряя"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	ДП "Південнодобаска № 1"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	ДП «Вугільна компанія «Краснолиманська»	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
4	ДП "Мирноградвугілля"	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6
5	ДП "Селидівугілля"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
6	АТ Лисичанськвугілля	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
7	ДП "Первомайськвугілля"	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	ДП Торетцвугілля	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
9	ПрАТ "Шахта "Надія"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	ДП "Львіввугілля"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	ДП "Волинськвугілля"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	ДП "Шахта № 10 "Нововолинська"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	ДП "ОК "Укрвуглереструктуризація"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	ДП "Укршахтідрозахист"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рисунок 2.7 – Загальні дані про виробничий травматизм на вугільних підприємствах у 2020 р. зі сторінки Мінерного України

З АНАЛІЗ ВИРОБНИЧИХ ФАКТОРІВ ВТРАТИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ШАХТАРІВ

Вугільна шахта є складною виробничу сферу з небезпечними умовами праці, де раптові зміни геологічної обстановки, неправильні дії і недотримання вимог Правил безпеки навіть однією людиною можуть привести до катастрофічних наслідків з численними людськими жертвами [12].

Визначення істинних причин нещасного випадку є однією з основних цілей проведеного розслідування. Тільки правильне встановлення причин сприяє прийняттю ефективних профілактичних заходів. З метою об'єктивного визначення і викладу причин нещасного випадку комісія, що встановлює його причини, керується такими загальними принципами [12].

Далеко не всі фактори можуть бути піддані кількісній оцінці. Вплив багатьох факторів на виробничий травматизм, при інших рівних умовах, залишається постійним, частина чинників має незначний вплив. Крім того, не всі впливові фактори керовані, що обмежує використання позитивного і усунення негативного впливу їх на показники виробничого травматизму[12].

У дослідженні Латишева Є.Є. [4] розглянуті фактори виробничого середовища і трудового процесу, які у процесі трудової діяльності на гірника впливають можуть негативно вплинути на здоров'я. За даними ВООЗ і ряду авторів науковців понад 100000 хімічних речовин і 200 біологічних факторів, близько 50 фізичних і майже 20 ергономічних умов, видів фізичних навантажень, безліч психологічних і соціальних проблем можуть бути шкідливими факторами і підвищувати ризик нещасних випадків, хвороб або стрес-реакцій, викликати незадоволеність працею і порушувати благополуччя, а, отже, відбиватися на здоров'ї.

Порушення здоров'я і зниження працездатності робітників можуть обумовити економічні втрати до 10 - 20% національного валового продукту. Більшість цих проблем можуть і повинні бути вирішені як в інтересах здоров'я

і благополуччя працюючих, так і в інтересах економіки і продуктивності праці. За оцінкою Всесвітнього банку реконструкції і розвитку, 2/3 витрачених робочих років через професійну непрацездатність можуть бути повернені програмами по охороні і гігієні праці [4].

Зі збільшенням глибини розробки проблема нормального функціонування вугільних підприємств набуває особливо великого значення з огляду на низку обставин, що впливають на аварійні ситуації в шахтах. Причини високого рівня виробничого травматизму і аварійності у вугільній промисловості можна розділити на дві групи: об'єктивні і суб'єктивні [13].

До об'єктивних чинників слід віднести [13]:

1. Найскладніші у світі гірничо-геологічні та гірничотехнічні умови розробки пластів. Стохастична природа високонапружених газонасичених породних масивів, поведінка яких з переходом на великі глибини все більше не відповідає усталеним уявленням як гірників, так і вчених.

2. Зношеність основних фондів досягла 70%; більше половини шахт працюють без реконструкції понад 50 років, мають складні протяжні вентиляційні мережі та багатоступінчастий підземний транспорт.

3. Збільшення концентрації гірничих робіт і навантаження на очисні вибої до 5 - 6 тис. т на добу. Необхідність вирішення ряду питань, пов'язаних з управлінням гірським тиском, забезпеченням стійкості капітальних і допоміжних виробок, станом шахтної атмосфери та газодинамічними проявами.

4. Порушення правил безпеки, так званий «людський» фактор.

Суб'єктивними можна вважати такі фактори [13]:

1. Низька ефективність функціонування на шахтах системи управління охороною праці і відсутність важелів економічного стимулювання безпечної роботи гірників.

2. Низький рівень підготовки фахівців і керівників, велика плінність кадрів, часта зміна керівництва шахт і дільниць, несвоєчасне і неякісне їх навчання.

3. Незадовільний рівень виробничої та трудової дисципліни працівників, низька культура виробництва, відсутність належного контролю з боку посадових осіб.

Загальна структура причин травматизму представлена на рис 1.7. В цілому по галузі щорічно 5 - 6% загальної суми видатків за бюджетними програмами на розвиток вугільної промисловості йде на регресні позови і одноразову допомогу. Для шахт об'єднання ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» частка витрат по виплаті регресних позовів складає 3 - 5% загальної вартості вугілля, або 28-30% інших витрат.

Аналізом виробничого травматизму в вугільних шахтах встановлено такі основні потенційно небезпечні явища (рис. 3.1) [12].

Характерна особливість всіх явищ полягає в тому, що вони містять в собі фактори, які згубно діють на здоров'я працюючого. У вугільній промисловості 97% впливу травмуючих чинників доводиться на фізичні, вплив чинників хімічної природи складає приблизно 2,6% і 0,4% припадає на інші травмуючі чинники [12].

Одним з основних видів подій, що стали причиною травмування людей на шахтах є обвали і обвалення. Практично на всіх шахтах цей фактор має лідируюче положення. Наприклад, в «Об'єднанні» Прокопьевскуголь »є обвали і обвалення. На нього припадає 22% отриманих травм [12], причому причиною загибелі працівників в 51% випадків стали саме обвали і обвалення (рис. 3.2). В роботі [13] наведено статистику причин травматизму у вугільній галузі з 1995 по 2010 рік по Україні (рис. 3.3) і по ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» (рис. 3.4).

Основні потенційно небезпечні явища



Рисунок 3.1– Основні потенційно небезпечні явища, що призводять до виробничого травматизму [12]

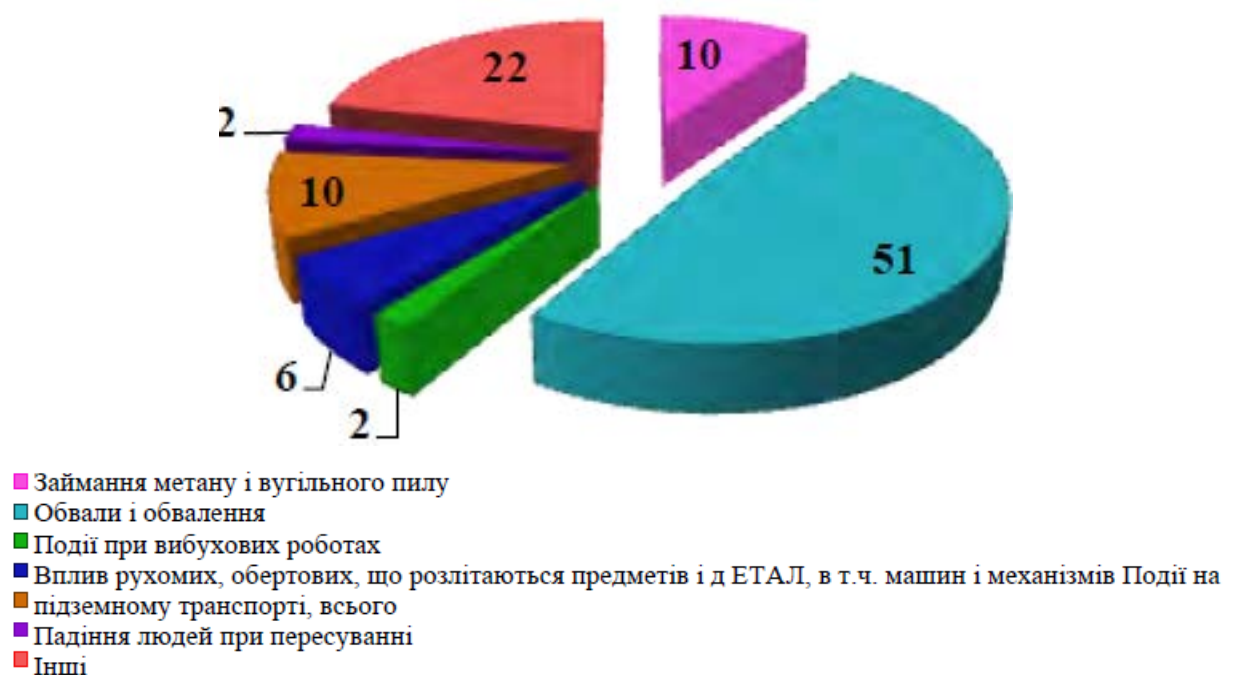


Рисунок 3.2 – Класифікація нещасних випадків зі смертельними наслідками на шахтах «Об'єднання» Прокопівськвугілля », %

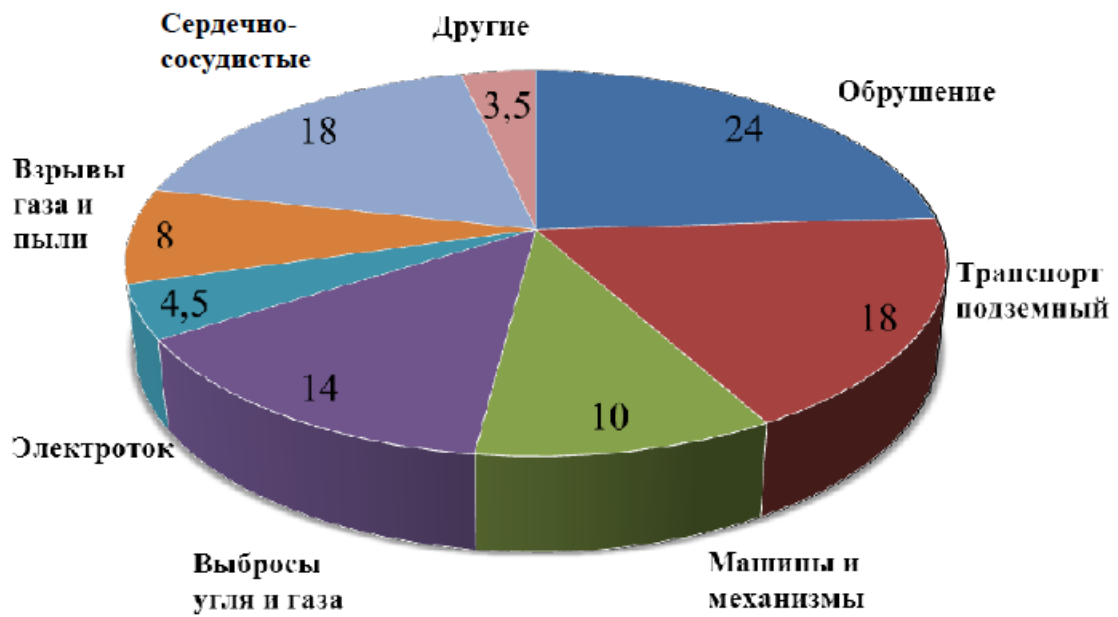


Рисунок 3.3– Діаграма структури причин травматизму у вугільній галузі з 1995 по 2010 рік



Рисунок 3.4 – Діаграми причин нещасних випадків на шахтах ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» у процентному співвідношенні, %

Як видно з рисунків, загальними факторами є обвалення порід, події на транспорті, дія машин та механізмів (обладнання), рідше – падіння людей. Ці ж фактори є причиною виробничого травматизму зі смертельними наслідками у вугільній галузі й останні роки. Тільки до них додалися випадки ураження струмом та погіршення здоров'я. Так за 2020 рік допущено 13 випадків виробничого травматизму із смертельними наслідками (<http://mpe.kmu.gov.ua/minugol>).

Випадки смертельного травматизму сталися на:

- ДП «Шахта ім. М.С. Сургая» - 1 випадок внаслідок травмування **на транспорті**;
- ДП «Мирноградвугілля» - 2 випадки (1 випадок внаслідок **обвалення** гірничої маси та 1 випадок внаслідок **ураження електрострумом**);
- ДП «Лисичанськвугілля» - 3 випадки (2 випадки внаслідок **обвалення** гірничої маси та 1 випадок внаслідок **ураження електрострумом**);
- ДП «Львіввугілля» - 3 випадки (1 випадок внаслідок травмування **на транспорті**, 2 випадки **природньої смерті**);
- ДП «Первомайськвугілля» - 2 випадки (1 випадок внаслідок **погіршення стану здоров'я** та 1 випадок внаслідок **обвалення** порід покрівлі);
- ДП «Торецьквугілля» - 1 випадок **природньої смерті**;
- ДП «Волиньвугілля» - 1 випадок раптова смерть **внаслідок серцево-судинної недостатності**.

Виробничий травматизм за цей рік характеризується такими показниками: коефіцієнт частоти загального виробничого травматизму на 1000 працюючих склав 8,7 проти 7,6 у 2019 році (-1,1); коефіцієнт частоти смертельного виробничого травматизму на 1 млн. тон видобутого вугілля склав 4,5 проти 2,8 у 2019 році (+1,7).

Впродовж грудня 2020 року на державних підприємствах вугільної галузі допущено 26 випадків (у грудні 2019 року 27 випадків) загального

виробничого травматизму, що на 1 випадок (- 3,7 %) менше, ніж у грудні 2019 року. За звітний період допущено 3 випадки виробничого травматизму із смертельними наслідками. Коефіцієнт частоти загального виробничого травматизму на 1000 працюючих за грудень місяць склав 0,7 так, як і у 2019 році, а коефіцієнт частоти смертельного виробничого травматизму на 1 млн. тон видобутого вугілля склав 10,7 проти 4,5 у 2019 році (+6,2).

4 АНАЛІЗ ТРАВМАТИЗМУ НА ВУГЛЕДОБУВНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ (НА ПРИКЛАДІ «ШАХТОУПРАВЛІННЯ «ПІВДЕННОДОНБАСЬКЕ №1»)

4.1 Загальні відомості про підприємство, його діяльність та обов'язки

Державне підприємство „Шахтоуправління „Південнодонбаське №1” належить до сфери управління Міністерства енергетики України. Місцезнаходження підприємства: 85670, м. Вугледар, Донецької області.

Підприємство створене з метою:

- забезпечення виконання договірних зобов'язань із постачання вугільної продукції на внутрішній і зовнішній ринки;
- перспективного розвитку та підтримання діючих потужностей виробництва.
- збереження виробничої кооперації у видобутку і переробці вугілля та отримання прибутку;
- підвищення ефективності виробництва та збільшення прибутку;
- підвищення конкурентоспроможності продукції на ринках;
- реалізації широкомасштабних та інвестиційних проектів, формування ефективних та організаційних зав'язків підрозділів, що входять до складу підприємства;
- реалізації економічних і соціальних потреб працівників підприємства;
- організації науково-дослідних та експериментально-конструкторських робіт;
- оптимізації інвестування.

Основними напрямками діяльності підприємства є: видобування кам'яного вугілля; реалізація вугільної продукції; забезпечення вугільною продукцією споживачів; перспективний розвиток підприємства, нове будівництво, реконструкція, технічне переозброєння; переробка (збагачення)

вугільної сировини; заготівля, переробка, металообробка, кольорових і чорних металів; збирання, заготівля окремих видів відходів, як вторинної сировини; переробка використання та реалізація відходів виробництва, вторинної сировини; розробка, погодження і затвердження проектів на впровадження нової техніки, передової технології, сучасних методів організації виробництва, а також застосування прогресивних, матеріалів, виробів і конструкцій; виконання маркшейдерських робіт, проведення нагляду за деформацією поверхні і об'єктами, під якими проводяться гірничі роботи; матеріально-технічне забезпечення виробництва продукції, надання послуг через систему прямих угод (договорів, контрактів), або через біржі та інші організації; реалізація власної продукції, майна, відходів виробництва, вторинної сировини; організація збуту продукції (робіт, послуг); організація управління виробництвом; надання освітніх послуг, пов'язаних з одержанням професійної освіти підготовкою спеціалістів; технічне обслуговування і експлуатація мереж радіомовлення, надання в користування каналів електрозв'язку; будівництво і технічне обслуговування галузевої мереж передачі даних; експлуатація родовищ корисних копалин; охорона земної поверхні та розташованих на ній будівель, споруд, водоймищ, насаджень від негативного впливу, усунення інших факторів, що заподіюють шкоду довкіллю; здійснення заходів з комплексного використання природних ресурсів ресурсозбереження; розвиток виробничо-господарського комплексу підприємства, підвищення продуктивності праці та ефективності видобутку вугілля, максимальне використання внутрішніх резервів, інтенсифікація виробничих процесів; впровадження нових засобів запобігання виробничому травматизму та аваріям; забезпечення безпечних умов праці, ефективної роботи вентиляційних систем, водовідведення, знешкодження впливу шкідливих фізичних факторів виробництва; проведення санітарно-гігієнічних досліджень факторів виробничого середовища трудового процесу з метою атестації робочих місць; надання послуг з перевезення пасажирів і вантажів

автомобільним транспортом загального користування; виконання топографо-геодезичних, картографічних робіт, кадастрових зйомок; виробництво та ремонт засобів виміру та контролю; науково-технічна діяльність; ремонт і технічне обслуговування автомобілів, іншої автомобільної техніки та механізмів; медичне і культурне обслуговування та оздоровлення працівників підприємства, членів їх сімей та громадян; медична практика; організація відпочинку працівників підприємства та інших громадян; будівельна діяльність; пошук (розвідка) корисних копалин; проведення робіт із землеустрою, землеоціночних робіт; виконання будівельно-монтажних робіт; здійснення очищення стічних та підземних вод; рекультивація земель; заготівля, переробка металобрухту кольорових і чорних металів; виготовлення, ремонт та реконструкція об'єктів котлонагляду; передача електричної енергії відповідно до ліцензій, виданих національною комісією з регулювання електроенергетики; монтаж та демонтаж гірничо - шахтного обладнання; ревізія та налагодження гірничо - шахтного обладнання шахт; виготовлення та ремонт нестандартного обладнання; монтаж усіх видів металоконструкцій; виготовлення та ремонт усіх засобів механізації поверхні шахт і забоїв; капітальний ремонт гідромехкріплення і виготовлення запасних частин до них; здійснення лабораторного технічного аналізу, фізико-хімічних іспитів проб вугілля і іншої продукції виробленої шахтами та підприємствами; здійснення попередньої та техногенної дегазації вугільних родовищ і вуглепородного масиву для забезпечення безпечного видобутку вугілля, із побіжним витяганням і утилізацією газу метану, одержаного при дегазації, експлуатації дегазаційних свердловин; буріння дегазаційних свердловин, прокладання газопроводів, монтаж, здійснення ремонту, наладки та обслуговування устаткувань і обладнання для утилізації газу метану вугільних родовищ, постачання метану споживачам, зберігання породного газу; виконання робіт по гасінню, профілактиці породних відвалів, рекультивації земель.

