

УДК 332.14+51-77

DOI: 10.31891/2307-5740-2020-278-1-25

ХОРОЛЬСЬКИЙ В. П.,
СЕРЕБРЕНИКОВ В. М.,
КВІТКА Т. В.

Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, м. Кривий Ріг

МОДЕЛЮВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ ДЕКІЛЬКОХ ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ПРАЦІВНИКАМИ ТЕХНОГЕННО НЕБЕЗПЕЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА

На сьогодні підприємства України, на яких видобуваються і переробляються корисні копалини, характеризуються як техногенно небезпечні. Перш за все, це пов'язано з тим, що ці підприємства є джерелами забрудненості і запиленості оточуючого середовища. Як наслідок, умови, в яких працюють робітники таких підприємств, є настільки небезпечними, що через деякий час викликають професійні захворювання. Особливо слід зазначити такий вплив на територіях, де промислові комплекси розташовані в межах міста. При цьому різноманіття захворювань, викликаних професійною діяльністю, є досить великим, що може викликати у працівника одночасно декілька професійних захворювань. Зрозуміло, що постає важлива проблема діагностування таких хвороб у працівників згідно з виявленими симптомами і проведеними аналізами. Разом з цим, на основі результатів медичного обстеження працівників техногенно небезпечного підприємства доцільно провести математичне моделювання медичного стану працівників з метою представлення інформації у цифровому вигляді. Таке представлення інформації про медичний стан працівника дозволить перетворити синтаксичну інформацію в семантичну і, навіть, в прагматичну. Користуючись цією інформацією існує можливість об'єктивно, зрозуміло, на рівні достовірності моделі, зробити висновки про сучасний стан здоров'я працівників, намітити шляхи їх лікування і прослідкувати за результатами цього лікування. Застосування методів теорії ймовірностей, які базуються на класичному підході, дозволили здобути аналітичні формули обчислення ймовірностей усіх можливих варіантів захворювання працівників професійними захворюваннями на техногенно небезпечному підприємстві. Моделювання, яке проведено спираючись на статистичні дані про стан здоров'я працівників, дозволило обчислити ймовірності отримання працівником різних варіантів комбінацій професійних захворювань.

Ключові слова: техногенність, забруднення, захворювання, ймовірність, економічна модель, математичне моделювання.

KHOROLSKY V.,
SEREBRENIKOV V.,
KVITKA T.

Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, Kryvyi Rih

MODELING THE POSSIBILITY OF OBTAINING MULTIPLE OCCUPATIONAL DISEASES BY EMPLOYEES OF A TECHNOGENICALLY DANGEROUS ENTERPRISE

At present, enterprises of Ukraine, where minerals are extracted and processed, are characterized as technologically dangerous. First of all, this is due to the fact that these enterprises are sources of pollution and dustiness of the environment. As a result, the conditions in which workers at such enterprises operate are so dangerous that they cause occupational diseases after some time. Of particular note is the impact in areas where industrial complexes are located within the city. Moreover, the variety of such diseases is quite large, which can cause several professional diseases at the same time. It is clear that a very important problem arises of diagnosing such diseases in workers according to the identified symptoms and analyzes. At the same time, based on the results of a medical examination of employees of a technologically dangerous enterprise, it is advisable to carry out mathematical modeling of the medical condition of workers in order to present information in digital form. This presentation of information about the medical condition of the employee will make it possible to turn syntactic information into semantic and even pragmatic. Using this information, the consumer will be able to objectively, of course, at the level of reliability of the model, draw conclusions about the current state of health of employees, outline the ways of their treatment and follow the results of this treatment. The application of methods of probability theory, based on the classical approach, made it possible to obtain analytical formulas for calculating the probabilities of all possible options for workers with occupational diseases of a technologically dangerous enterprise. The simulation, based on employee health statistics, has made it possible to calculate the probability of an employee getting different combinations of occupational diseases.

Keywords: technogenicity, pollution, disease, probability, economic model, mathematical modeling.

