

УДК 613.6.02

## **ВЛИЯНИЕ СТАЖА РАБОТЫ И ДОСТИГНУТОГО ВОЗРАСТА НА ТРАВМООПАСНОСТЬ И ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

ВЫСОЦКИЙ С. П.<sup>1</sup>, *д.т.н, проф.*,  
БАШЕВАЯ Т.С.<sup>2\*</sup>, *к.т.н., доц.*,  
БРЕЧАЛОВА М. А.<sup>3</sup>, *научн. сотр.*

<sup>1</sup> Кафедра охраны труда, безопасности жизнедеятельности и гражданской защиты, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ул. Державина, 2, 86123, Макеевка, Донецкая область, Украина тел., +38 (050) 649-84-36, e-mail: kafedraekologii@yandex.ru

<sup>2\*</sup> Кафедра охраны труда, безопасности жизнедеятельности и гражданской защиты, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ул. Державина, 2, 86123, Макеевка, Донецкая область, Украина, тел. +38 (095) 684-97-38, e-mail: [bashevaya@mail.ru](mailto:bashevaya@mail.ru), SPIN-код: 4224-9631

<sup>3</sup> Научно-исследовательский отдел техногенной безопасности, Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела, пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор», Артема, 157, Донецк, 83048.

**Аннотация.** *Цель.* Определение влияния величины стажа работы по профессии и возраста рабочих на риск развития заболеваний и получения производственных травм в строительной отрасли промышленности. Строительство относится к «отраслям повышенного риска». На строительной площадке более 60 тысяч человек в год получают смертельные травмы, а несколько сотен тысяч – получают расстройство здоровья. К причинам способствующим получению травм и заболеваемости следует отнести стаж работы по профессии и возраст работника. Хотя следует отметить, что возраст и стаж однозначно не могут быть причиной несчастного случая, но могут быть предпосылками производственного травматизма. *Методика.* Для анализа производственного травматизма использованы статистические данные о несчастных случаях в строительной отрасли Донецкой области. Значение возраста выхода на пенсию было определено с использованием вербально - цифровой шкалы Харрингтона. *Результаты.* Установлено, что с увеличением стажа работы по профессии количество случаев травмирования изменяется пикообразно. Основные пики наблюдаются для рабочих со стажем работы до 1 года и со стажем - 5-10 лет. Наибольший процент травмированных на строительной площадке приходится на возраст от 50 до 60 лет. Вероятнее всего это связано с тем, что работник начинает думать о выходе на пенсию, и стремится обеспечить себе различными путями более высокий заработок, поскольку размер пенсии будет существенно от этого зависеть. Это может приводить к увеличению напряженности труда, нарушению технологии, техники безопасности и, как следствие, травматизму. На развитие профессиональных заболеваний в большей степени влияет возраст рабочего-строителя. Превалирующими факторами риска является развитие легочных заболеваний. Это особенно актуально для рабочих, связанных с выполнением кровельных работ, изоляционщиков, работающих с цементом, отделочников, маляров. Рассчитаны уровни значений возраста выхода работника на пенсию или перевода его на работу, связанную с меньшим риском для здоровья для работников строительных профессий: для кровельщиков – 50 лет, каменщики – 52 года; столяры – 55 лет; механики – 59 лет и прочие специальности – 65 лет. *Научная новизна.* Определены показатели возраста и стажа работы по профессии, которые имеют наибольшие показатели риска возникновения травм на строительной площадке. Выведены аналитические зависимости показателей рисков для различных специальностей. С использованием вербально-цифровой шкалы Харрингтона найдены значения возраста выхода на пенсию или смены специальности. *Практическая значимость.* Полученные результаты могут быть использованы для разработки стратегий управления безопасностью на предприятиях строительной отрасли. На основе представленных математических зависимостей может быть определен наиболее рациональный возраст для выхода на пенсию или смены профессии для различных специальностей в строительстве.

*Ключевые слова:* риск, строительство, травма, профзаболевание, возраст, стаж работы, шкала Харрингтона.