Таким чином, з наведеного переліку випливає, що дане підприємство займається широким діапазоном робіт, в тому числі тих, які пов'язані з небезпечними умовами праці та виконання яких несе екологічну, техногенну для працюючих та населення. Тому в обов'язки підприємства входить: створення належних умов для високопродуктивної праці, забезпечення додержання законодавства про працю, правил і норм охорони праці, техніки безпеки та соціального страхування; виконання норм і вимог щодо охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання і відтворення природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки.

4.2 Аналіз виробничого травматизму ДП «Шахтоуправління «Південнодонбаське 1»

На «Шахтоуправлінні «Південнодонбаське №1», на щастя, смертельних випадків у 2020 році не було (рис. 2.7), але за цей рік мали місце 12 випадків травмування працівників за такими факторами, як: на транспорті (1 випадок); падіння з висоти (1 випадок); обвалення порід (2 випадки); дія предметів та деталей, що рухаються (4 випадки); інші види (4 випадки). Взагалі за роками рівень травматизму зменшився (табл. 4.1, рис. 4.1).

За місяцями також можна простежити зміни рівня травматизму (рис. 4.2), причому найбільш травмонебезпечні місяці: січень-березень, липень, серпень та грудень.

Розгляд актів за формою Н-1 «Акт про нещасний випадок, пов'язаний з виробництвом» за 2012-2015 роки (додаток А) показує, що дійсно небезпечними факторами залишаються обвалення порід, дія предметів та механізмів, падіння предметів та людей (рис. 4.3).

Аналіз даних за актами за формою Н-1 дозволив зробити такі висновки:

- 87 % випадків відбувається внаслідок організаційних причин і здебільшого це пов'язане з невиконанням правил безпеки і порушенням

дисципліни виконання робіт. Внаслідок несправності обладнання або недосконалості технології відбулося 12 випадків;

Таблиця 4.1 – Відомості про виробничий травматизм по шахті «Південнодонбаська» №1

Роки	Загальний травматизм	Травматизм зі смертельними наслідками
1974	70	2
1975	130	1
1976	119	2
1977	142	1
1978	123	2
1979	132	1
1980	144	2
1981	164	3
1982	246	3
1983	246	3
1984	248	1
1985	255	1
1986	242	8
1987	242	3
1988	258	1
1989	346	4
1990	568	3
1991	564	34
1992	712	2
1993	739	4
1994	742	2
1995	748	2
1996	616	2
1997	487	5
1998	472	0
1999	381	1
2000	250	0
2001	125	1
2002	95	0
2003	95	2
2004	110	5
2005	68	2
2006	105	1
2007	120	0

Продовження табл. 4.1

Роки	Загальний травматизм	Травматизм зі смертельними наслідками
2008	71	0
2010	117	4
2011	61	3
2012	45	2
2013	46	4
2014	56	2
2015	43	3
2017	28	0
2018	33	2
2019	15	1
2020	12	0

- Найбільша кількість випадків відбулася у лаві (28 %), але сумарно найбільше число травмувань було у виробках (59 %), коли робітники пересувалися або виконували операції;

- Найбільш травмонебезпечною професією є ГРОВ, потім прохідник, МГВМ і електрослюсар. Для електрослюсарів основним небезпечним фактором є навіть не ураження електрострумом, а падіння людини. Травмування ГРОВ та МГВМ можна поєднати, оскільки вони виконують роботи у однакових умовах і їх робочі місця сумісні;

- Найбільший рівень травматизму відноситься до вікових груп від 25 до 45 років – 79 %;

- За стажем можна виділити небезпечні вікові діапазони: до 5 років (14 % пояснюється недосвідченістю робітників), 10-25 років (58 % - помилковою впевненістю робітників та нехтуванням правилами безпеки);

- Найбільш травмонебезпечною є ремонтна І зміна (39 %), у інші зміни травматизм майже однаковий.

- Якщо розглядати ці висновки, то можна констатувати, що вони майже не розходяться з загальними результатами досліджень фахівців з охорони праці на вуглевидобувних підприємствах.