Постановка задачі. Статистичний аналіз медичного стану працівників техногенно небезпечних підприємств показав, що спостерігаються випадки, коли працівник хворіє одночасно декількома професійними захворюваннями [1]. Незважаючи на те, що ці випадки зустрічаються досить рідко, хоча наслідки можуть бути серйозними, виникає питання про ймовірність їх виявлення. Як один із можливих шляхів розв'язання цього питання є побудова математичної моделі можливості захворювання декількома професійними захворюваннями працівника техногенно небезпечного підприємства. Спираючись на результати медичних спостережень достовірна математична модель дозволить в цифровій формі зробити обґрунтовані висновки про можливість отримання декількох захворювань працівником з метою уникнення таких випадків.

Аналіз досліджень та публікацій. Питання забруднення навколишнього середовища з кожним роком залучають все більшу увагу [2]. Деякі звикли до того, що в новинах досить часто звертають увагу на цю проблему, але вважають, що вона не стосується їх особисто. Разом з цим, усвідомлюємо ми це чи ні, повсюдні забруднення навколишнього середовища зачіпає більшість з нас. Досить широке коло іноземних і вітчизняних науковців приділяють серйозну увагу питанням екології та стану навколишнього середовища, присвячуючи їм свої розробки [3]. Як окремий випадок, доцільно виділити дослідження, пов'язані з роботою промислових комплексів, особливо тих, які розташовані в межах міста. В якості негативного прикладу, можна виділити місто Кривий Ріг, особливістю якого є розташування в межах міста залізрудних шахт, гірничо-збагачувальних комбінатів та металургійного заводу. Усі ці промислові комплекси є джерелами забруднення і отруєння повітря [4]. Разом з цим, питанням управління промисловими комплексами з метою мінімізації техногенного впливу на його працівників не приділяється достатньо уваги. Більш того, потребує посиленої уваги усунення техногенного впливу на медичний стан працівників, який спостерігається в наявності різноманіття професійних захворювань [5]. Це зумовлює необхідність подальшого вивчення та вдосконалення методів управління території з техногенним тиском [6] з метою побудови сучасної моделі економіки, яка забезпечує безпечний простір для людей, що мешкають на таких територіях, стабільність, освіту, соціальну та гендерну рівність. Подібну модель економіки розроблено вченими Оксфордського університету Кейт Роурт, в якій стійкий економічний розвиток пов'язаний з комфортним соціальним середовищем, а саме соціальним базисом до якого належать: їжа, вода, дохід, освіта, стабільність, право голосу, робота, енергія, соціальна рівність, гендерна рівність та здоров'я [10]. Виходячи із цієї моделі для забруднених територій України необхідним є моделювання процесу мінімізації можливості отримання декількох професійних захворювань працівниками техногенно небезпечних підприємств.

Формулювання цілей. Метою статті є дослідження впливу техногенного тиску на медичний стан робітників техногенно небезпечних підприємств шляхом математичного моделювання можливості захворювання кількома професійними захворюваннями з подальшою розробкою рекомендацій щодо зменшення негативних наслідків.

Виклад основного матеріалу дослідження. Побудова математичної моделі можливості отримання декількох професійних захворювань працівником техногенно небезпечного підприємства базується на результатах медичних аналізів і відповідної діагностики, які підтверджують, що працівник такого підприємства може захворіти одночасно кількома професійними захворюваннями. Таке спостереження дозволяє формалізувати задачу, скориставшись методами теорії ймовірностей [7].

Розглянемо найбільш поширений випадок, коли працівники можуть захворіти тільки двома типами професійних захворювань.

Дійсно, нехай маємо випадкову подію, яка визначає захворювання тільки однією професійною хворобою,

$$A_1 = \{\text{захворювання хворобою I типу}\}, \quad (1)$$

$$A_2 = \{\text{захворювання хворобою II типу}\}. \quad (2)$$

Далі, визначаємо протилежні події:

$$\bar{A}_1 = \{\text{незахворювання хворобою I типу}\}, \quad (3)$$

$$\bar{A}_2 = \{\text{незахворювання хворобою II типу}\}. \quad (4)$$

Тоді, користуючись операціями над випадковими подіями, з урахуванням (1) і (2) будемо мати:

$$A_1 \cdot A_2 = \{\text{одночасне захворювання хворобами I і II типу}\}, \quad (5)$$

з урахуванням (1) і (4), можна записати:

$$A_1 \cdot \bar{A}_2 = \left\{ \begin{array}{l} \text{одночасне захворювання хворобою I типу і} \\ \text{незахворювання хворобою II типу} \end{array} \right\}, \quad (6)$$