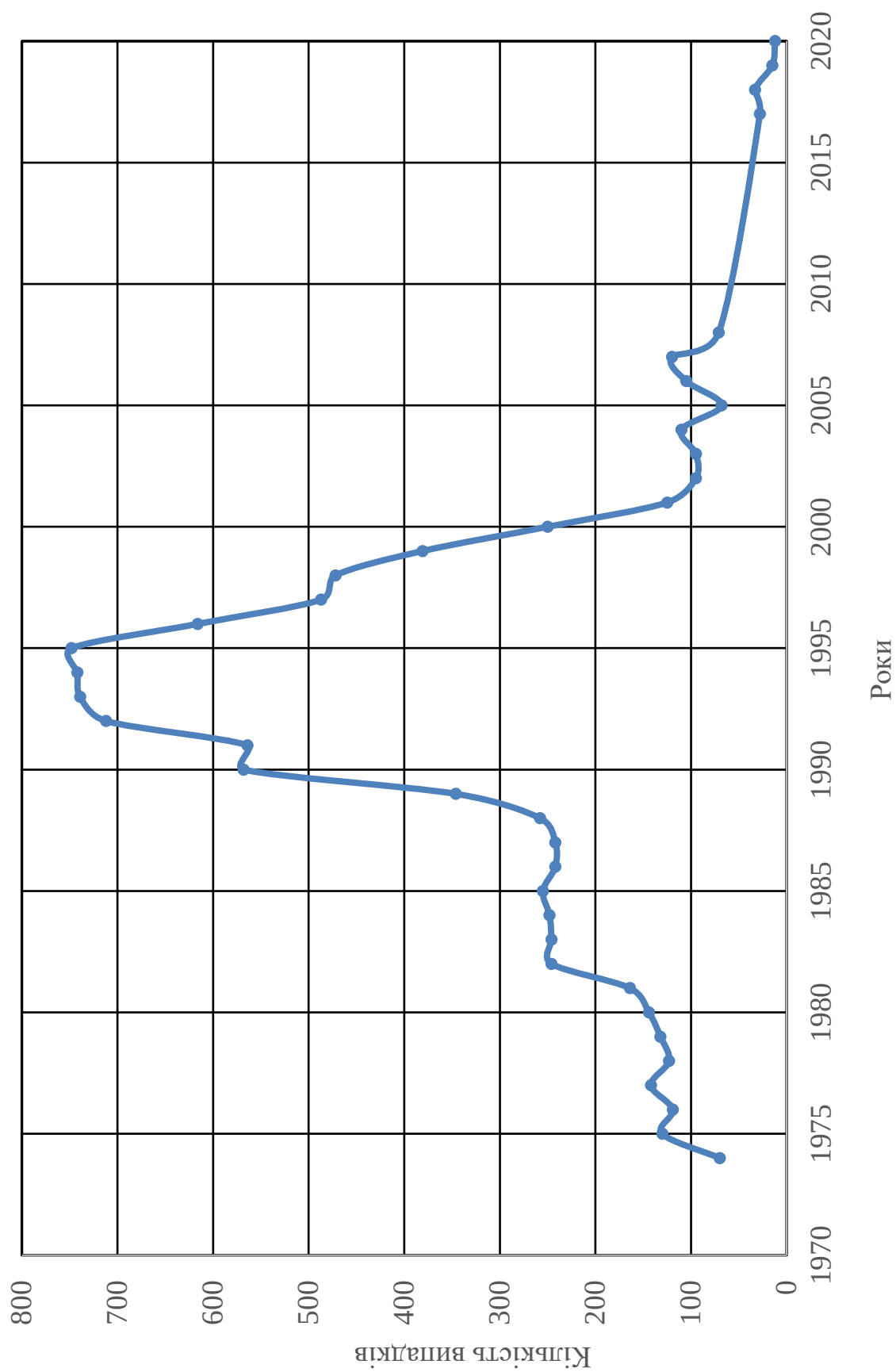


Рисунок 4.1 – Динаміка зміни травматизму за роками

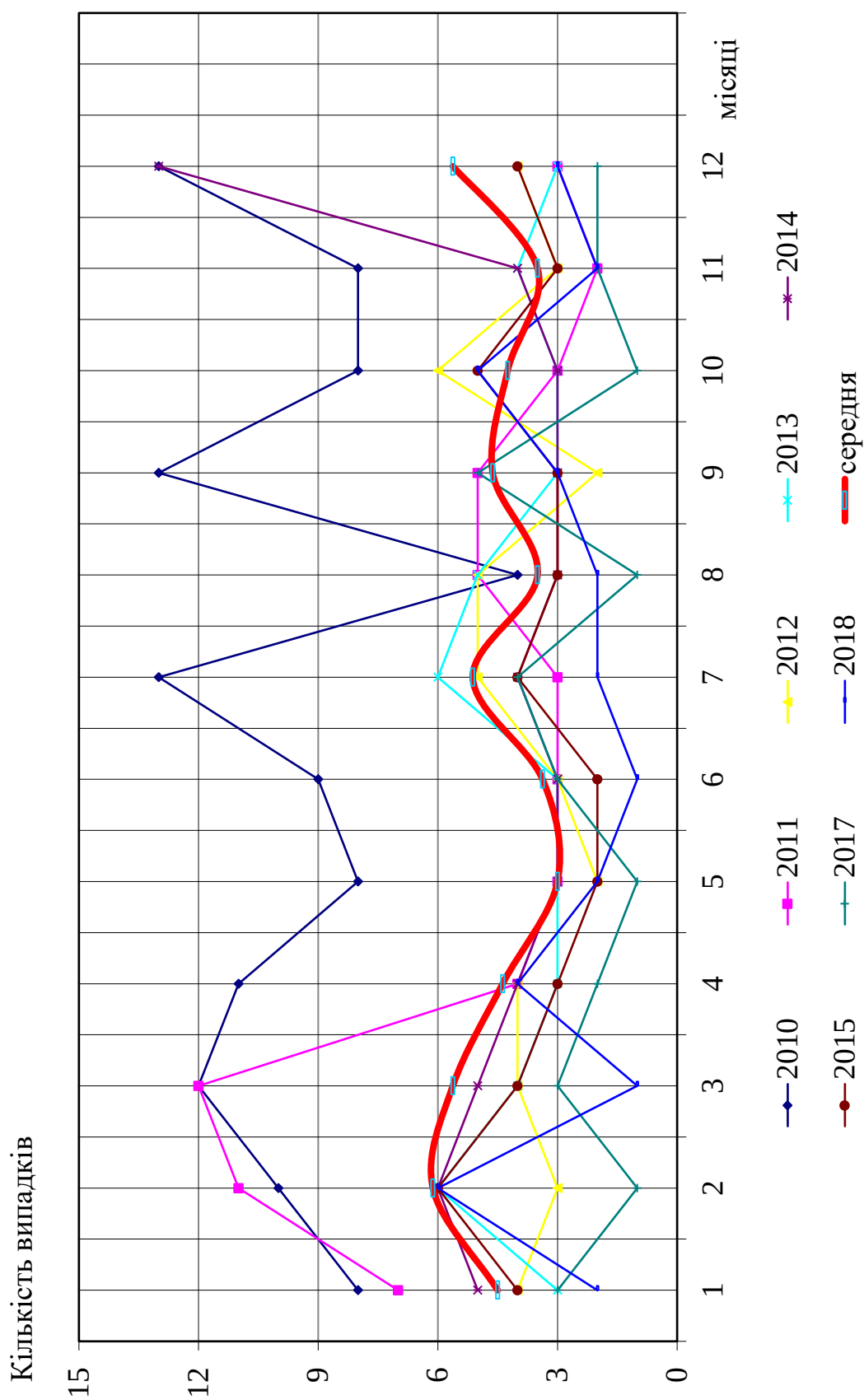


Рисунок 4.2— Динаміка загального травматизму по місяцях

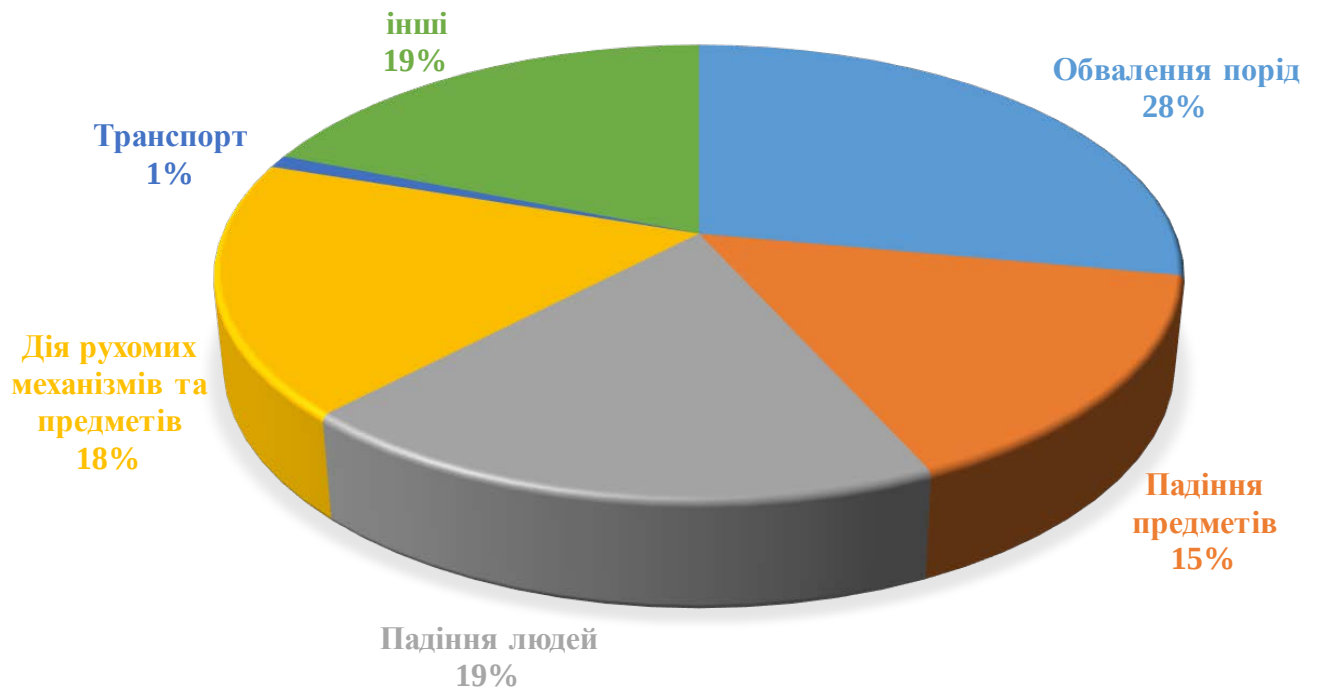


Рисунок 4.3– Розподіл виробничого травматизму за факторами

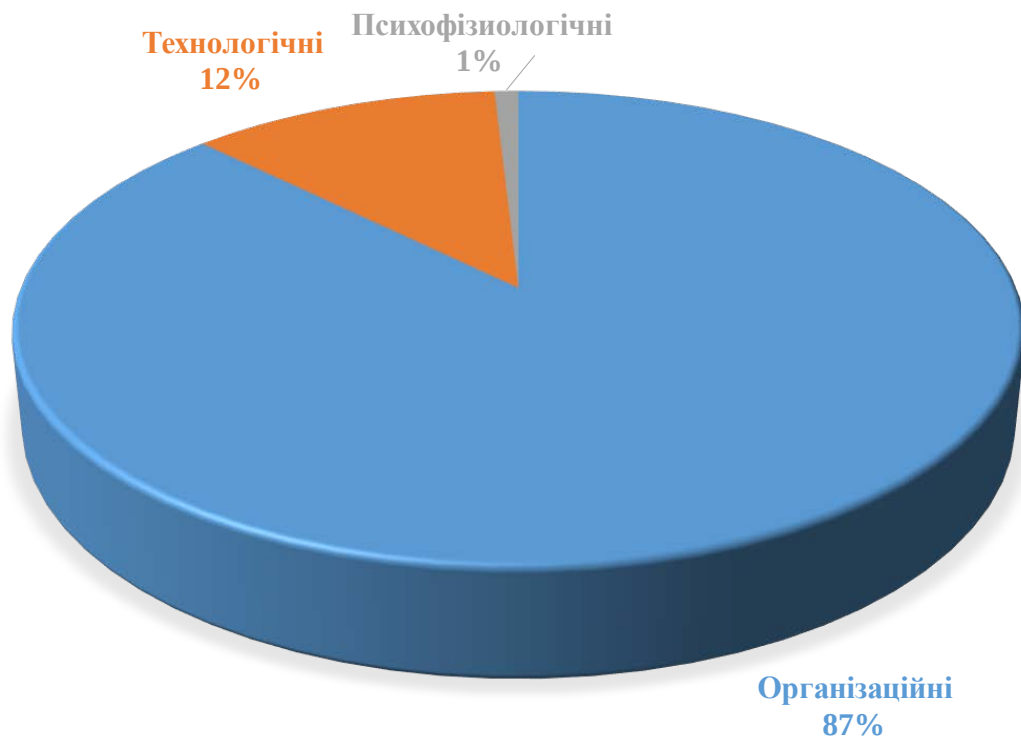


Рисунок 4.4– Розподіл нещасних випадків за причинами їх настання

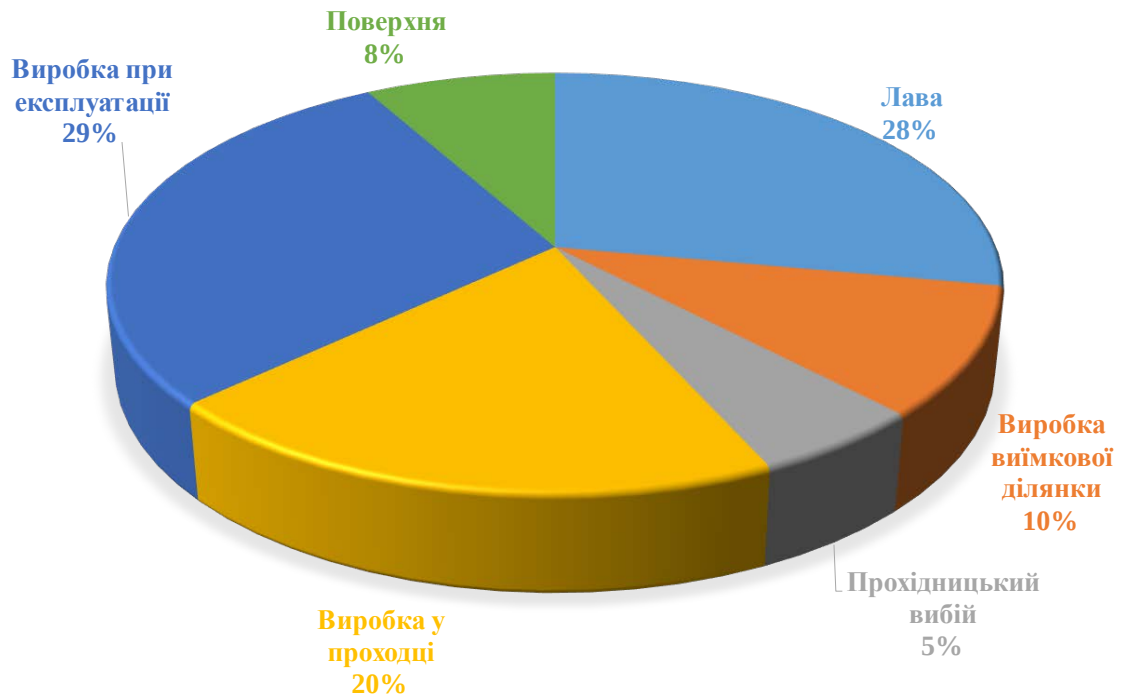


Рисунок 4.5— Розподіл нещасних випадків за місцями, де вони відбулися

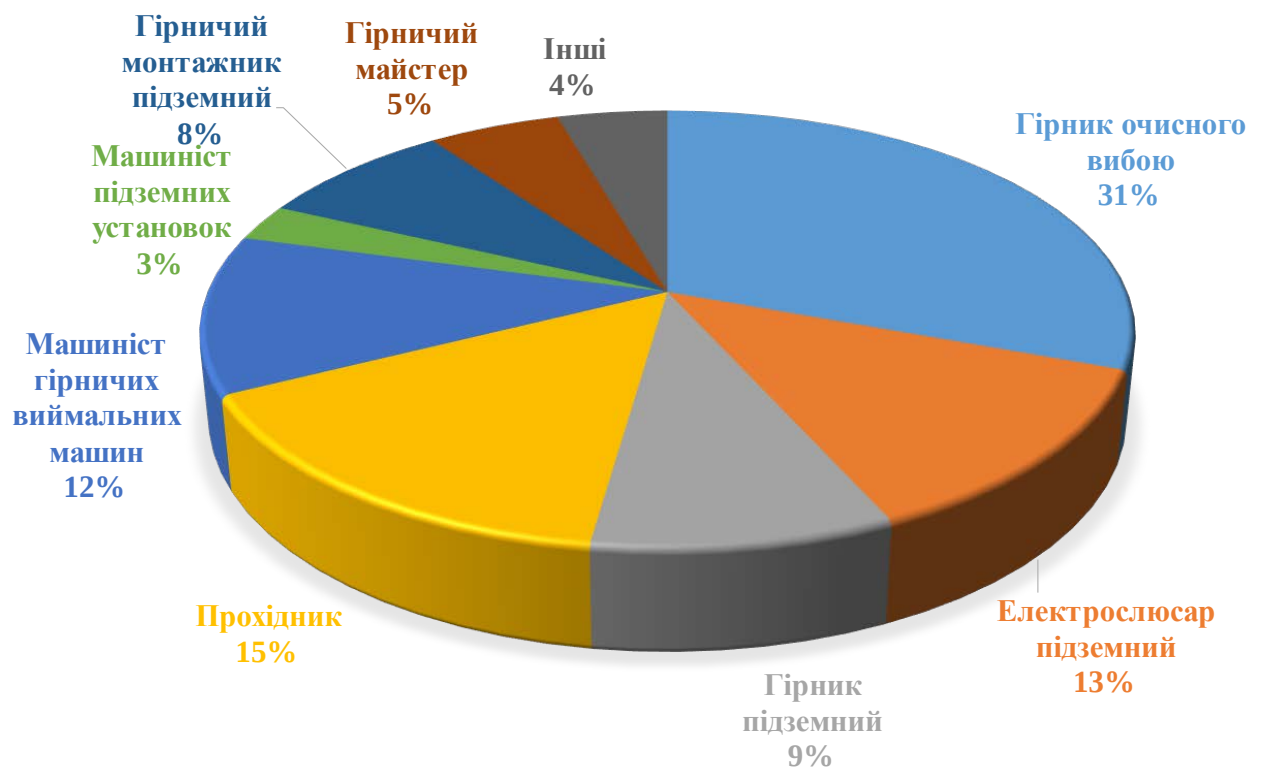


Рисунок 4.5— Розподіл нещасних випадків за професіями

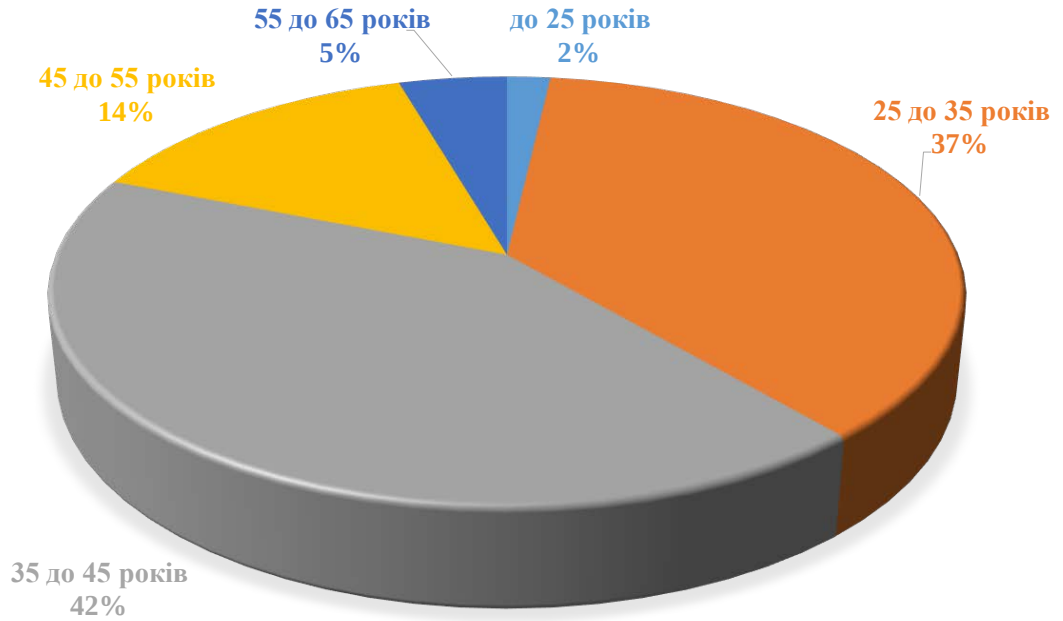


Рисунок 4.6– Розподіл нещасних випадків за віком

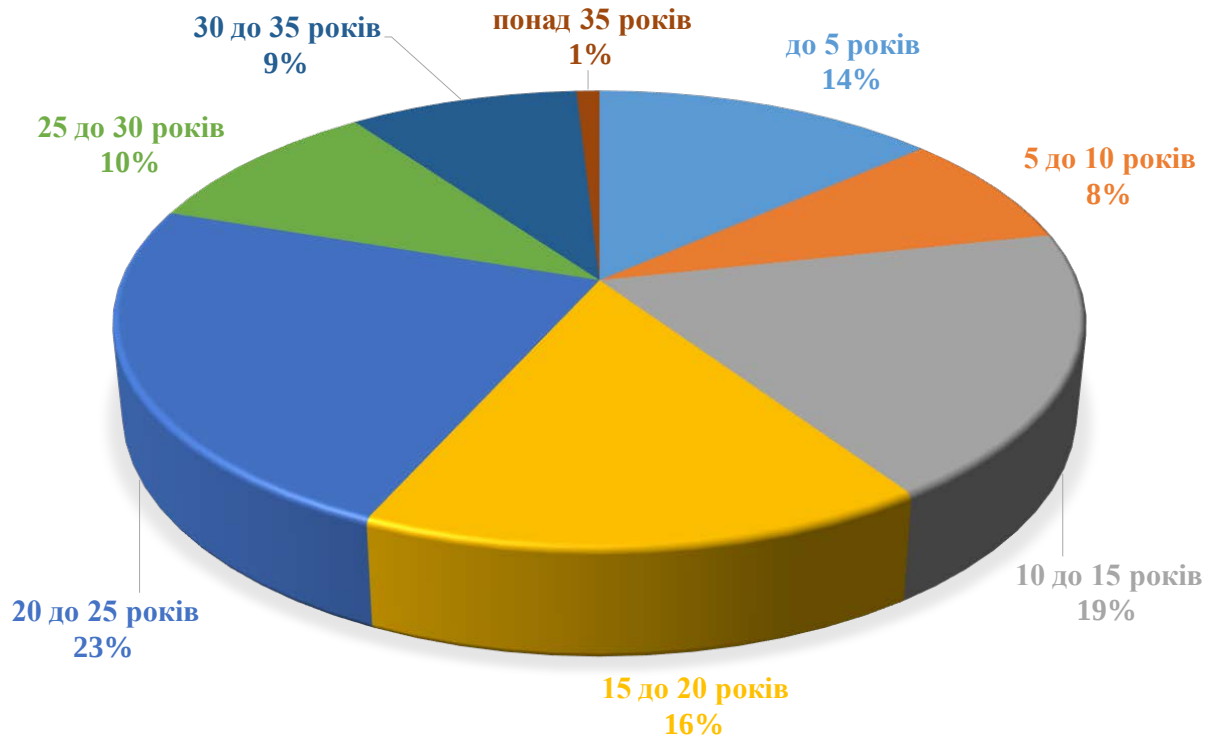


Рисунок 4.7– Розподіл нещасних випадків за стажем

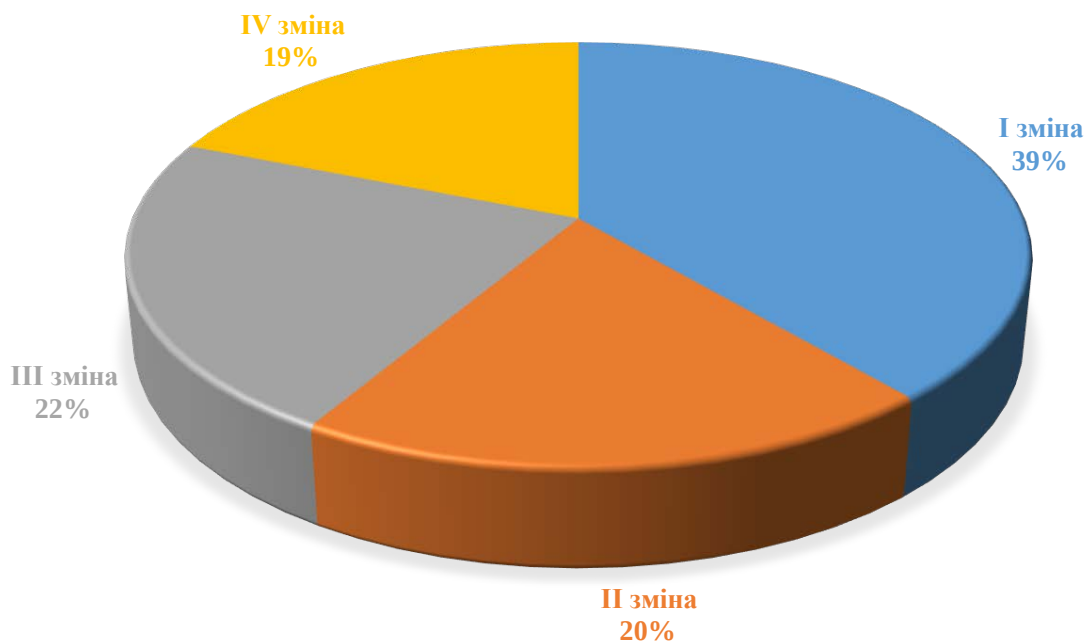


Рисунок 4.8– Розподіл нещасних випадків за змінами впродовж доби

Різниця може бути тільки у вазі небезпечних факторів, частках професій, місць виникнення випадків та змін впродовж доби.

- Найбільш травмонебезпечною є ремонтна I зміна (39 %), у інші зміни травматизм майже однаковий.

Якщо розглядати ці висновки, то можна констатувати, що вони майже не розходяться з загальними результатами досліджень фахівців з охорони праці на вуглевидобувних підприємствах. Різниця може бути тільки у вазі небезпечних факторів, частках професій, місць виникнення випадків та змін впродовж доби. Тобто ті категорії, які пов'язані з технологією ведення гірничих робіт. Для розробки заходів щодо попередження травмування робітників та втрати ними працездатності необхідний розгляд ризику втрати працездатності на конкретному підприємстві. Перенесення цих результатів на інші підприємства може бути тільки у загальному вигляді. Але для розробки заходів необхідне здійснення прогнозу за відповідними категоріями.

Якщо зіставити висновки можна констатувати наступне: **найбільша частка нещасних випадків в умовах ДП «Шахтоуправління «Південнодонбаське №1» відбувається внаслідок порушення дисципліни**

та нехтуванням правил безпеки робітниками основних підземних професій незалежно від характеру виконуваних робіт, які відносяться до вікової групи у діапазоні 25...45 років та мають стаж роботи 10-25 років. Особливо це має місце у ремонтну зміну.

Спробуємо підтвердити це ствердження на основі статистичних методів з метою виявлення вузьких місць для виділення першочергових заходів щодо охорони праці.

5 ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКУ ВТРАТИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТА ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ТРАВМУВАННЯ ШАХТАРІВ НА «ШАХТОУПРАВЛІННІ «ПІВДЕННОДОНБАСЬКЕ №1»

Проведення оцінки виробничих ризиків - важливий крок у забезпеченні захисту здоров'я і життя робітників і благополуччя всього підприємства. Це допоможе сфокусуватися на ризики, які мають першорядне значення для підприємства, саме ті ризики, які потенційно здатні викликати серйозні негативні наслідки. Дуже часто заходи прямої дії дають можливість ефективно контролювати існуючі виробничі ризики, наприклад, забезпечення негайного видалення проток допоможе запобігти падіння на слизькій підлозі, а встановлене вчасно загородження запобіжить падіння у відкритий каналізаційний люк. Прості і недорогі, але ефективні заходи дозволяють захистити найцінніший актив підприємства - його персонал.

Оцінка виробничих ризиків - це ретельне дослідження того, що на Вашому підприємстві може завдати шкоди людям. Необхідно оцінити достатність здійснених заходів обережності і залишкову величину ризику нанесення шкоди. Робочі і гості Вашого підприємства не повинні постраждати в результаті нездійснених вчасно необхідних контрольних заходів. Нещасні випадки і професійні захворювання негативно впливають на успішність ведення бізнесу - падає продуктивність праці, ламається обладнання, зростають страхові виплати або доводиться платити за постановою суду [6].

Послідовність проведення оцінки виробничих ризиків на підприємстві виконується покроково [6]:

- Крок 1: Визначте джерела небезпеки.
- Крок 2: Визначте, хто і як може постраждати.
- Крок 3: Оцініть величину ризику і вирішите, які запобіжні заходи необхідно вжити.
- Крок 4: Розробіть план заходів і здійсніть його.
- Крок 5: Проводьте оцінку виробничих ризиків на регулярній основі.

Якщо джерела небезпеки можуть бути визначені аналізом травматизму на виробництві то оцінка ризику втрати працездатності мають визначатися за відповідними методиками. У багатьох наукових роботах такі методики розроблялися або використовувалися.

Наприклад, у дослідженнях науковців з ННДІПБОП [14] надається алгоритм розрахунку ризику. Ризик визначається за формулою

$$R_n = P_n \cdot K, \quad (5.1)$$

де R_n – ризик виникнення нещасного випадку за даною професією у даному виді економічної діяльності;

P_n – імовірність того, що з одним працівником даної професії у даному виді економічної діяльності за рік може трапитись один нещасний випадок з різними матеріальними втратами;

K – коефіцієнт втрати працездатності, що враховує кількість втрачених робочих днів у загальній сумі відпрацьованих робочих днів за даною професією у даному виді економічної діяльності за той же період.

Імовірність того, що з одним працівником даної професії у даному виді економічної діяльності за рік може трапитись один нещасний випадок з різними матеріальними втратами, розраховується за формулою [14]

$$P_n = 1 - e^{-\lambda_n t}, \quad (5.2)$$

де t – час, наприклад, один рік;

λ_n – частота виникнення нещасного випадку з тимчасовою втратою працездатності на один день і більше або смертельного випадку за один робочий день для даної професії у даному виді економічної діяльності протягом року.

Частоту виникнення нещасного випадку пропонується розраховувати за формулою [14]

$$\lambda_H = \frac{H_{CP}}{Ч_{CP} \cdot 240}, \quad (5.3)$$

де H_{CP} – середньоарифметична кількість нещасних випадків за даною професією у даному виді економічної діяльності за три останніх роки;

$Ч_{CP}$ – середньоарифметична чисельність працюючих у даному виді економічної діяльності за останні три роки;

240 – середня кількість робочих днів на рік з урахуванням відпустки.

З урахуванням вагового коефіцієнту, що трансформує кількість смертельних нещасних випадків у кількість нещасних випадків з тимчасовою втратою працездатності, формула для розрахунку середньої кількості нещасних випадків за даною професією у даному виді економічної діяльності за три останніх роки матиме вигляд [14]

$$H_{cp} = H_{П} + H_{ПСМ} \cdot 1000, \quad (5.4)$$

де $H_{П}$ – середньоарифметична кількість нещасних випадків за даною професією у даному виді економічної діяльності за останні три роки (за винятком смертельних нещасних випадків);

$H_{ПСМ}$ – середньоарифметична кількість смертельних нещасних випадків за даною професією у даному виді економічної діяльності за останні три роки;

1000 – ваговий коефіцієнт.