з урахуванням (2) і (3), можна записати:

$$\bar{A}_1 \cdot A_2 = \left\{ \begin{array}{l} \text{одночасне незахворювання хворобою I типу і} \\ \text{захворювання хворобою II типу} \end{array} \right\}. \quad (7)$$

Виділимо також випадок існування хоча б одного захворювання як суми подій:

$$A_1 + A_2 = \{\text{хоча б одне із захворювань I або II типу}\}. \quad (8)$$

Для оцінки можливості захворювання працівника необхідно ввести числову характеристику:

$$P(A_i), \quad (i = 1, 2), \quad (9)$$

яка визначає ймовірність події A_i , тобто ймовірності захворювання хворобами I і II типу, відповідно.

Далі, знаходимо ймовірність протилежної події, тобто незахворювання хворобами I і II типів:

$$P(\bar{A}_i) = 1 - P(A_i), \quad (i = 1, 2) \quad (10)$$

Згідно подіям, які розглянуті вище і користуючись теоремою про ймовірність добутку подій [8], знаходимо ймовірність того, що працівник отримав дві хвороби одночасно:

$$P(A_1 \cdot A_2) = P(A_1) \cdot P(A_2/A_1). \quad (11)$$

В формулі (11) другий множник визначає умовну ймовірність, тобто ймовірність отримання хвороби II типу, якщо він вже має хворобу I типу. На практиці, як правило, професійні хвороби не пов'язані одна з іншою. Тому природно вважати, що ймовірність отримання хвороби II типу не залежить від наявності хвороби I типу, тобто:

$$P(A_2/A_1) = P(A_2). \quad (12)$$

З урахуванням (12) формула (11) приймає вигляд:

$$P(A_1 \cdot A_2) = P(A_1) \cdot P(A_2). \quad (13)$$

Далі знаходимо ймовірність того, що працівник захворів тільки хворобою II типу:

$$P(\bar{A}_1 \cdot A_2) = P(\bar{A}_1) \cdot P(A_2). \quad (14)$$

З урахуванням (10) формула (14) записується у вигляді:

$$P(\bar{A}_1 \cdot A_2) = (1 - P(A_1)) \cdot P(A_2). \quad (15)$$

Аналогічно знаходиться ймовірність того, що працівник захворів тільки хворобою I типу:

$$P(A_1 \cdot \bar{A}_2) = P(A_1)(1 - P(A_2)). \quad (16)$$

Зрозуміло, що ймовірність того, що працівник не захворіє хворобами I і II типу визначається формулою

$$P(\bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2) = (1 - P(A_1)) \cdot (1 - P(A_2)). \quad (17)$$

В свою чергу, ймовірність отримання працівником хоча б однієї з двох хвороб I або II типу, які є незалежні одна від одної, знаходиться за формулою:

$$P(A_1 + A_2) = P(A_1) + P(A_2) - P(A_1) \cdot P(A_2). \quad (18)$$

Для визначення ймовірностей подій, які розглядаються, скористаємось класичним означенням ймовірності [9].

Нехай загальна кількість працівників техногенно небезпечного підприємства становить N . З точки зору теорії ймовірностей ці працівники утворюють повну групу рівноможливих несумісних подій, оскільки подія полягає в тому, що з їх числа випадково рівноможливо вибирається тільки один працівник. Якщо розглядається захворювання хворобою I типу як випадкова подія і кількість працівників, які отримали цю хворобу, становить кількість M_1 , то ймовірність такої події визначається числом:

$$P(A_1) = \frac{M_1}{N}, \quad (19)$$

яке обчислене згідно класичному означенню ймовірності.

Аналогічно обчислюється ймовірність захворювання хворобою II типу:

$$P(A_2) = \frac{M_2}{N}, \quad (20)$$

де M_2 – кількість працівників, які отримали захворювання хворобою II типу.