Коефіцієнт втрати працездатності розраховується за формулою [14]

$$K = \frac{Д_{cp}}{Ч_{cp} \cdot 240}, \quad (5.5)$$

де $Д_{cp}$ – середньоарифметична кількість втрачених робочих днів внаслідок тимчасової непрацездатності працівників даної професії у даному виді економічної діяльності за останні три роки.

Цей механізм розрахунку дозволяє визначити рівень прийнятного ризику, який відповідає сучасному рівню соціально-економічного та науково-

технічного розвитку суспільства, для охорони праці та промислової безпеки від здійснення господарювання для кожного виду економічної діяльності [14].

Прийнятним ризиком, по відношенню до якого буде здійснено розподіл ступеню ризику за трьома показниками – високий, середній та незначний – можна вважати ризик виникнення нещасного випадку по Україні розрахований за середньоарифметичними показниками, взятими за останні три роки (R_c). Прийнятний ризик становить $1,827 \cdot 10^{-5}$. Мінімальним ризиком у всьому світі прийнято ризик, що нижчий за $1 \cdot 10^{-6}$ [14].

Таким чином, критерії для оцінки ризику виникнення нещасного випадку на виробництві мають наступний вигляд (табл. 5.1) [14].

Частота настання нещасного випадку також визначається за формулою (5.3), ймовірність того, що з одним працівником протягом року може статись один нещасний випадок з різними матеріальними втратами, розраховується за формулою:

$$P_H = 1 - e^{-\lambda_H}, \quad (5.6)$$

У статті [15] надаються дещо схожі формули та критерії, які несуттєво відрізняються від тих, що наведені у таблиці 5.1 (табл. 5.2).

Таблиця 5.1 – Критерії для оцінки ризику виникнення нещасного випадку на виробництві [14]

Рівень ризику	Ступінь ризику
$> 1,827 \cdot 10^{-5}$.	Високий
$1,827 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-6}$.	Середній
$< 1 \cdot 10^{-6}$	Незначний

Таблиця 5.2 – Критерії для оцінки ризику виникнення нещасного випадку на виробництві [15]

Рівень ризику	Ступінь ризику
$> 1,81 \cdot 10^{-5}$	Високий
$1,81 \cdot 10^{-5} - 1,01 \cdot 10^{-6}$	Середній
$\leq 10^{-6}$	Низький

Тобто без врахування часу, як у виразі (5.2), а коефіцієнт втрати працездатності

$$K = \frac{D_{CP}}{T_{CP}}, \quad (5.7)$$

тобто також без врахування часу у порівнянні з (5.5).

У підсумку ризик також визначається виразом (5.1).

В роботі [16] з посиланням на [17] вказується, що ризик виражає частоту реалізації небезпек по відношенню до можливої їх кількості і визначається виразом

$$R = \frac{N(t)}{Q(f)}, \quad (5.8)$$

де N - кількісний показник частоти небажаних подій в одиницю часу t ;

Q - кількість об'єктів ризику, схильних до певного фактору ризику f .

Зазвичай ймовірність виникнення небезпеки - величина, істотно менша одиниці.

Таким чином, очікуваний (прогнозований) ризик R - добуток частоти реалізації конкретної небезпеки f на добуток ймовірностей знаходження людини в «зоні ризику» при різному регламенті технологічного процесу

$$R = f \cdot \prod_i^n p_i (i = 1, 2, 3, \dots, n), \quad (5.9)$$

де f – кількість нещасних випадків (смертей) від цієї загрози, люд./ рік (для вітчизняної практики $f = K_{\text{ч}} \cdot 10^{-3}$, тобто відповідає значенню коефіцієнта частоти нещасного випадку $K_{\text{ч}}$, поділеного на 1000);

$\prod_i^n p_i$ – добуток ймовірностей знаходження працівника в «зоні ризику».

Формування небезпечних і надзвичайних ситуацій - результат певної сукупності факторів ризику, що породжуються відповідними джерелами. Співвідношення об'єктів ризику і небажаних подій дозволяє розрізняти окремі види ризиків. Кожен вид його обумовлюють характерні джерела і фактори

ризик. Ризик можна охарактеризувати також рівнянням, яке містить існування загрози, можливість уникнути ризику і ступінь тяжкості ризику [8]:

$$(R) = E \times A \times S, \quad (5.10)$$

де E (Existence) – ймовірність, що існують певний ризик;

A (Avoidance) – ймовірність, що можна уникнути ризику;

S (Severity) – категорія, яка визначає ступінь тяжкості ризику.

У статті [18] ризик виникнення нещасного випадку представлено формулою

$$R = (H_{В, СР, Проф, к, КВЕД, q} / (Ч_{СР, КВЕД, q} \cdot 240)) \cdot (Д_{В, СР, Проф, к, КВЕД, q} / (Ч_{СР, КВЕД, q} \cdot 240)) = \\ = (\sum H_{В, СР, Прич, i, Проф, к, КВЕД, q} / (Ч_{СР, КВЕД, q} \cdot 240)) \cdot K_{СР}. \quad (5.11)$$

де $H_{В, Прич, i, Проф, к, КВЕД, q}$ – кількість нещасних випадків;

$Д_{В, Прич, i, Проф, к, КВЕД, q}$ – кількість втрачених робочих днів.

$Ч_{СР, КВЕД, q}$ – середня чисельність працюючих за відповідний період за КВЕДом q визначається за формулою:

$$Ч_{СР, КВЕД, q} = (Ч_{1, КВЕД, q} + Ч_{2, КВЕД, q} + \dots + Ч_{m, КВЕД, q}) / m, \quad (5.12)$$

де $Ч_j$ – середньоспискова чисельність працівників за j рік, $j = 1, \dots, m$; m – кількість років;

$H_{В, СР, Проф, к, КВЕД, q}$ – середня кількість нещасних випадків для будь-якої професії за будь-якими причинами за даним КВЕДом за відповідний період вираховується за формулою:

$$H_{В, СР, Проф, к, КВЕД, q} = \left(\sum_{i=1}^{n_1} H_{В, 1, Прич, i, Проф, к, КВЕД, q} + \sum_{i=1}^{n_2} H_{В, 2, Прич, i, Проф, к, КВЕД, q} + \dots + \sum_{i=1}^{n_m} H_{В, m, Прич, i, Проф, к, КВЕД, q} \right) / m;$$

$D_{CP, \text{Проф}, \kappa, \text{КВЕД}, q}$ – середню кількість втрачених робочих днів внаслідок тимчасової непрацездатності можна розрахувати за формулою:

$$D_{B, CP, \text{Проф}, \kappa, \text{КВЕД}, q} = \frac{n_1}{n_z} \left(\sum_{i=1}^{n_1} D_{1, \text{Прич}, i, \text{Проф}, \kappa, \text{КВЕД}, q} + \sum_{i=1}^{n_2} D_{2, \text{Прич}, i, \text{Проф}, \kappa, \text{КВЕД}, q} + \dots + \sum_{i=1}^m D_{m, \text{Прич}, i, \text{Проф}, \kappa, \text{КВЕД}, q} \right) / m.$$

Ймовірність того, що з одним працівником за рік може трапитись один нещасний випадок з різними матеріальними втратами, визначається за формулою (5.2), коефіцієнт втрати працездатності – за формулою (5.5), а ризик того, що з одним працівником трапиться нещасний випадок R_H з тимчасовою втратою працездатності, – за формулою (5.1).

Ризик втрати працездатності робітниками в умовах ДП «Шахтоуправління «Південнодонбаське №1» визначаємо з виразів (5.1), (5.3), (5.4), (5.6), (5.7). Тоді:

$$K = \frac{D_{cp}}{C_{cp}} = \frac{35 \cdot 12}{2067} = 0,203$$

$$H_{cp} = H_n + 1000 H_{ncm} = 20 + 1000 \cdot 1 = 1020$$

$$\lambda_H = \frac{H_{cp}}{240 C_{cp}} = \frac{1020}{240 \cdot 2067} = 0,002$$

$$P_H = 1 - e^{-\lambda_H} = 1 - 2,71^{-0,002} = 0,002$$

$$R_n = P_n K = 0,203 \cdot 0,002 = 0,00041 = 4,06 \cdot 10^{-4}.$$

Згідно таблиці 3.1 ступінь ризику втрати працездатності робітників ДП «Шахтоуправління «Південнодонбаське №1» є високим. Тобто є необхідність у розробці заходів щодо запобігання настанню нещасних випадків. Але для цього необхідно встановити закономірності травмування робітників.

Якщо аналізувати висновок, який було зроблено у попередньому розділі для умов ДП «Шахтоуправління «Південнодонбаське №1», то можна виділити такі ключові моменти:

1) порушення дисципліни та нехтуванням правил безпеки робітниками;

- 2) найбільша частка нещасних випадків відбувається з робітниками основних підземних професій незалежно від характеру виконуваних робіт;
- 3) найбільша частка нещасних випадків у віковій групі від 25 до 45 років;
- 4) найбільша частка нещасних випадків у робітників зі стажем роботи від 10 до 25 років;
- 5) найбільша частка нещасних випадків у ремонтну зміну, але інші зміни мають приблизно однакову частку, яка теж є зависокою.

По першому пункту мають застосовуватись загальні заходи щодо підвищення відповідальності робітників за порушення Правил безпеки. Тобто законодавчі, нормативні документи є, а їх порушення та отримання травми є наслідком неправомірних діянь безпосередньо людини. Оцінити якість відношення людини до своєї безпеки статистичними методами неможливо.

З другого пункту випливає, що до порушення трудової дисципліни відносяться всі професії, навіть особи нагляду (гірничі майстри).

Для третього-п'ятого пунктів – наведені широкі діапазони зміни показників (вік, стаж, час), які доволі широкі й потребують конкретизації.

I. Перевірка гіпотези про вид розподілу частоти травмування робітників в залежності від стажу [21].

Таблиця 5.3 - Таблиця для розрахунку показників

Групи	Середина інтервалу, $x_{\text{центр}}$	Кількість, f_i	$x_i \cdot f_i$	Накопичена частота, S	$ x - x_{\text{ср}} \cdot f_i$	$(x - x_{\text{ср}})^2 \cdot f_i$	Відносна частота, f_i/f
1 - 5	3	15	45	15	217.568	3155.71	0.135
6 - 10	8	10	80	25	95.045	903.356	0.0901
11 - 15	13	20	260	45	90.09	405.811	0.18
16 - 20	18	23	414	68	11.396	5.647	0.207
21 - 25	23	23	529	91	126.396	694.611	0.207
26 - 30	28	10	280	101	104.955	1101.554	0.0901
31 - 35	33	9	297	110	139.459	2160.993	0.0811
36 - 40	38	1	38	111	20.495	420.065	0.00901
Всього		111	1943		805.405	8847.748	1

Для оцінки ряду розподілу знайдемо такі показники:

Показники центру розподілу.

Середня зважена (вибіркова середня)

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i \cdot f_i}{\sum f_i} = \frac{1943}{111} = 17.505$$

Мода.

Мода - найбільш часто зустрічається значення ознаки у одиниць даної сукупності.

$$M_o = x_0 + h \frac{f_2 - f_1}{(f_2 - f_1) + (f_2 - f_3)}$$

де x_0 – початок модального інтервалу; h – величина інтервалу; f_2 – частота, відповідна модальному інтервалу; f_1 – передмодальна частота; f_3 – післямодальна частота.

Вибираємо в якості початку інтервалу 16, так як саме на цей інтервал припадає найбільша кількість.

$$M_o = 16 + 4 \frac{23 - 20}{(23 - 20) + (23 - 23)} = 20$$

Найбільш часто зустрічається значення ряду - 20.

Медіана.

Медіана ділить вибірку на дві частини: половина варіант менше медіани, половина - більше.

Медіана служить хорошою характеристикою при асиметричному розподілі даних, тому що навіть при наявності "викидів" даних, медіана більш стійка до впливу відхиляються даних.

В інтервальному ряду розподілу відразу можна вказати тільки інтервал, в якому будуть знаходитися мода чи медіана. Медіана відповідає варіанту, що стоїть в середині рангового ряду. Медіанного є інтервал 16 - 20, тому що в цьому інтервалі накопичена частота S , більше медіанного номера (медіанного називається перший інтервал, накопичена частота S якого перевищує половину загальної суми частот).

$$Me = x_0 + \frac{h}{f_{me}} \left(\frac{\sum f_i}{2} - S_{me-1} \right)$$

$$Me = 16 + \frac{4}{23} \left(\frac{111}{2} - 45 \right) = 17.826$$

Таким чином, 50% одиниць сукупності будуть менше за величиною 17.826.

У симетричних рядах розподілу значення моди і медіани збігаються із середньою величиною ($x_{cp} = Me = Mo$), а в помірно асиметричних вони співвідносяться таким чином: $3(x_{cp} - Me) \approx x_{cp} - Mo$

Середнє значення досліджуваної ознаки за способом моментів.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i \cdot f_i}{\sum f_i} \cdot h + A$$

де A – умовний нуль, рівний варіанті з максимальною частотою (середина інтервалу з максимальною частотою), h – крок інтервалу.

$$x_i = \frac{x_i - A}{h}$$

Знаходимо $A = 18$. Крок інтервалу $h = 4$

Середній квадрат відхилень за способом моментів.

$$D = \frac{\sum [x_i]^2 \cdot f_i}{\sum f_i} \cdot h^2 + (\bar{x} - A)^2$$

x_{ij}	x_i^*	f_i	$x_i^* f_i$	$[x_i^*]^2 f_i$
3	-3.8	15	-57	216.6
8	-2.5	10	-25	62.5
13	-1.3	20	-26	33.8
18	0	23	0	0
23	1.3	23	29.9	38.87
28	2.5	10	25	62.5
33	3.8	9	34.2	129.96
38	5	1	5	25
		111	-13.9	569.23

$$\bar{x} = \frac{-13.9}{111} \cdot 4 + 18 = 17.499, \quad D = \frac{569.23}{111} \cdot 4^2 - (17.499 - 18)^2 = 81.8$$

Середнє квадратичне відхилення.

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{81.8} = 9.044$$

Показники варіації.

Абсолютні показники варіації.

Розмах варіації - різниця між максимальним і мінімальним значеннями ознаки первинного ряду.

$$R = x_{\max} - x_{\min} = 40 - 1 = 39$$

Середнє лінійне відхилення - обчислюють для того, щоб врахувати відмінності всіх одиниць досліджуваної сукупності.

$$d = \frac{\sum |x_i - \bar{x}| \cdot f_i}{\sum f_i} = \frac{805.405}{111} = 7.256$$

Кожне значення ряду відрізняється від іншого в середньому на 7.256

Дисперсія - характеризує міру розкиду близько її середнього значення (міра розсіювання, тобто відхилення від середнього).

$$D = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot f_i}{\sum f_i} = \frac{8847.748}{111} = 79.709$$

Незміщена оцінка дисперсії - заможна оцінка дисперсії (виправлена дисперсія).

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot f_i}{\sum f_i - 1} = \frac{8847.748}{110} = 80.434$$

Середнє квадратичне відхилення.

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{79.709} = 8.928$$

Кожне значення ряду відрізняється від середнього значення 17.505 в середньому на 8.928

Оцінка середнє відхилення.

$$s = \sqrt{S^2} = \sqrt{80.434} = 8.969$$

Відносні показники варіації.

До відносних показників варіації відносять: коефіцієнт осциляції, лінійний коефіцієнт варіації, відносне лінійне відхилення.

Коефіцієнт варіації - міра відносного розкиду значень сукупності: показує, яку частку середнього значення цієї величини складає її середній розкид.

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} = \frac{8.928}{17.505} 100 \% = 51 \%$$

Оскільки $v > 30\%$, но $v < 70\%$, то варіація помірна.

Лінійний коефіцієнт варіації або *Відносне лінійне відхилення* - характеризує частку усередненого значення ознаки абсолютних відхилень від середньої величини.

$$Kd = \frac{d}{\bar{x}} = \frac{7.256}{17.505} 100 \% = 41.45 \%$$

Коефіцієнт осциляції - відображає відносну коливання крайніх значень ознаки навколо середньої.

$$Kr = \frac{R}{\bar{x}} = \frac{39}{17.505} 100 \% = 222.8 \%$$

Показники форми розподілу.

Відносний показник кватильної варіації

$$Kq = \frac{11.55}{17.826} 100 \% = 64.79 \%$$

Ступінь асиметрії.

Симетричним є розподіл, в якому частоти будь-яких двох варіантів, рівностоячих в обидві сторони від центру розподілу, рівні між собою.

Найбільш точним і поширеним показником асиметрії є моментний коефіцієнт асиметрії.

$$As = M_3/s^3$$

де M_3 - центральний момент третього порядку.

s - середньоквадратичне відхилення.

$$M_3 = 1290.56/111 = 11.63;$$

$$As = \frac{11.63}{8.928^3} = 0.0163$$

Позитивна величина вказує на наявність правобічної асиметрії

Оцінка суттєвості показника асиметрії дається за допомогою середньоквадратичної помилки коефіцієнта асиметрії:

$$s_{As} = \sqrt{\frac{6(n-2)}{(n+1)(n+3)}}$$

Якщо виконується співвідношення $|As|/s_{As} < 3$, то асиметрія несуттєва, її наявність пояснюється впливом різних випадкових обставин. Якщо має місце співвідношення $|As|/s_{As} > 3$, то асиметрія істотна і розподіл ознаки в генеральній сукупності не є симетричним.

Розрахунок центральних моментів проводимо в аналітичній таблиці:

Таблиця 5.4 - Розрахунок центральних моментів

Групи	Середина інтервалу, $x_{\text{центр}}$	Кіль-ть, f_i	$(x-x_{\text{cp}})^3 \cdot f_i$	$(x-x_{\text{cp}})^4 \cdot f_i$
1 - 5	3	15	-45772.006	663900.274
6 - 10	8	10	-8585.952	81605.217
11 - 15	13	20	-1827.978	8234.137
16 - 20	18	23	2.798	1.386
21 - 25	23	23	3817.231	20977.574
26 - 30	28	10	11561.358	121342.178
31 - 35	33	9	33485.664	518876.954
36 - 40	38	1	8609.447	176454.886
Итого		111	1290.561	1591392.607

$$s_{As} = \sqrt{\frac{6(8-2)}{(8+1)(8+3)}} = 0.603$$

В аналізованому ряду розподілу спостерігається суттєва асиметрія ($0.0163/0.603 = 0.027 < 3$)

Застосовуються також структурні показники (коефіцієнти) асиметрії, що характеризують асиметрію тільки в центральній частині розподілу, тобто основної маси одиниць, і не залежать від крайніх значень ознаки. Розрахуємо структурний коефіцієнт асиметрії Пірсона:

$$Asp = \frac{\bar{x} - M_o}{\sigma} = \frac{17.505 - 20}{8.928} = -0.28$$

Для симетричних розподілів розраховується показник ексцесу (гостровершинності). Ексцес є випад вершини емпіричного розподілу вгору або вниз від вершини кривої нормального розподілу.