З урахуванням (19) і (20) формули (13), (15), (16), (17) і (18) приймуть відповідно вигляд:

$$P(A_1 \cdot A_2) = \frac{M_1 \cdot M_2}{N^2}, \quad (21)$$

$$P(\bar{A}_1 \cdot A_2) = \left(1 - \frac{M_1}{N}\right) \frac{M_2}{N}, \quad (22)$$

$$P(A_1 \cdot \bar{A}_2) = \frac{M_1}{N} \left(1 - \frac{M_2}{N}\right), \quad (23)$$

$$P(\bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2) = \left(1 - \frac{M_1}{N}\right) \cdot \left(1 - \frac{M_2}{N}\right), \quad (24)$$

$$P(A_1 + A_2) = \frac{M_1}{N} + \frac{M_2}{N} - \frac{M_1 \cdot M_2}{N^2}. \quad (25)$$

Формули (21),..., (25) дозволяють відповісти на всі питання, які постають при дослідженні варіантів можливості захворювання працівників хворобами I і II типу на техногенно небезпечних підприємствах.

Якщо розглядається можливість захворювання професійними захворюваннями кількістю n , то здобуті формули ускладнюються.

Дійсно, нехай маємо випадкову подію, яка визначає захворювання хворобою i -го типу,

$$A_i = \{\text{захворювання хворобою } i - \text{ого типу}\}, (i = 1, 2, \dots, n), \quad (26)$$

Далі маємо протилежну випадкову подію, яка визначає незахворювання хворобою i -го типу:

$$\bar{A}_i = \{\text{незахворювання хворобою } i - \text{ого типу}\}, (i = 1, 2, \dots, n) \quad (27)$$

Користуючись формулами (26) і (27) і операцією множення випадкових подій можна записати різні можливі комбінації захворювання працівником професійними хворобами, які розглядаються. Наприклад, якщо розглядається захворювання усіма хворобами одночасно, то ця подія визначається добутком подій (26):

$$A_1 \cdot A_2 \cdot \dots \cdot A_n. \quad (28)$$

Якщо розглядається, як варіант, захворювання k -професійними хворобами, то ці події будуть визначатися відповідними добутками подій. Наприклад, можна виділити перші k захворювань:

$$A_1 \cdot A_2 \cdot \dots \cdot A_k \cdot \bar{A}_{k+1} \cdot \dots \cdot \bar{A}_n. \quad (29)$$

Якщо розглядається незахворювання усіма виділеними професійними хворобами, то ця подія визначається добутком подій (27):

$$\bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot \dots \cdot \bar{A}_n. \quad (30)$$

Виділимо також випадок існування у працівника хоча б одного захворювання як суму подій (26):

$$A_1 + A_2 + \dots + A_n = \{\text{хоча б одне із } n \text{ захворювань}\}. \quad (31)$$

Для оцінки можливості захворювання працівника необхідно ввести числову характеристику:

$$P(A_i), (i = 1, 2, \dots, n), \quad (32)$$

яка визначає ймовірність події A_i , тобто ймовірність захворювання працівника хворобою i -го типу.

Ймовірність протилежної події, тобто незахворювання хворобою i -го типу, визначається формулою:

$$P(\bar{A}_i) = 1 - P(A_i), (i = 1, 2, \dots, n) \quad (33)$$

Припустивши, що події A_i є незалежні, знаходимо, згідно (28), ймовірність події захворювання усіма хворобами як добуток ймовірностей подій A_i :

$$P(A_1 \cdot A_2 \cdot \dots \cdot A_n) = \prod_{i=1}^n P(A_i). \quad (34)$$

В свою чергу, ймовірність події незахворювання усіма хворобами знаходиться, згідно (30) і (33), за формулою

$$P(\bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot \dots \cdot \bar{A}_n) = \prod_{i=1}^n (1 - P(A_i)). \quad (35)$$

Ймовірність захворювання k професійними хворобами, які розташовані згідно з (29), обчислюється за формулою:

$$P(A_1 \cdot A_2 \cdot \dots \cdot A_k \cdot \bar{A}_{k+1} \cdot \dots \cdot \bar{A}_n) = \prod_{i=1}^k P(A_i) \cdot \prod_{i=k+1}^n (1 - P(A_i)). \quad (36)$$

Ймовірність захворювання хоча б однієї з n хвороб обчислюється за формулою:

$$P(\sum_{i=1}^n A_i) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P(A_i)). \quad (37)$$

Враховуючи класичний підхід до обчислення ймовірності, можна записати:

$$P(A_i) = \frac{M_i}{N}, (i = 1, 2, \dots, n), \quad (38)$$

де N – загальна кількість працівників на підприємстві;

M_i – кількість працівників, які захворіли хворобою i -го типу.