Найчастіше ексцес оцінюється за допомогою показника:

$$Ex = \frac{M_4}{s^4} - 3$$

Для розподілів більш гостровершинності (втягнутих), ніж нормальне, показник ексцесу позитивний ($Ex > 0$), для більш плосковершинних (сплюснених) - негативний ($Ex < 0$), для нормального розподілу $M_4/s^4 = 3$.

$$M_4 = 1591392.61/111 = 14336.87;$$

$$Ex = \frac{14336.87}{8.928^4} - 3 = 2.2565 - 3 = -0.74$$

Число 3 віднімається з відносини μ^4/σ^4 тому, що для нормального закону розподілу $\mu^4/\sigma^4 = 3$. Таким чином, для нормального розподілу ексцес дорівнює нулю. Гостровершинні криві мають позитивний ексцес, криві більш плосковершинні - негативний ексцес. $Ex < 0$ - плосковершинних розподіл.

Щоб оцінити істотність ексцесу розраховують статистику Ex/s_{Ex} , де s_{Ex} - середня квадратична помилка коефіцієнта ексцесу.

$$s_{Ex} = \sqrt{\frac{24n(n-2)(n-3)}{(n+1)^2(n+3)(n+5)}}$$

якщо відношення $Ex/s_{Ex} > 3$, то відхилення від нормального розподілу вважається істотним.

$$s_{Ex} = \sqrt{\frac{24 \cdot 8(8-2)(8-3)}{(8+1)^2(8+3)(8+5)}} = 0.71$$

Оскільки $s_{Ex} < 3$, то відхилення від нормального розподілу вважається не істотним.

Перевірка гіпотез про вид розподілу.

1. Перевіримо гіпотезу про те, що X розподілено за нормальним законом за допомогою критерія згоди Пірсона

$$K = \sum \frac{(f_i - fp_i)^2}{fp_i}$$

де p_i — ймовірність попадання в i -й інтервал випадкової величини, розподіленої по гіпотетичному закону.

Для обчислення ймовірностей p_i застосуємо формулу і таблицю функції Лапласа

$$F\left(\frac{x_{i+1}-\bar{x}}{s}\right) - F\left(\frac{x_i-\bar{x}}{s}\right)$$

где $s = 8.928$, $x_{cp} = 17.505$

Теоретична (очікувана) частота дорівнює $f_i = fp_i$, где $f = 111$.

Таблиця 5.5 - Ймовірність влучення в i -й інтервал: $p_i = \Phi(x_2) - \Phi(x_1)$

$X_i \div X_{i+1}$	f_i	$x_1 = (x_i - x_{cp})/s$	$x_2 = (x_{i+1} - x_{cp})/s$	$\Phi(x_1)$	$\Phi(x_2)$	$p_i = \Phi(x_2) - \Phi(x_1)$	Очікувана частота, $111p_i$	Складові статистики Пірсона, K_i
1 - 5	15	-1.8403	-1.3943	-0.4678	-0.4192	0.0486	5.3946	17.103
6 - 10	10	-1.2828	-0.8368	-0.4015	-0.2995	0.102	11.322	0.1544
11 - 15	20	-0.7253	-0.2793	-0.2673	-0.1103	0.157	17.427	0.3799
16 - 20	23	-0.1678	0.2783	-0.0675	0.1103	0.1778	19.7358	0.5399
21 - 25	23	0.3898	0.8358	0.1517	0.2995	0.1478	16.4058	2.6505
26 - 30	10	0.9473	1.3933	0.3289	0.4192	0.0903	10.0233	5.4E-5
31 - 35	9	1.5048	1.9508	0.4345	0.475	0.0405	4.4955	4.5135
36 - 40	1	2.0623	2.5083	0.4812	0.4941	0.0129	1.4319	0.1303
	111							25.4714

Визначимо кордон критичної області. Так як статистика Пірсона вимірює різницю між емпіричним і теоретичним розподілами, то чим більше її бачимо значення $K_{набл}$, тим сильніше аргумент проти основної гіпотези. Тому критична область для цієї статистики завжди правобічна: $[K_{кр}; +\infty)$. Її границю $K_{кр} = \chi^2(k-r-1; \alpha)$ знаходимо за таблицями розподілу χ^2 і заданим значенням s , k (число інтервалів), $r = 2$ (параметри x_{cp} і s оцінені за вибіркою).

$$K_{кр} = \chi^2(8-2-1; 0.05) = 11.07050; K_{набл} = 25.47$$

Спостережуване значення статистики Пірсона потрапляє в критичну область і завдання значення s , k (число інтервалів), $r = 2$ (параметр x_{cp} і s оцінені за вибіркою): $K_{набл} > K_{кр}$, тому є підстави відкидати основну гіпотезу. Дані вибірки розподілені не за нормальним законом.

Перевіримо гіпотезу про те, що X розподілено по нормальному закону з допомогою показників As и Ex .

У разі нормального розподілу справедливо така умова: $|As| < 3S_{As}$; $|A| < 3S_{As}$; $|E| < 3S_{Ex}$

Перевіримо виконання цієї умови для нашого прикладу.

$$S_{As}=0.603, S_{Ex}=0.7052; As=0.0163, Ex=-0.74; |0.0163| < 3*0.603=1.8091;$$

$$|-0.74| < 3*0.7052=2.1155$$

Умови виконуються.

Перевірку вибіркової сукупності на близькість її до нормального розподілу можна виробляти, використовуючи статистики χ^2 , As и Ex .

Спочатку обчислюють статистику χ^2 по формулі:

$$\chi^2 = \frac{As^2}{S_{As}^2} + \frac{Ex^2}{S_{Ex}^2}$$

Потім при заданому рівні значимості α і числі ступенів свободи $k = 2$ (використовують в розрахунках дві статистики As і Ex) для розподілу χ^2 Пірсона знаходять $\chi_{кр}^2$. Якщо виконується нерівність $\chi^2 < \chi_{кр}^2$, то гіпотезу про нормальний розподіл вибіркової сукупності приймають. В іншому випадку, тобто коли $\chi^2 > \chi_{кр}^2$, гіпотезу про нормальний розподіл вибірки відкидають.

Перевіримо гіпотезу про те, що X розподілено по нормальному закону з допомогою правила 3-х сигм.

Якщо випадкова величина розподілена нормально, то абсолютна величина її відхилення від математичного сподівання не перевершує потроєного середнє відхилення, тобто всі значення випадкової величини повинні потрапити в інтервал:

$$(\bar{x} - 3 \cdot \sigma; \bar{x} + 3 \cdot \sigma)$$

У нашому випадку цей інтервал складе:

$$(17.505 - 3 \cdot 8.928; 17.505 + 3 \cdot 8.928) = (-9.279; 44.289)$$

Всі значення величин потрапляють в інтервал, так як $x_{\min}=1$; $x_{\max}=40$.

2. Перевіримо гіпотезу про те, що X розподілено згідно із законом Пуассона.

$$p_i = \frac{\lambda^i}{i!} \cdot e^{-\lambda}$$

де p_i — ймовірність попадання в i -й інтервал випадкової величини, розподіленої по гіпотетичному закону.

а) Знаходимо по заданому емпіричному розподілу вибірккову середню ($X_B = 17.505$).

б) Приймаємо в якості оцінки параметра λ розподілу Пуассона вибірккову середню $x_{cp} = 17.505$. Отже, передбачуваний закон Пуассона має вигляд:

$$p_i = \frac{17.505^i}{i!} \cdot e^{-17.505}$$

в) Знайдемо за формулою Пуассона ймовірності P_i , появи рівно i подій в n випробуваннях. Знаходимо теоретичні частоти за формулою np_i

$i = 0$: $p_0 = 0$, $np_0 = 3.0E-6$

$i = 1$: $p_1 = 0$, $np_1 = 4.9E-5$

$i = 2$: $p_2 = 4.0E-6$, $np_2 = 0.000425$

$i = 3$: $p_3 = 2.2E-5$, $np_3 = 0.00248$

$i = 4$: $p_4 = 9.8E-5$, $np_4 = 0.0109$

$i = 5$: $p_5 = 0.000342$, $np_5 = 0.038$

$i = 6$: $p_6 = 0.000999$, $np_6 = 0.11$

$i = 7$: $p_7 = 0.0025$, $np_7 = 0.28$

Об'єднаймо нечисленні частоти: (7) і відповідні їм теоретичні частоти.

г) Обчислюємо складові статистики Пірсона за формулою (5 стовпець таблиці):

$$K = \sum \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$$

i	n_i	p_i	Очікувана частота np_i	Складові статистики Пірсона K_i
0	15	0	3.0E-6	81090334.782
1	10	0	4.9E-5	2058887.872
2	20	4.0E-6	0.000425	940932.821
3	23	2.2E-5	0.00248	213231.086
4	23	9.8E-5	0.01085	48690.514
5	10	0.000342	0.038	2611.632
6	10	0.0035	0.3881	238.063
	111			84354926.77

Визначимо кордон критичної області. Так як статистика Пірсона вимірює різницю між емпіричним і теоретичним розподілами, то чим більше

її бачимо значення $K_{\text{набл}}$, тим сильніше аргумент проти основної гіпотези. Тому критична область для цієї статистики завжди правобічна: $[K_{\text{кр}}; +\infty)$. Її границю $K_{\text{кр}} = \chi^2(k-r-1; \alpha)$ знаходимо за таблицями розподілу χ^2 і заданим значенням s , k (число інтервалів), $r=1$ (параметр λ).

$$K_{\text{кр}}(0.05; 5) = 11.07050; K_{\text{набл}} = 84354926.77$$

Спостережуване значення статистики Пірсона потрапляє в критичну область: $K_{\text{набл}} > K_{\text{кр}}$, тому є підстави відкидати основну гіпотезу. Дані вибірки розподілені **не за законом Пуассона**.

3. Перевірка гіпотези про показовому розподілі генеральної сукупності.

Для того щоб при рівні значущості α перевірити гіпотезу про те, що безперервна випадкова величина розподілена по показовому закону, треба:

1. Знайти за заданим емпіричному розподілу вибіркиму середню $\bar{x}$. Для цього знаходять середину i -го інтервалу $x_{\text{сп}} = (x_i + x_{i+1})/2$, складають послідовність рівновіддалених варіант і відповідних їм частот.

2. Прийняти за оцінки параметра X показового розподілу величину, зворотну вибіркової середньої:

$$\lambda = 1 / \bar{x}$$

3. Знайти ймовірності попадання X в часткові інтервали (x_i, x_{i+1}) за формулою:

$$P_i = P(x_i < X < x_{i+1}) = e^{-\lambda x_i} - e^{-\lambda x_{i+1}}$$

4. Обчислити теоретичні частоти:

$$n_i = n \cdot P_i$$

5. Порівняти емпіричні і теоретичні частоти за допомогою критерію Пірсона, прийнявши число ступенів свободи $k = s-2$, де s - число первинних інтервалів вибірки; якщо ж було вироблено об'єднання малочисельних частот, отже, і самих інтервалів, то s - число інтервалів, що залишилися після об'єднання.

Середнє значення дорівнює 17.5045. Отже, параметр $\lambda = 1 / 17.5045 = 0.0571$

Таким чином, щільність передбачуваного показового розподілу має вигляд:

$$f(x) = 0.0571e^{-0.0571x}, x \geq 0$$

Знайдемо ймовірності попадання X в кожен з інтервалів за формулою:

$$P_i = P(x_i < X < x_{i+1}) = e^{-\lambda x_i} - e^{-\lambda x_{i+1}}$$

$$P_1 = (1 < X < 5) = 0.9445 - 0.7515 = 0.1929, n_i = 111 \cdot 0.1929 = 21.42$$

$$P_2 = (6 < X < 10) = 0.7098 - 0.5648 = 0.145, n_i = 111 \cdot 0.145 = 16.1$$

$$P_3 = (11 < X < 15) = 0.5334 - 0.4245 = 0.109, n_i = 111 \cdot 0.109 = 12.1$$

$$P_4 = (16 < X < 20) = 0.4009 - 0.319 = 0.0819, n_i = 111 \cdot 0.0819 = 9.09$$

$$P_5 = (21 < X < 25) = 0.3013 - 0.2397 = 0.06155, n_i = 111 \cdot 0.06155 = 6.83$$

$$P_6 = (26 < X < 30) = 0.2264 - 0.1802 = 0.04626, n_i = 111 \cdot 0.04626 = 5.13$$

$$P_7 = (31 < X < 35) = 0.1702 - 0.1354 = 0.03476, n_i = 111 \cdot 0.03476 = 3.86$$

$$P_8 = (36 < X < 40) = 0.1279 - 0.1018 = 0.02613, n_i = 111 \cdot 0.02613 = 2.9$$

i	n_i	n^*_i	$n_i - n^*_i$	$(n_i - n^*_i)^2$	$(n_i - n^*_i)^2/n^*_i$
1	15	21.4164	-6.4164	41.1701	1.922
2	10	16.0951	-6.0951	37.1504	2.308
3	20	12.096	7.904	62.4732	5.165
4	23	9.0905	13.9095	193.4731	21.283
5	23	6.8318	16.1682	261.4095	38.263
6	10	5.1343	4.8657	23.6746	4.611
7	9	3.8586	5.1414	26.4337	6.851
8	1	2.8999	-1.8999	3.6096	1.245
Всього	111				81.648

Визначимо кордон критичної області. Так як статистика Пірсона вимірює різницю між емпіричним і теоретичним розподілами, то чим більше її бачимо значення $K_{\text{набл}}$, тим сильніше аргумент проти основної гіпотези.

Тому критична область для цієї статистики завжди правобічна: $[K_{\text{кр}}; +\infty)$. Її границю $K_{\text{кр}} = \chi^2(k-r-1; \alpha)$ находим по таблицям розподілу χ^2 и заданим значенням s , k (число інтервалів), $r=1$ (параметр λ). $K_{\text{кр}}(6, 0.05) = 12.59159$; $K_{\text{набл}} = 81.65$

Спостережуване значення статистики Пірсона потрапляє в критичну область: $K_{\text{набл}} > K_{\text{кр}}$, тому є підстави відкидати основну гіпотезу. Дані вибірки розподілені **не за показовому закону**.

4. Перевірка гіпотези про рівномірний розподіл генеральної сукупності.

Для того щоб перевірити гіпотезу про рівномірний розподіл X , т.е. по закону: $f(x) = 1/(b-a)$ в інтервалі (a,b) треба:

1. Оцінити параметри a і b - кінці інтервалу, в якому спостерігалися можливі значення X , за формулами (через знак $*$ позначені оцінки параметрів):

$$a^* = \bar{x} - \sqrt{3}\sigma, b^* = \bar{x} + \sqrt{3}\sigma$$

2. Знайти щільність ймовірності передбачуваного розподілу

$$f(x) = 1/(b^* - a^*)$$

3. Знайти теоретичні частоти:

$$n_1 = nP_1 = n[f(x) * (x_1 - a^*)] = n * 1/(b^* - a^*) * (x_1 - a^*)$$

$$n_2 = n_3 = \dots = n_{s-1} = n * 1/(b^* - a^*) * (x_i - x_{i-1})$$

$$n_s = n * 1/(b^* - a^*) * (b^* - x_{s-1})$$

4. Порівняти емпіричні і теоретичні частоти за допомогою критерію Пірсона, прийнявши число ступенів свободи $k = s-3$, де s - число первинних інтервалів вибірки; якщо ж було вироблено об'єднання малочисельних частот, отже, і самих інтервалів, то s - число інтервалів, що залишилися після об'єднання.

1. Знайдемо оцінки параметрів a^* і b^* рівномірного розподілу по формулам:

$$a^* = \bar{x} - \sqrt{3}\sigma, b^* = \bar{x} + \sqrt{3}\sigma$$

$$a^* = 17.505 - \sqrt{3} \cdot 8.928 = 2.04, b^* = 17.505 + \sqrt{3} \cdot 8.928 = 32.97$$

2. Знайдемо щільність передбачуваного рівномірного розподілу:

$$f(x) = 1/(b^* - a^*) = 1/(32.97 - 2.04) = 0.0323$$

3. Знайдемо теоретичні частоти:

$$n_1 = n * f(x) * (x_1 - a^*) = 111 * 0.0323 * (5 - 2.04) = 10.62$$

$$n_8 = n \cdot f(x)(b^* - x_7) = 111 \cdot 0.0323(32.97 - 36) = -10.88$$

Оскільки вийшло від'ємне значення, то $n_8 = 0$. Решта n_s будуть дорівнювати: $n_s = n \cdot f(x)(x_i - x_{i-1})$

i	n_i	n_i^*	$n_i - n_i^*$	$(n_i - n_i^*)^2$	$(n_i - n_i^*)^2/n_i^*$
1	15	10.6209	4.3791	19.1764	1.8055
2	10	14.3561	-4.3561	18.9759	1.3218
3	20	14.3561	5.6439	31.8532	2.2188
4	23	14.3561	8.6439	74.7164	5.2045
5	23	14.3561	8.6439	74.7164	5.2045
6	10	14.3561	-4.3561	18.9759	1.3218
7	9	14.3561	-5.3561	28.6882	1.9983
8	1	0	1	1	
Всього	111				19.0752

Визначимо кордон критичної області. Так як статистика Пірсона вимірює різницю між емпіричним і теоретичним розподілами, то чим більше її бачимо значення $K_{\text{набл}}$, тим сильніше аргумент проти основної гіпотези. Тому критична область для цієї статистики завжди правобічна: $[K_{\text{кр}}; +\infty)$. Її границю $K_{\text{кр}} = \chi^2(k-r-1; \alpha)$ знаходимо за таблицями розподілу χ^2 і заданим значенням s , k (число інтервалів), $r=2$ (параметри a и b).

$$K_{\text{кр}}(5, 0.05) = 11.07050; K_{\text{набл}} = 19.08$$

Спостережуване значення статистики Пірсона потрапляє в критичну область: $K_{\text{набл}} > K_{\text{кр}}$, тому є підстави відкидати основну гіпотезу. Дані вибірки розподілені не за рівномірному закону.