Враховуючи (38), формули (34) – (37) приймають вигляд:

$$P(A_1 \cdot A_2 \cdot \dots \cdot A_n) = \frac{1}{N^n} \prod_{i=1}^n M_i, \quad (39)$$

$$P(\bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot \dots \cdot \bar{A}_n) = \frac{1}{N^n} \prod_{i=1}^n (N - M_i), \quad (40)$$

$$P(A_1 \cdot A_2 \cdot \dots \cdot A_k \cdot \bar{A}_{k+1} \cdot \dots \cdot \bar{A}_n) = \frac{1}{N^n} \prod_{i=1}^k M_i \cdot \prod_{i=k+1}^n (N - M_i), \quad (41)$$

$$P(\sum_{i=1}^n A_i) = 1 - \frac{1}{N^n} \prod_{i=1}^n (N - M_i). \quad (42)$$

Таким чином, формули (39), (40), (41) і (42) дозволяють дослідити можливості захворювання працівника усіма варіантами розглянутими професійними захворюваннями в загальному випадку.

В якості прикладу розглянемо випадок, коли на підприємстві працівники можуть захворіти хворобами трьох типів.

Нехай чисельність працівників на підприємстві, які піддаються дії техногенної забрудненості, становить 100 людей. Крім того, відомо, що хворобою I типу захворіло 15 людей, хворобою II типу – 10

людей і хворобою III типу – 5 людей. Встановлено, що захворювання виділеними хворобами є незалежні події. Згідно позначенням, прийнятим вище можна записати:

$$N = 100, M_1 = 15, M_2 = 10, M_3 = 5. \quad (42)$$

Користуючись формулою (38) знаходимо ймовірності захворювання відповідними професійними захворюваннями. Таким чином, визначивши хворобу I типу як випадкову подію A_1 знаходимо ймовірність її появи

$$P(A_1) = \frac{M_1}{N} = \frac{15}{100} = 0,15. \quad (43)$$

Аналогічно, знаходимо ймовірності появи хвороб II і III типу, як випадкових подій A_2 і A_3 , відповідно:

$$P(A_2) = \frac{M_2}{N} = \frac{10}{100} = 0,1, \quad (44)$$

$$P(A_3) = \frac{M_3}{N} = \frac{5}{100} = 0,05. \quad (45)$$

В свою чергу, ймовірності неза захворювання розглянутими професійними хворобами, згідно з формулою (33), становлять

– для хвороби I типу як для протилежної події \bar{A}_1 :

$$P(\bar{A}_1) = 1 - 0,15 = 0,85, \quad (46)$$

– для хвороби II типу як для протилежної події \bar{A}_2 :

$$P(\bar{A}_2) = 1 - 0,1 = 0,9, \quad (47)$$

– для хвороби III типу як для протилежної події \bar{A}_3 :

$$P(\bar{A}_3) = 1 - 0,05 = 0,95. \quad (48)$$

Користуючись формулами (39),..., (42) і застосовуючи величини ймовірностей (43),..., (48), знаходимо ймовірності можливих хворих станів працівника на техногенно небезпечному підприємстві. Так, згідно формулі (38), ймовірність захворіти працівнику усіма трьома хворобами становить:

$$P(A_1 \cdot A_2 \cdot A_3) = 0,15 \cdot 0,1 \cdot 0,05 = 0,00075. \quad (49)$$

Згідно формулі (40), ймовірність не захворіти усіма трьома хворобами становить:

$$P(\bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot \bar{A}_3) = 0,85 \cdot 0,9 \cdot 0,95 = 0,72675. \quad (50)$$

Випадки варіантів захворювання працівника тільки однією хворобою становлять, відповідно, ймовірності:

– захворювання хворобою I типу, але неза захворювання хворобами II і III типу:

$$P(A_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot \bar{A}_3) = 0,15 \cdot 0,9 \cdot 0,95 = 0,12825, \quad (51)$$