Висновки:

Кожне значення ряду відрізняється від середнього значення 17.505 в середньому на 8.928.

Середнє значення приблизно дорівнює моді і медіані, що свідчить про нормальний розподіл вибірки.

Оскільки коефіцієнт варіації знаходиться в межах [30%; 70%], то варіація помірна.

Гіпотеза про те, що випадкова величина X підпорядкована нормальному закону розподілу, відкидається (за критерієм згоди Пірсона).

Значення A_s і E_x мало відрізняються від нуля. Тому можна припустити близькість даної вибірки до нормального розподілу.

Спостережуване значення статистики Пірсона потрапляє в критичну область: $K_{\text{набл}} > K_{\text{кр}}$, тому є підстави відкидати основну гіпотезу. Дані вибірки розподілені не за законом Пуассона.

За результатами розрахунку побудуємо криві частоти настання події та законів розподілу, які розглядалися (рис. 5.1-5.5).

Згідно рисунку 5.1, стаж роботи від 18 до 23 років є найбільш несприятливим з точки зору отримання травм.

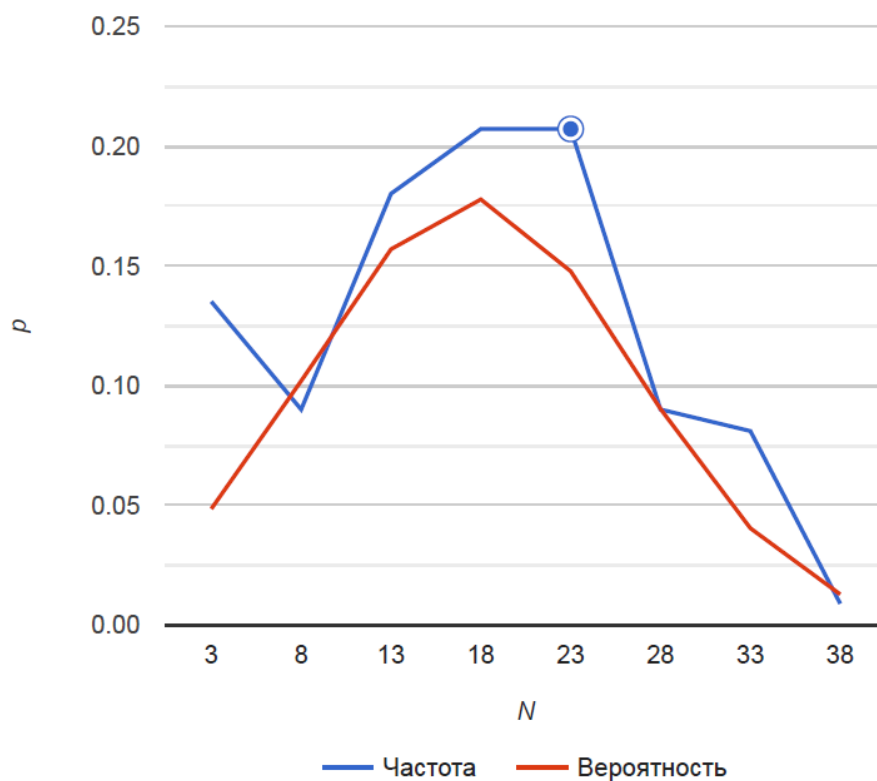


Рисунок 5.1 – Полігон емпіричних частот і ймовірність для нормального розподілу (стаж)

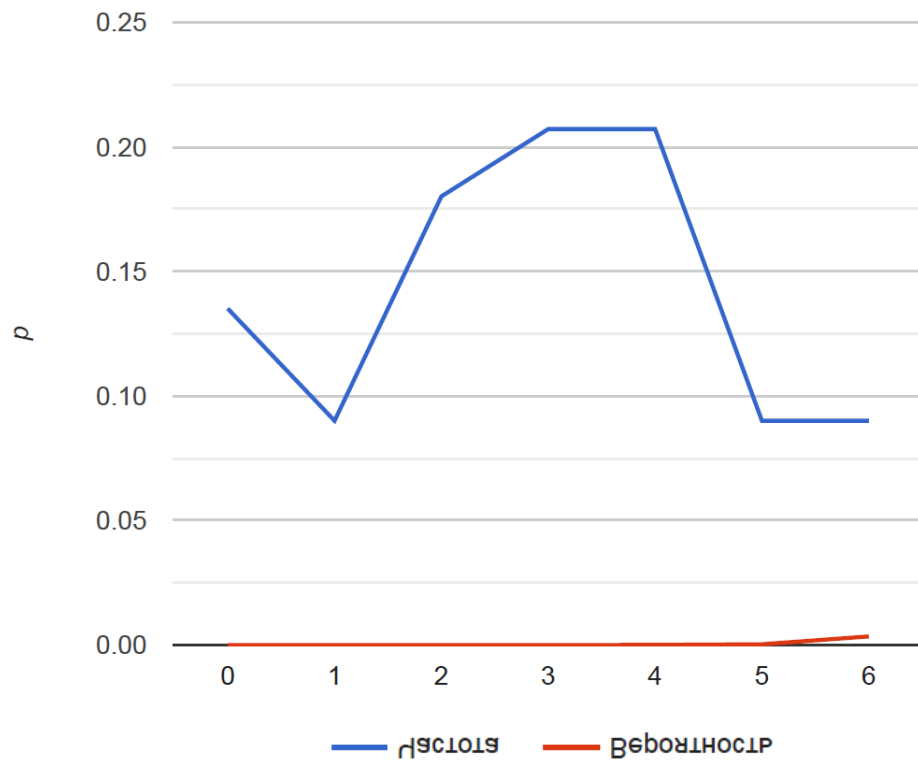


Рисунок 5.2 – Полігон емпіричних частот і ймовірність для розподілу Пуассона (стаж)

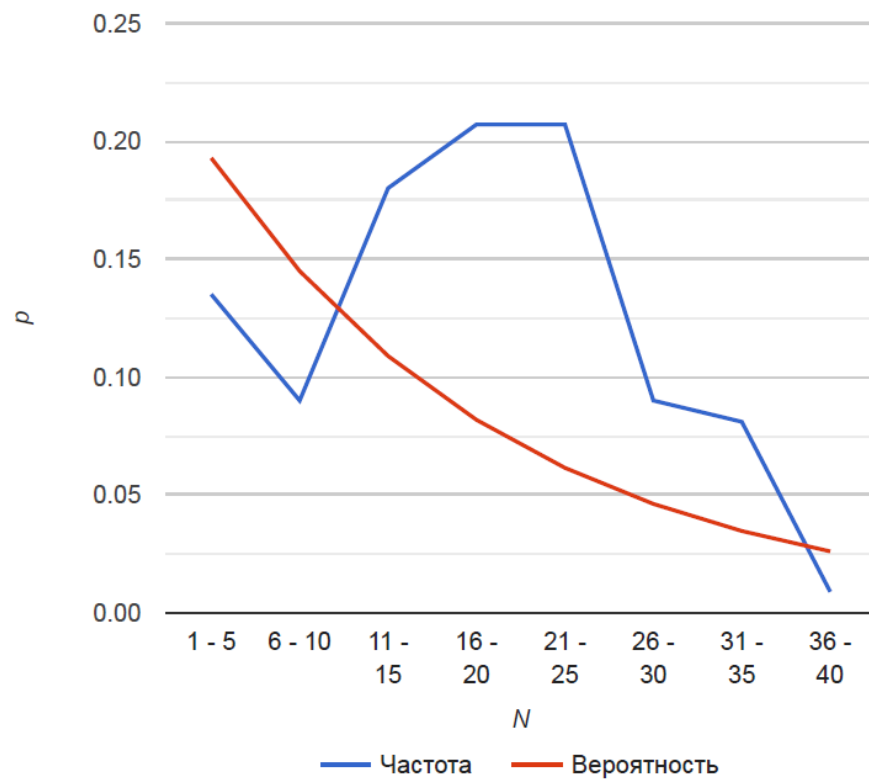


Рисунок 5.3 – Полігон емпіричних частот і ймовірність для експоненціального закону розподілу (стаж)

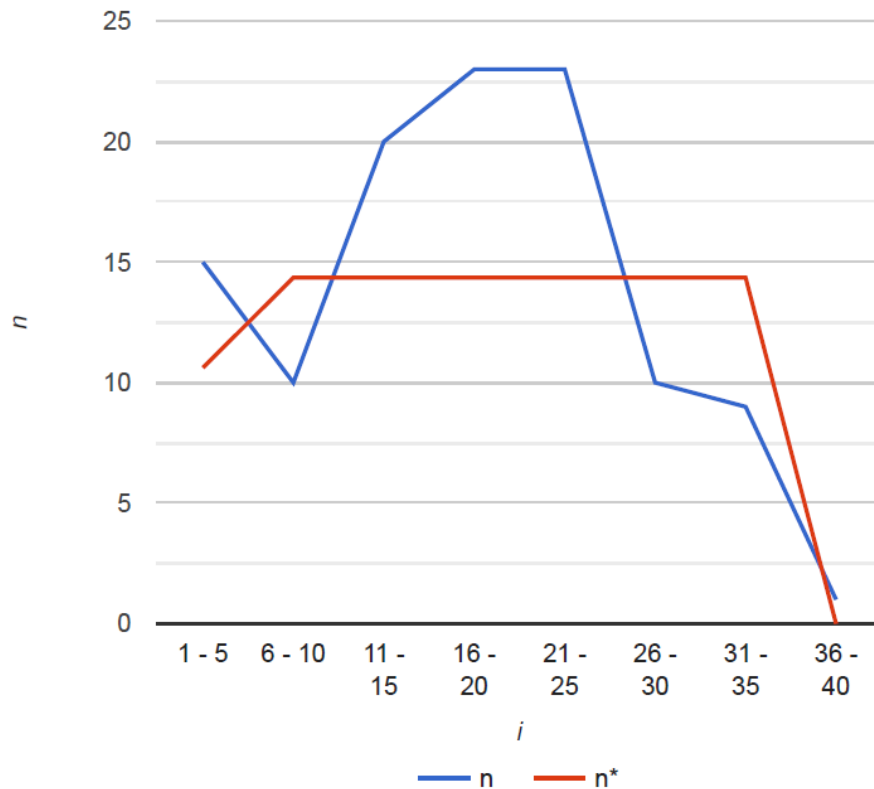


Рисунок 5.4 – Полігон емпіричних частот і ймовірність для рівномірного закону розподілу (стаж)

Враховуючи, що розподіл випадкової величини підпорядковується нормальному закону, ймовірність травмування гірників буде визначатися з виразу

$$P(\alpha < X < \beta) = \Phi\left(\frac{\beta - a}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{\alpha - a}{\sigma}\right), \quad (5.1)$$

де $(\alpha; \beta)$ – заданий інтервал (верхня межа інтервалу, яка прийнята згідно правила 3σ).

У цьому діапазоні вірогідність втрати працездатності складе

$$P(18 < Z < 23) = \Phi\left(\frac{23 - 17,505}{9,044}\right) - \Phi\left(\frac{18 - 17,505}{9,044}\right) = \Phi(0,6076) - \Phi(0,0547) = 0,2291 - 0,02 = 0,21$$

Покроково розглянемо діапазони:

$$P(15 < Z < 25) = \Phi\left(\frac{25 - 17,505}{9,044}\right) - \Phi\left(\frac{15 - 17,505}{9,044}\right) = \Phi(0,8287) - \Phi(-0,277) = 0,2967 + 0,1103 = 0,41$$

$$P(13 < Z < 28) = \Phi\left(\frac{28-17,505}{9,044}\right) - \Phi\left(\frac{13-17,505}{9,044}\right) = \Phi(1,1604) - \Phi(-0,4981) = 0,377 + 0,191 = 0,568$$

$$P(10 < Z < 30) = \Phi\left(\frac{30-17,505}{9,044}\right) - \Phi\left(\frac{10-17,505}{9,044}\right) = \Phi(1,3816) - \Phi(-0,8298) = 0,4162 + 0,2967 = 0,71$$

$$P(10 < Z < 25) = \Phi\left(\frac{25-17,505}{9,044}\right) - \Phi\left(\frac{10-17,505}{9,044}\right) = \Phi(0,8287) - \Phi(-0,8298) = 0,2967 + 0,2967 = 0,59$$

$$P(0 < Z < 5) = \Phi\left(\frac{5-17,505}{9,044}\right) - \Phi\left(\frac{0-17,505}{9,044}\right) = \Phi(-1,3827) - \Phi(-1,9355) = -0,4162 + 0,4738 = 0,06$$

$$P(5 < Z < 10) = \Phi\left(\frac{10-17,505}{9,044}\right) - \Phi\left(\frac{5-17,505}{9,044}\right) = \Phi(-0,8298) - \Phi(-1,3827) = -0,2967 + 0,4162 = 0,12$$

$$P(10 < Z < 15) = \Phi\left(\frac{15-17,505}{9,044}\right) - \Phi\left(\frac{10-17,505}{9,044}\right) = \Phi(-0,277) - \Phi(-0,8298) = -0,1103 + 0,2967 = 0,19$$

$$P(15 < Z < 20) = \Phi\left(\frac{20-17,505}{9,044}\right) - \Phi\left(\frac{15-17,505}{9,044}\right) = \Phi(0,2759) - \Phi(-0,277) = 0,1103 + 0,1103 = 0,22$$

$$P(20 < Z < 25) = \Phi\left(\frac{25-17,505}{9,044}\right) - \Phi\left(\frac{20-17,505}{9,044}\right) = \Phi(0,8287) - \Phi(0,2759) = 0,2967 - 0,1103 = 0,19$$

$$P(25 < Z < 30) = \Phi\left(\frac{30-17,505}{9,044}\right) - \Phi\left(\frac{25-17,505}{9,044}\right) = \Phi(1,3816) - \Phi(0,8287) = 0,4162 - 0,2967 = 0,12$$

$$P(30 < Z < 35) = \Phi\left(\frac{35-17,505}{9,044}\right) - \Phi\left(\frac{30-17,505}{9,044}\right) = \Phi(1,93) - \Phi(1,3816) = 0,4732 - 0,4162 = 0,06$$

$$P(35 < Z < 36) = \Phi\left(\frac{36-17,505}{9,044}\right) - \Phi\left(\frac{35-17,505}{9,044}\right) = \Phi(2,045) - \Phi(1,93) = 0,4803 - 0,4732 = 0,007$$

$$P(36 < Z < 37) = \Phi\left(\frac{36-17,505}{9,044}\right) - \Phi\left(\frac{35-17,505}{9,044}\right) = \Phi(2,16) - \Phi(2,045) = 0,4846 - 0,4803 = 0,004$$

Тоді графік зміни вірогідності у залежності від стажу буде мати вигляд (рис. 5.5). З нього випливає, що **вірогідність втрати працездатності робітниками зі сажом роботи 10...25 років складає 60%**.

Аналогічним чином перевіримо гіпотезу про вид розподілу нещасних випадків за віком робітників. Розрахункові показники наведені нижче.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i \cdot f_i}{\sum f_i} = \frac{4205}{110} = 38.227$$

Середня зважена (вибіркова середня)

$$M_o = 35 + 5 \frac{26-22}{(26-22)+(26-22)} = 37.5$$

Мода

$$Me = 35 + \frac{5}{26} \left(\frac{110}{2} - 41 \right) = 37.692$$

Медіана

$$D = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum f_i} = \frac{7741.818}{110} = 70.38$$

Дисперсія

$$\text{Середнє квадратичне відхилення. } \sigma = \sqrt{D} = \sqrt{70.38} = 8.389$$

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} = \frac{8.389}{38.227} 100\% = 21.95\%$$

Коефіцієнт варіації

$$Kr = \frac{R}{\bar{x}} = \frac{40}{38.227} 100\% = 104.64\%$$

Коефіцієнт осциляції

$$Kd = \frac{d}{\bar{x}} = \frac{6.704}{38.227} 100\% = 17.54\%$$

Лінійний коефіцієнт варіації

Відносний показник кватильне варіації

$$Kq = \frac{31.932}{37.692} 100\% = 84.72\%$$

$$As = \frac{205.15}{8.389^3} = 0.347$$

Ступінь асиметрії.

$$M_3 = 22566.45/110 = 205.15$$

Середня квадратична помилка коефіцієнта асиметрії:

$$s_{As} = \sqrt{\frac{6(8-2)}{(8+1)(8+3)}} = 0.603$$

В аналізованому ряду розподілу спостерігається суттєва асиметрія ($0.347/0.603 = 0.58 < 3$).