– захворювання хворобою II типу, але неза захворювання хворобами I і III типу:

$$P(\bar{A}_1 \cdot A_2 \cdot \bar{A}_3) = 0,85 \cdot 0,1 \cdot 0,95 = 0,08075, \quad (52)$$

– захворювання хворобою III типу, але неза захворювання хворобами I і II типу:

$$P(\bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot A_3) = 0,85 \cdot 0,9 \cdot 0,05 = 0,11475. \quad (53)$$

В свою чергу, випадки варіантів захворювання працівника двома хворобами становлять, відповідно, ймовірності:

– захворювання хворобами I і II типу, але неза захворювання хворобою III типу:

$$P(A_1 \cdot A_2 \cdot \bar{A}_3) = 0,15 \cdot 0,1 \cdot 0,95 = 0,01425, \quad (54)$$

– захворювання хворобами I і III типу, але неза захворювання хворобою II типу:

$$P(A_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot A_3) = 0,15 \cdot 0,9 \cdot 0,05 = 0,00675, \quad (55)$$

– захворювання хворобами II і III типу, але неза захворювання хворобою I типу:

$$P(\bar{A}_1 \cdot A_2 \cdot A_3) = 0,85 \cdot 0,1 \cdot 0,05 = 0,00425. \quad (56)$$

Ймовірність захворювання хоча б однією з трьох професійних хвороб дорівнює:

$$P(A_1 + A_2 + A_3) = 1 - 0,85 \cdot 0,9 \cdot 0,95 = 0,27325. \quad (57)$$

Аналіз проведених обчислень дозволяють зробити деякі висновки. Так, аналізуючи випадки захворювання тільки однією хворобою, тобто порівнюючи величини (51) – (53), можна зробити висновок, що захворювання хворобою І типу в даному випадку найбільш вірогідне. Якщо аналізувати варіанти захворювання хворобами двох типів, тобто порівнюючи величини (54) – (56), можна зробити висновок, що найбільш вірогідним буде варіант захворювання хворобами І і ІІ типів. Із усіх варіантів найбільш вірогідним є варіант захворювання хоча б однією з трьох професійних хвороб.

Висновки. Працівники техногенно небезпечних підприємства, які є джерелами забруднення і отруєння довкілля, отримують згідно симптомів і медичних аналізів різноманіття професійних захворювань. Побудовано математичні моделі можливості захворювання кількома професійними захворюваннями працівників таких підприємств. Здобуті шляхом застосування класичного підходу теорії ймовірностей формули, які дозволяють, спираючись на статистичні дані про стан здоров'я працівників, обчислити ймовірності отримання працівником різних варіантів комбінацій професійних захворювань. Представлення інформації у цифровому вигляді дозволяє більш упевнено робити висновок про медичний стан працівників на техногенно небезпечних підприємствах.

Література

1. Антонюк О. П. Прогнозування обсягів економічного відшкодування наслідків техногенного забруднення Криворізького регіону : монографія / О. П. Антонюк, І. М. Пістунюк. – Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2013. – 118 с.
2. Управління інноваційним розвитком підприємств регіону з техногенними територіями / В. П. Хорольський, О. В. Хорольська, К. Д. Хорольський, К. Г. Рябікіна, Н. І. Рябікіна, І. П. Діянов, А. В. Романів, Д. Д. Гайдай. – Кривий Ріг : Видавець ФО – Чернявський Д.О., 2018. – 496 с.
3. Хорольський В.П. Інноваційно-інвестиційна стратегія розвитку підприємств харчової промисловості регіону з техногенно забрудненими територіями / В. П. Хорольський, Д.Д. Гайдай, К.Д. Хорольський // Вісник Хмельницького національного університету : Економічні науки. – 2016. – № 5. Том 1. – С. 194–200.
4. Лысый А. Е. Экологические и основные гигиенические проблемы, пути оздоровления крупного промышленного региона : монография. / А. Е. Лысый, С. А. Рыженко, И. П. Казарин. – Кривой Рог: ООО "Этюд Сервис", 2007. – 428 с.
5. Хорольський В.П. Стратегія управління гуманізації праці на підприємствах гірничо-металургійного комплексу / В.П. Хорольський, О.В. Хорольська // Стратегія розвитку України (економіка, соціологія, право) : наук. журнал. – К. : НАУ, 2004. – Вип. 1-2. – С. 551–562.
6. Хорольський В.П. Теорія та практика інноваційно-інтелектуального розвитку регіону з техногенними територіями / В.П. Хорольський, К.Д. Хорольський, К. Г. Рябікіна. – Кривий Ріг : Видавець ФО Чернявський Д.О., 2019. – 633 с.
7. Сеньо П. С. Теорія ймовірностей та математична статистика / П.С. Сеньо. – Київ : Знання, 2007. – 556 с.
8. Барковський В. В. Теорія ймовірностей та математична статистика / В. В. Барковський. – 5-е видання. – Київ : Центр учбової літератури, 2010. – 424 с.
9. Гнеденко Б. В. Курс теорії ймовірностей. / Б. В. Гнеденко. – К. : ВПЦ Київський університет, 2010. – 464 с.
10. The Doughnut of social and planetary boundaries [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу : <https://www.kateraworth.com/doughnut/> (Дата звернення 09.01.2020).