Структурний коефіцієнт асиметрії Пірсона:

$$Asp = \frac{\bar{x} - M_o}{\sigma} = \frac{38.227 - 37.5}{8.389} = 0.0867$$

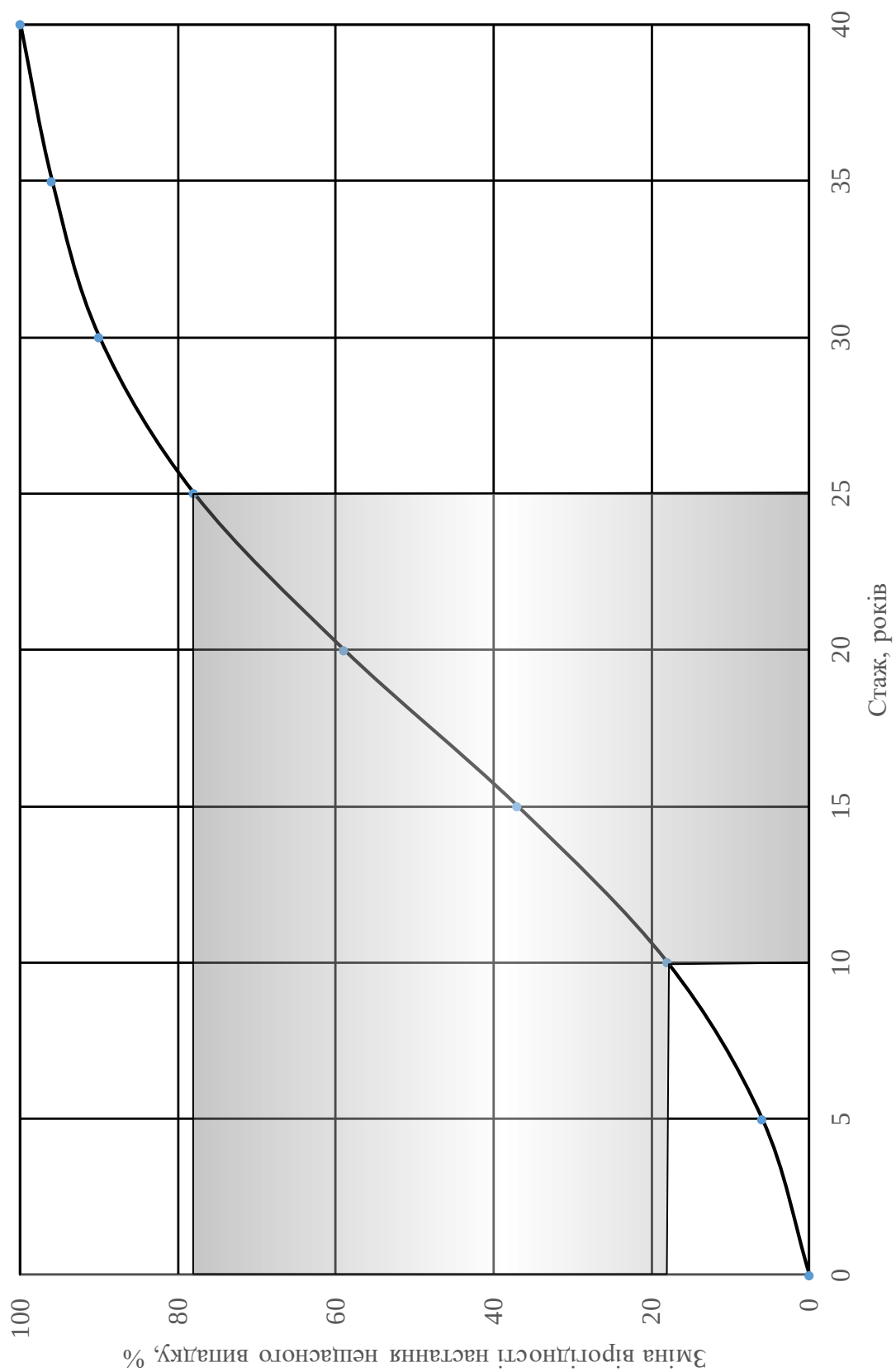


Рисунок 5.5 – Графік зміни вірогідності у залежності від стажу

Ексцес $Ex = \frac{12952.29}{8.389^4} - 3 = 2.6148 - 3 = -0.39$

$$M_4/s^4 = 3; M_4 = 1424752.31/110 = 12952.29$$

Середня квадратична помилка коефіцієнта ексцесу

$$s_{Ex} = \sqrt{\frac{24 \cdot 8(8-2)(8-3)}{(8+1)^2(8+3)(8+5)}} = 0.71$$

Оскільки $s_{Ex} < 3$, то відхилення від нормального розподілу вважається не істотним.

Перевіримо гіпотезу про те, що X розподілено *по нормальному закону* з допомогою критерію згоди Пірсона при $s = 8.389$, $x_{cp} = 38.227$.

Границя критичної області $K_{кр} = \chi^2(8-2-1; 0.05) = 11.07050$; $K_{набл} = 5.57$.
Спостережуване значення статистики Пірсона не влучає у критичну область: $K_{набл} < K_{кр}$, тому немає підстав відкидати основну гіпотезу. Справедливо припущення про те, що дані вибірки мають нормальний розподіл (рис. 5.6).

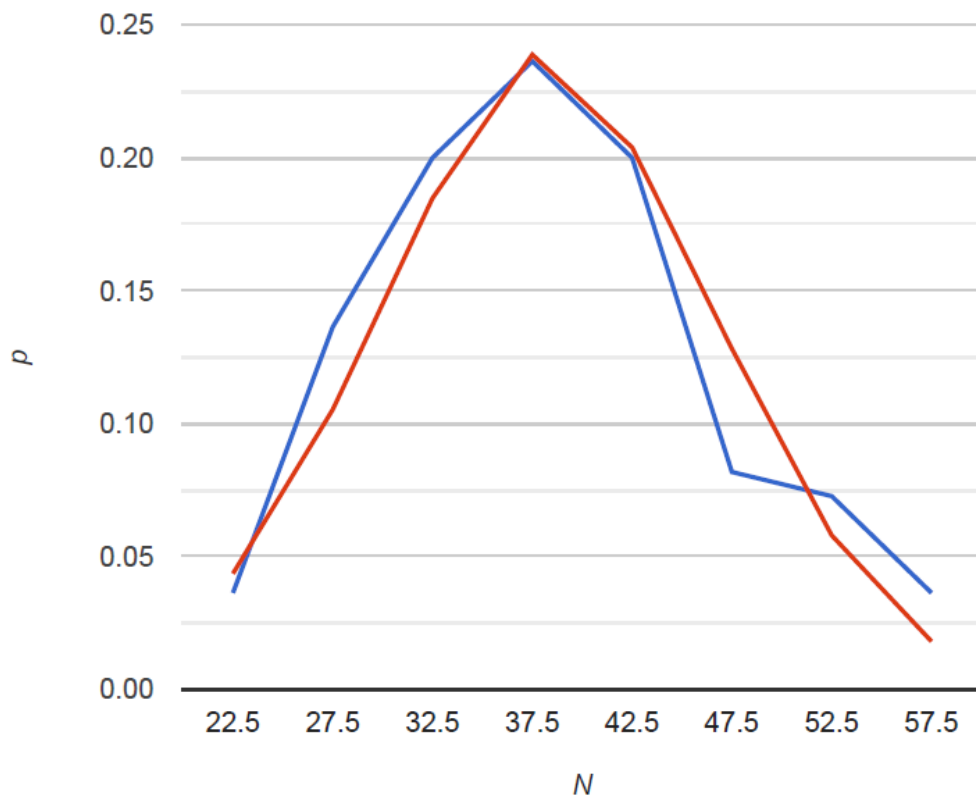


Рисунок 5.6 – Полігон емпіричних частот і ймовірність для нормального розподілу (вік)

Для законів розподілу Пуассона, показового, рівномірного дані вибірки були відкинуті. Кожне значення ряду відрізняється від середнього значення 38.227 в середньому на 8.389. Середнє значення приблизно дорівнює моді і медіані, що свідчить про нормальний розподіл вибірки. Оскільки коефіцієнт варіації менше 30%, то сукупність однорідна. Отриманим результатам можна довіряти.

Перевірка гіпотези за критерієм згоди Пірсона показала, що немає підстав відкидати гіпотезу про нормальний закон розподілу. Значення A_s і E_x мало відрізняються від нуля. Тому можна припустити близькість даної вибірки до нормального розподілу.

$$P(20 < Z < 25) = \Phi\left(\frac{25 - 38,227}{8,389}\right) - \Phi\left(\frac{20 - 38,227}{8,389}\right) = \Phi(-1,58) - \Phi(-2,17) = -0,443 + 0,485 = 0,04$$

$$P(25 < Z < 30) = \Phi\left(\frac{30 - 38,227}{8,389}\right) - \Phi\left(\frac{25 - 38,227}{8,389}\right) = \Phi(-0,98) - \Phi(-1,58) = -0,337 + 0,443 = 0,11$$

$$P(30 < Z < 35) = \Phi\left(\frac{35 - 38,227}{8,389}\right) - \Phi\left(\frac{30 - 38,227}{8,389}\right) = \Phi(-0,38) - \Phi(-0,98) = -0,148 + 0,337 = 0,19$$

$$P(35 < Z < 40) = \Phi\left(\frac{40 - 38,227}{8,389}\right) - \Phi\left(\frac{35 - 38,227}{8,389}\right) = \Phi(0,21) - \Phi(-0,38) = 0,0832 + 0,148 = 0,23$$

$$P(40 < Z < 45) = \Phi\left(\frac{45 - 38,227}{8,389}\right) - \Phi\left(\frac{40 - 38,227}{8,389}\right) = \Phi(0,81) - \Phi(0,21) = 0,291 - 0,0832 = 0,37$$

$$P(50 < Z < 55) = \Phi\left(\frac{55 - 38,227}{8,389}\right) - \Phi\left(\frac{50 - 38,227}{8,389}\right) = \Phi(2,0) - \Phi(1,40) = 0,4772 - 0,4192 = 0,06$$

$$P(45 < Z < 50) = \Phi\left(\frac{50 - 38,227}{8,389}\right) - \Phi\left(\frac{45 - 38,227}{8,389}\right) = \Phi(1,40) - \Phi(0,81) = 0,4192 - 0,291 = 0,13$$

$$P(55 < Z < 60) = \Phi\left(\frac{60 - 38,227}{8,389}\right) - \Phi\left(\frac{55 - 38,227}{8,389}\right) = \Phi(2,6) - \Phi(2,0) = 0,4953 - 0,4772 = 0,02$$

$$P(30 < Z < 50) = \Phi\left(\frac{50 - 38,227}{8,389}\right) - \Phi\left(\frac{30 - 38,227}{8,389}\right) = \Phi(1,40) - \Phi(-0,98) = \\ = 0,4192 + 0,337 = 0,76$$

З розрахунків випливає, що **вірогідність втрати працездатності робітниками віком від 30 до 50 років складає 76%, у тому числі від 35 до 45 – 44 %.**

Перевірка гіпотези про вид розподілу нещасних випадків за часов впродовж доби показала що цей розподіл не підпорядковується ні якому з законів, що розглядалися (рис. 5.7). Але з графіків випливає, що крива розподілу нещасних випадків має чотири характерні ділянки, кожна з яких характеризується зростанням вірогідності та спадом. Це можна віднести до робочих змін і розглянути розподіли впродовж зміни.

Дійсно пошук закону розподілу показав, що для 4 зміни (нічної) розподіл нещасних випадків впродовж зміни відбувається за експоненціальним законом (рис. 5.8) ($K_{кр}(5,0.05)=11.07050$; $K_{набл}=3.68$; $K_{набл} < K_{кр}$), а щільність розподілення (вірогідність) має вид

$$P=f(N) = 0,41e^{-0,41 N}, N \geq 0.$$

Для інших змін розподіл нещасних випадків підпорядковується нормальному закону (рис. 5.9-5.11) (1 зміна: $K_{кр} = \chi^2(7-2-1;0.05) = 9.48773$; $K_{набл} = 2.16$; $K_{набл} < K_{кр}$; 2 зміна: $K_{кр} = \chi^2(7-2-1;0.05) = 9.48773$; $K_{набл} = 1.76$; $K_{набл} < K_{кр}$; 3 зміна: $K_{кр} = \chi^2(7-2-1;0.05) = 9.48773$; $K_{набл} = 7.61$; $K_{набл} < K_{кр}$).

Як видно з рисунків 5.9-5.11 найбільша кількість нещасних випадків у 1-3 зміни припадає на середину кожної зміни, причому висока вірогідність отримання травми припадає для всіх рисунків на період з 1,5 до 4,5 години з початку зміни. Розрухуємо вірогідності для цього діапазону:

$$1 \text{ зміна: } \bar{x} = \frac{\sum x_i \cdot f_i}{\sum f_i} = \frac{86.5}{31} = 2.79 \quad \sigma = \sqrt{D} = \sqrt{1.819} = 1.349$$

$$P(1,5 < Z < 4,5) = \Phi\left(\frac{4,5 - 2,79}{1,349}\right) - \Phi\left(\frac{1,5 - 2,79}{1,349}\right) = \Phi(1,27) - \Phi(-0,96) = \\ = 0,398 + 0,332 = 0,73$$

2 зміна: $\bar{x} = \frac{\sum x_i \cdot f_i}{\sum f_i} = \frac{75}{24} = 3.125$ $\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{1.984} = 1.409$

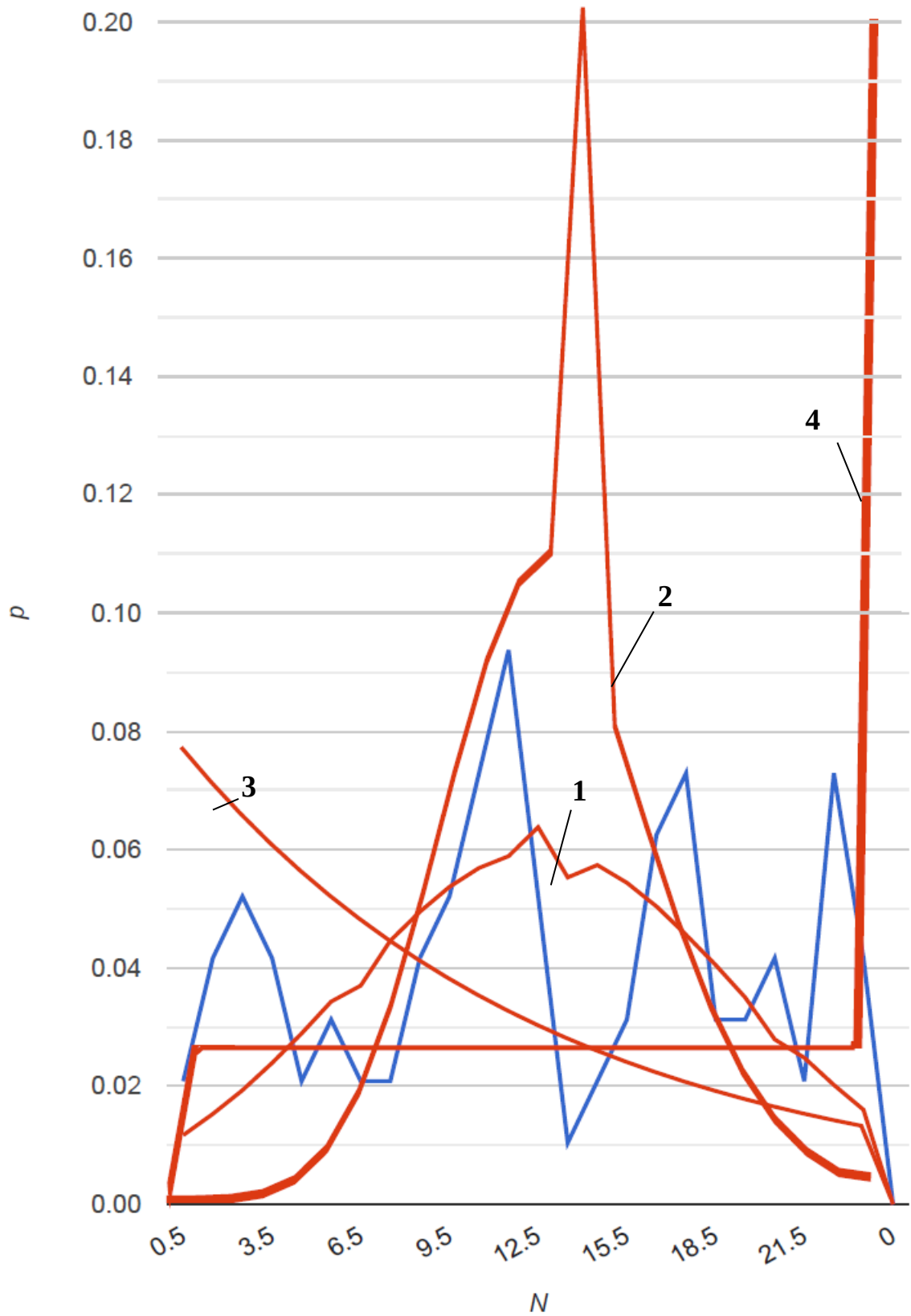


Рисунок 5.7 – Полігон емпіричних частот і ймовірність для законів розподілу (годину) (1 нормальний, 2 Пуассона, 3-експоненціальний, 4-рівномірний)

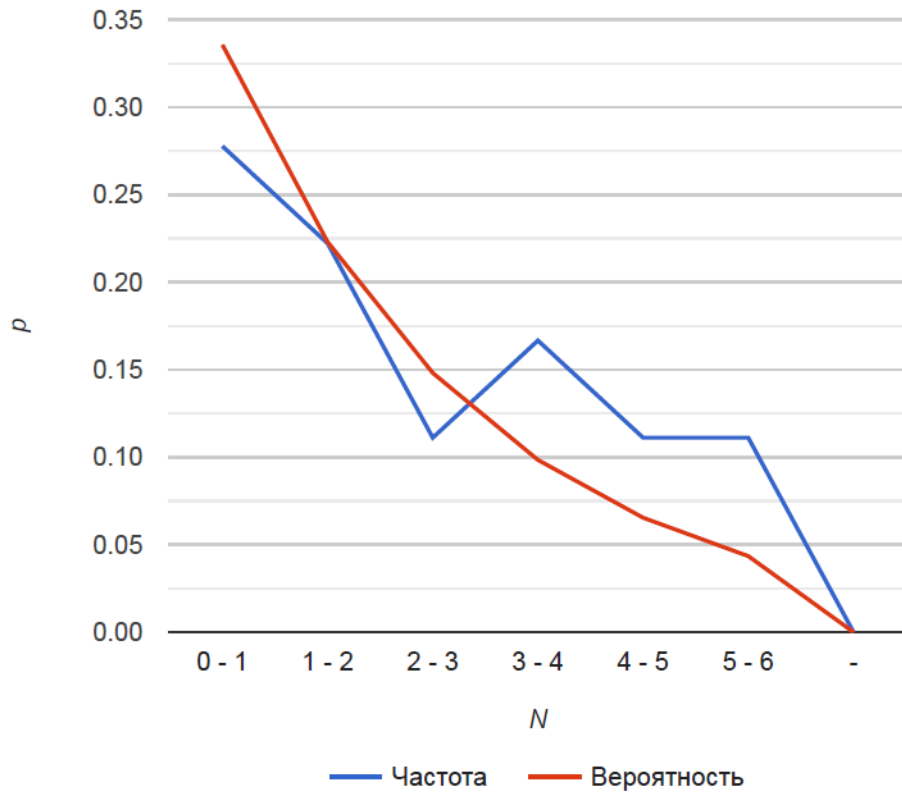


Рисунок 5.8 – Полігон емпіричних частот і ймовірність для експоненціального закону розподілу (4 зміна)