References

1. Antoniuk O. P. Prohnozuvannya obshchiv ekonomichnoho vidshkoduvannya naslidkiv tekhnogennoho zabrudnennia Kryvorizkoho rehionu : monohrafiia / O. P. Antoniuk, I. M. Pistunov. – Dnipropetrovsk : Natsionalnyi hirnychiy universytet, 2013. – 118 s.
2. Upravlinnia innovatsiinym rozvytkom pidpriemstv rehionu z tekhnogenymy terytoriiamy / V. P. Khorolskyi, O. V. Khorolska, K. D. Khorolskyi, K. H. Riabykina, N. I. Riabykina, I. P. Diianov, A. V. Romaniv, D. D. Haidai. – Kryvyi Rih : Vydavets FO – Cherniavskiy D.O., 2018. – 496 s.
3. Khorolskyi V.P. Innovatsiino-investytsiina stratehiia rozvytku pidpriemstv kharchovoi promyslovosti rehionu z tekhnogenno zabrudnenymy terytoriiamy / V. P. Khorolskyi, D.D. Haidai, K.D. Khorolskyi // Herald of Khmelnytskyi National University. – 2016. – № 5. Tom 1. – S. 194–200.
4. Lysyj A. E. Ekologicheskie i osnovnye higienicheskie problemy, puti ozdorovleniya krupnogo promyshlennogo regiona : monografiya. / A. E. Lysyj, S. A. Ryzhenko, I. P. Kazarin. – Krivoj Rog: ООО "Etyud Servis", 2007. – 428 s.
5. Khorolskyi V.P. Stratehiia upravlinnia humanizatsii pratsi na pidpriemstvakh hirnycho-metalurhiinoho kompleksu / V.P. Khorolskyi, O.V. Khorolska // Stratehiia rozvytku Ukrainy (ekonomika, sotsiolohiia, pravo) : nauk. zhurnal. – K. : NAU, 2004. – Vyp. 1-2. – S. 551–562.
6. Khorolskyi V.P. Teorii ta praktyka innovatsiino-intelektualnogo rozvytku rehionu z tekhnogenymy terytoriiamy / V.P. Khorolskyi, K.D. Khorolskyi, K. H. Riabykina. – Kryvyi Rih : Vydavets FO Cherniavskiy D.O., 2019. – 633 s.
7. Seno P. S. Teorii ymovirnostei ta matematychna statystyka / P.S. Seno. – Kyiv : Znannia, 2007. – 556 s.
8. Barkovskiy V. V. Teorii ymovirnostei ta matematychna statystyka / V. V. Barkovskiy. – 5-e vydannia. – Kyiv : Tsentr uchbovoi literatury, 2010. – 424 s.
9. Hniedenko B. V. Kurs teorii ymovirnostei. / B. V. Hniedenko. – K. : VPTs Kyivskiy universytet, 2010. – 464 s.
10. The Doughnut of social and planetary boundaries [Elektronnyi resurs]. – 2017. – Rezhym dostupu : <https://www.kateraworth.com/doughnut/> (Data zvernennia 09.01.2020).

Рецензія /Peer review: 27.02.2020

Надрукована /Printed : 11.03.2020
Прорецензовано редакційною колегією