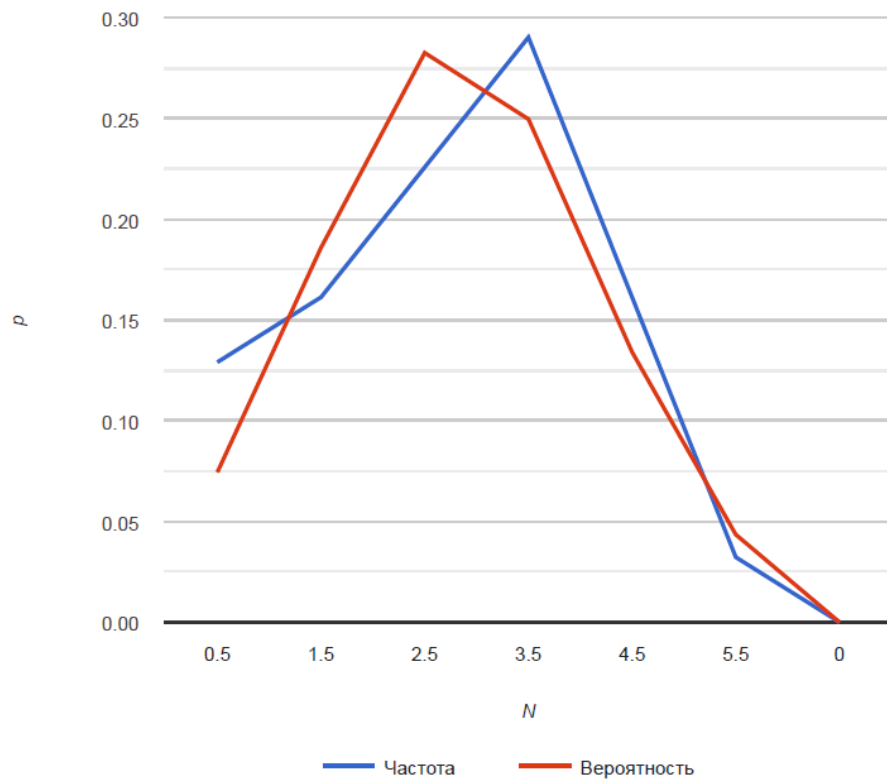


Рисунок 5.9 – Полігон емпіричних частот і ймовірність для нормального закону розподілу (1 зміна)

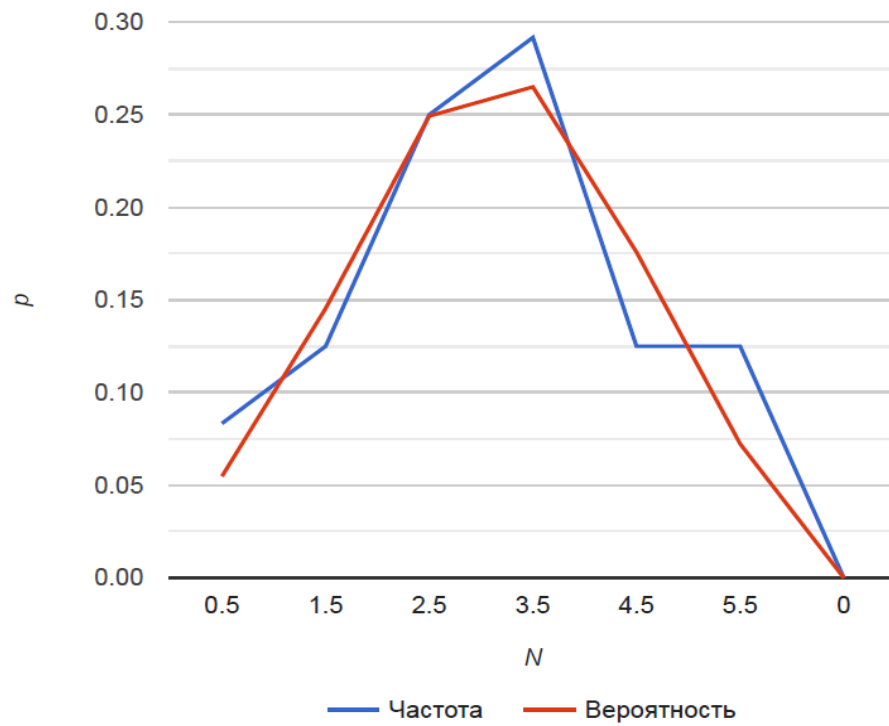


Рисунок 5.10 – Полігон емпіричних частот і ймовірність для нормального закону розподілу (2 зміна)

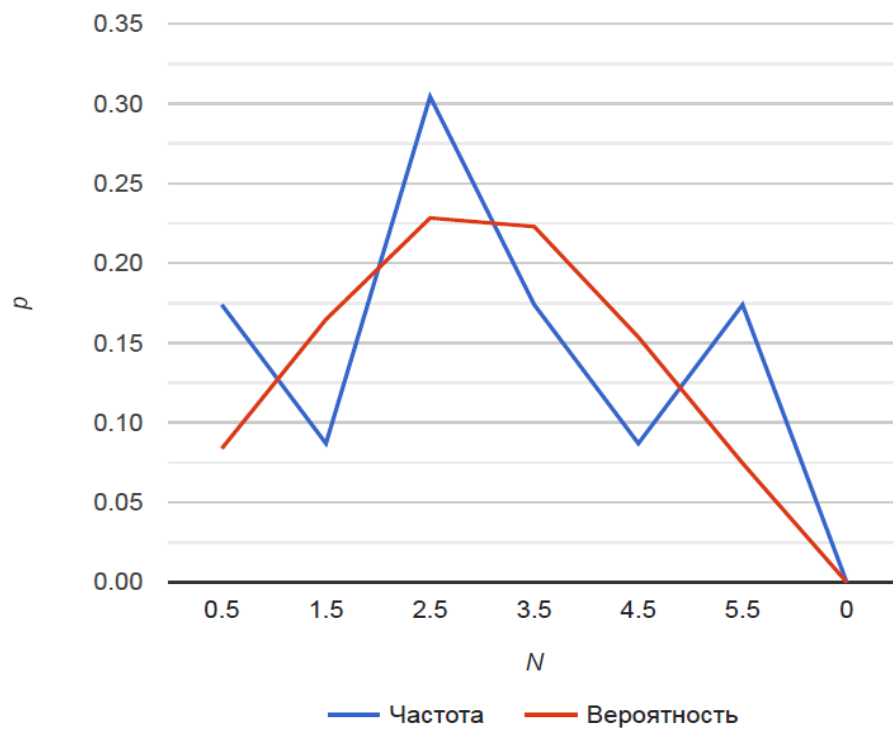


Рисунок 5.11 – Полігон емпіричних частот і ймовірність для нормального закону розподілу (3 зміна)

$$P(1,5 < Z < 4,5) = \Phi\left(\frac{4,5 - 3,125}{1,409}\right) - \Phi\left(\frac{1,5 - 3,125}{1,409}\right) = \Phi(0,98) - \Phi(-1,15) = 0,337 + 0,375 = 0,71$$

$$\text{3 зміна: } \bar{x} = \frac{\sum x_i \cdot f_i}{\sum f_i} = \frac{67.5}{23} = 2.935 \quad \sigma = \sqrt{D} = \sqrt{2.681} = 1.637$$

$$P(1.5 < Z < 4.5) = \Phi\left(\frac{4.5 - 2.935}{1.637}\right) - \Phi\left(\frac{1.5 - 2.935}{1.637}\right) = \Phi(0.96) - \Phi(-0.88) = 0.332 + 0.311 = 0.64$$

Результати розрахунку підтверджують, що саме у цьому діапазоні висока вірогідність отримання травми. Це пояснюється інтенсивними умовами праці та через 1,5 години, коли пройдена стадія вроблювання, починається стадія стійкої працездатності та виконуються складні й важкі роботи, які призводять до стомлення робітників та помилок при виконанні операцій. Для четвертої зміни високий рівень травматизму співпадає з початком зміни внаслідок того, що з 22 до 6 годин працездатність людини суттєво знижується та досягає мінімуму близько трьох годин ранку [19], що співпадає з першими двома годинами зміни (рис. 5.12). Тобто нещасні випадки можна пов'язати з біологічними ритмами організму людини.

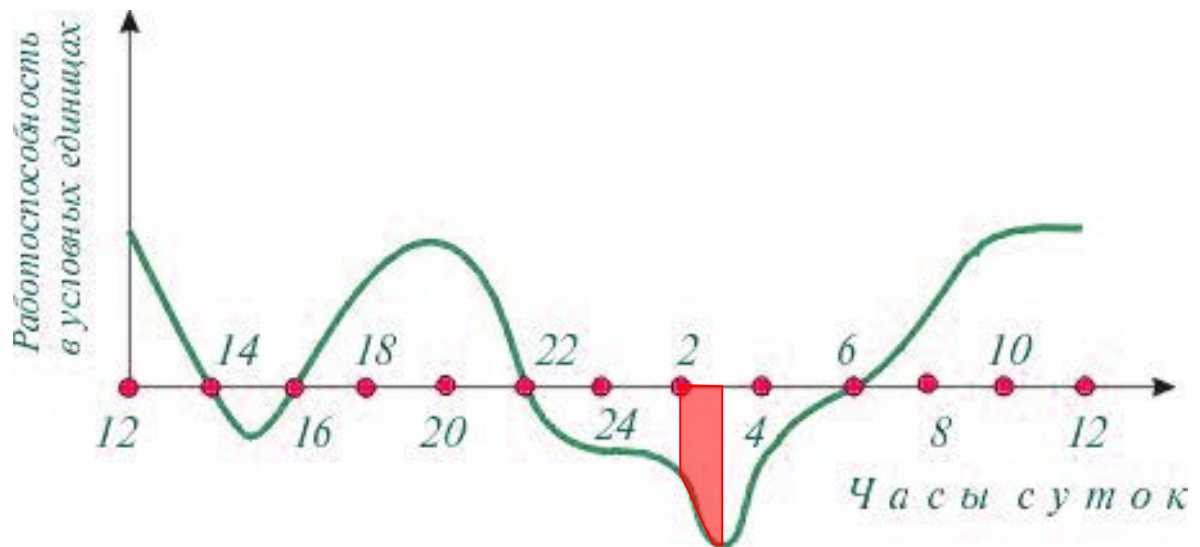


Рисунок 5.12– Коливання рівня працездатності людини в умовних одиницях впродовж доби [20]

Враховуючи отримані результати можна розробити рекомендації щодо запобігання нещасних випадків та втраті працездатності робітників в умовах певного підприємства.

6 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПОПЕРЕДЖЕННЯ ВТРАТИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПРАЦІВНИКІВ

На основі проведеного аналізу виробничого травматизму, визначення ризику втрати працездатності та вірогідності виникнення нещасних випадків можна сформулювати такі висновки:

- виникнення нещасних випадків та втрата працездатності робітників має місце переважно у результаті організаційних причин, зокрема, порушення дисципліни та нехтування правилами безпеки;
- порушують правила безпеки робітники будь-яких професій, незалежно від характеру виконуваних робіт;
- найбільша частка нещасних випадків у віковій групі від 25 до 45 років і вірогідність їх травмування складає 73 %, а у діапазоні 30...50 років – 76%;
- найбільша частка нещасних випадків у робітників зі стажем роботи від 10 до 25 років, а вірогідність їх травмування складає 60 %;
- найбільша частка нещасних випадків у ремонтну зміну, але інші зміни мають приблизно однакову частку, яка теж є зависокою;
- ризик втрати працездатності робітників є високим та складає $4,06 \cdot 10^{-6}$;
- найбільш травмонебезпечною є перша (ремонтна) зміна та частота травмування робітників у цю зміну також, як у другу та третю зміни, характеризується нормальним законом, коли травмування робітників припадає на стадію стійкої працездатності, що починається через 1,5 години з початку зміни, а закінчується – через 4,5 години. Виконання складних і важких робіт у цей проміжок часу супроводжується стомленням робітників та їх помилками, що пояснює настання нещасних випадків;
- четверта зміна за розподілом нещасних випадків впродовж робочого часу відрізняється від інших змін і описується експоненціальним законом, коли найвища вірогідність травмування припадає на перші дві

години зміни, які співпадають зі стадією найнижчого рівня працездатності людини впродовж доби, яка пов'язана з біологічними ритмами її організму.

Тому, враховуючі висновки, для зменшення рівня травматизму і ризику втрати працездатності в умовах ДП «Шахтоуправління «Південнодонбаське №1», рекомендуємо:

- збільшити контроль за виконанням операцій та обов'язків підземних робітників та гірничих майстрів;
- звернути увагу підземних робітників та гірничих майстрів до сумлінного дотримання вимог Правил безпеки, дотримання дисципліни виконання виробничих операцій;
- переконати досвідчених гірників у помилковості їх впевненості у тому, що їх досвід та вік мають прямий зв'язок з безпекою робіт;
- збільшити у першу зміну кількість осіб контролю за безпекою робіт;
- звернути увагу для осіб контролю безпеки праці, що у першу-третю зміни найбільш травмонебезпечним є проміжок часу 1,5...4,5 години з початку змін, а для четвертої зміни – перші дві години з початку цієї зміни.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі магістра розглянуто поняття «ризик», «професійний ризик», які пов'язані з виробничим травматизмом.

Проаналізовано виробничий травматизм в Україні, у вугільній галузі та в умовах ДП «Шахтоуправління «Південнодонбаське №1». Визначено ризик втрати працездатності робітників, який вважається високим та складає $4,06 \cdot 10^{-6}$. Встановлено, що: найбільша частка нещасних випадків в умовах ДП «Шахтоуправління «Південнодонбаське №1» відбувається внаслідок організаційних причин (порушення дисципліни та нехтуванням правил безпеки) робітниками основних підземних професій незалежно від характеру виконуваних робіт, які відносяться до вікової групи у діапазоні 25...45 років (вірогідність їх травмування складає 73 %) та мають стаж роботи 10-25 років (вірогідність їх травмування складає 60 %). Найбільша частка нещасних випадків у ремонтну зміну та частота травмування робітників у цю зміну також, як у другу та третю зміни, характеризується нормальним законом, коли травмування робітників припадає на стадію стійкої працездатності, що починається через 1,5 години з початку зміни, а закінчується – через 4,5 години. Виконання складних і важких робіт у цей проміжок часу супроводжується стомленням робітників та їх помилками, що пояснює настання нещасних випадків. Четверта зміна за розподілом нещасних випадків впродовж робочого часу відрізняється від інших змін і описується експоненціальним законом, коли найвища вірогідність травмування припадає на перші дві години зміни, які співпадають зі стадією найнижчого рівня працездатності людини впродовж доби, яка пов'язана з біологічними ритмами її організму.

Враховуючі ці висновки, для зменшення рівня травматизму і ризику втрати працездатності в умовах даного підприємства було сформульовано рекомендації щодо попередження втрати працездатності працівників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Топішко Н. П. Соціальні ризики як чинник регулювання системи соціального захисту населення. Наукові записки. Серія “Економіка”. Випуск 11. 2009. – С. 401- 411.
2. Профессиональные риски: уровни и оценка Оригинал статьи: <https://aif.ru/boostbook/professional-nye-riski.html>
3. Управление профессиональными рисками и обеспечение безопасных условий труда. <https://www.protrud.com/>
4. Латишев Є.Є. Гігієнічна характеристика умов праці та ризиків розвитку професійних захворювань гірників вугільних шахт в сучасних умовах. Дис. к.м.н. за спец. 14.02.01-гігієна. Науково-дослідний інститут медико-екологічних проблем Донбасу та вугільної промисловості. Донецьк, 2003. 164 с.
5. Профессиональный риск. Теория и практика расчета / Под ред. А.Г. Хрупачева, А.А. Хадарцева.– Тула: Изд-во ТулГУ, 2011.– 330 с.
6. Оценка рисков на производстве. <https://oppb.com.ua/content/ocenka-ryskov-na-proyzvodstve>.
7. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ 08.04.2014 № 248.
8. Втрата працездатності. https://minjust.gov.ua/m/str_23359.
9. Бухтияров Игорь Валентинович, Измеров Николай Федотович, Тихонова Галина Ильинична, Чуранова Анастасия Николаевна Производственный травматизм как критерий профессионального риска // Проблемы прогнозирования. 2017. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proizvodstvennyy-travmatizm-kak-kriteriy-professionalnogo-riska> (дата обращения: 15.04.2021).
10. Стан виробничого травматизму 2020 за галузями: <https://www.sop.com.ua/article/952-stan-virobnichogo-travmatizmu-v-ukran>.

11. Стан виробничого травматизму <https://dsp.gov.ua/stand-vyrobnychoho-travmatyzmu/>.
12. Кочеткова Е.А. Метод оценки эффективности управления охраной труда угольных шахт на основе учета зависимости рисков профзаболеваемости и травматизма от финансовых затрат. Дис. к.т.н. «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Санкт-Петербург – 2014. – 114 с.
13. Геомеханические явления при отработке конечных участков лав струговыми комплексами: монография / К.В. Кравченко, Д.В. Бабец ; М-во образования и науки Украины, Нац. горн. ун-т. – Д.: НГУ, 2015. – 108 с.
14. Непогодъев С.В., Цибульська О.В., Масюкевич О.М., Руденко М.О., Пацай В.М., Малига К.О. Дослідження професій за рівнями ризиків у металургійній і машинобудівній галузях. Пробл. охорони праці в Україні. - 2010. - Вип. 19. - С. 13-24.
15. Кружилко О. Є., Майстренко В. В., Ткачук К. Н., Полукаров О. І. Управління ризиком травматизму на виробничих підприємствах. Проблеми охорони праці в Україні. - 2013. - Вип. 26. - С. 3-8.
16. Мнухин А. Г., Лехтман И. Л. О повышении безопасности работ угольных шахт путем оценки и минимизации рисков. Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах. – 2010. – 1(25). – С. 46-62.
17. Ветошкин А. Г. Надежность технических систем и техногенный риск – Пенза, 2003. – 155 с.
18. Масюкевич О.М. Методологія аналізу й оцінки тягаря збитку від нещасних випадків // Проблеми охорони праці в Україні. – К.: ДУ «ННДПБОП», 2012. – Вип. 22. – С. 105-111.
19. РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА. Информационный бюллетень. №8, декабрь 2017. https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_121786.pdf
20. РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА. <http://www.up-pro.ru/encyclopedia/rabotosposobnost-cheloveka.html>
21. Проверка гипотезы о виде распределения. <https://math.semestr.ru/group/hypothesis-testing.php>