## **ВПЛИВ СТАЖУ РОБОТИ ТА ДОСЯГНУТОГО ВІКУ НА ТРАВМОНЕБЕЗПЕЧНІСТЬ ТА ЗАХВОРЮВАНІСТЬ В БУДІВНИЦТВІ**

ВИСОЦЬКИЙ С. П.<sup>1</sup>, *д.т.н, проф.*,  
БАШЕВА Т.С.<sup>2\*</sup>, *к.т.н., доц.*,  
БРЕЧАЛОВА М. О.<sup>3</sup>, *наук. співр.*

<sup>1</sup> Кафедра охорони праці, безпеки життєдіяльності та цивільного захисту, Донбаська національна академія будівництва і архітектури, вул. Державіна, 2, 86123, Макіївка, Донецька область, Україна, тел. +38 (050) 649-84-36, e-mail: kafedraekologii@yandex.ru

<sup>2\*</sup> Кафедра охорони праці, безпеки життєдіяльності та цивільного захисту, Донбаська національна академія будівництва і архітектури, вул. Державіна, 2, 86123, Макіївка, Донецька область, Україна, тел. +38 (095) 684-97-38, e-mail: [bashevaya@mail.ru](mailto:bashevaya@mail.ru), SPIN-код: 4224-9631

<sup>3</sup> Науково-дослідний відділ техногенної безпеки, Державний науково-дослідний інститут гірничорятувальної справи, пожежної безпеки та цивільного захисту «Респиратор», вул. Артема, 157, м. Донецьк, 83048, Україна.

**Анотація. Мета.** Визначення впливу величини стажу роботи за професією і віку робітників на ризик розвитку захворювань та отримання виробничих травм в будівельній галузі промисловості. Будівництво відноситься до «галузі підвищеного ризику». На будівельному майданчику більше 60 тисяч осіб на рік отримують смертельні травми, а кілька сотень тисяч - отримують розлад здоров'я. До причин, які сприяють отриманню травм та захворюваності, слід віднести стаж роботи за професією і вік працівника. Хоча слід зазначити, що вік і стаж однозначно не можуть бути причиною нещасного випадку, але можуть бути передумовами виробничого травматизму. **Методика.** Для аналізу виробничого травматизму використані статистичні дані про нещасні випадки в будівельній галузі Донецької області. Значення віку виходу на пенсію було визначено з використанням вербально - цифрової шкали Харрінгтона. **Результати.** Встановлено, що зі збільшенням стажу роботи за професією кількість випадків травмування змінюється пікоподібним. Основні піки спостерігаються для робітників зі стажем роботи до 1 року та зі стажем - 5-10 років. Найбільший відсоток травмованих на будівельному майданчику припадає на вік від 50 до 60 років. Найімовірніше це пов'язано з тим, що працівник починає думати про вихід на пенсію, та прагне забезпечити собі різними шляхами більш високий зарібок, оскільки розмір пенсії буде істотно від цього залежати. Це може призводити до збільшення напруженості праці, порушення технології, техніки безпеки і, як наслідок, травматизму. На розвиток професійних захворювань в більшій мірі впливає вік робітника-будівельника. Превалюючими факторами ризику є розвиток легеневих захворювань. Це особливо актуально для робітників, пов'язаних з виконанням покрівельних робіт, ізоляціонщиків, будівельників, що працюють з цементом, обробників, малярів. Розраховані рівні значень віку виходу працівника на пенсію чи переведення його на роботу, пов'язану з меншим ризиком для здоров'я для працівників будівельних професій: для покрівельників - 50 років; муляри - 52 роки; столяри - 55 років; механіки - 59 років та інші спеціальності - 65 років. **Наукова новизна.** Визначено показники віку і стажу роботи за професією, які мають найбільші показники ризику виникнення травм на будівельному майданчику. Виведено аналітичні залежності показників ризиків для різних спеціальностей. З використанням вербально-цифрової шкали Харрінгтона знайдені значення віку виходу на пенсію або зміни спеціальності. **Практична значимість.** Отримані результати можуть бути використані для розробки стратегій управління безпекою на підприємствах будівельної галузі. На підставі розроблених математичних залежностей може бути визначений найбільш раціональний вік для виходу на пенсію або вік зміни професії для різних спеціальностей у будівництві.

*Ключові слова:* ризик, будівництво, травма, профзахворювання, вік, стаж роботи, шкала Харрінгтона.

## **THE INFERENCE OF WORKING EXPERIENCE AND ATTAINED AGE ON INJURY DANGER AND MORBIDITY IN CONSTRUCTION INDUSTRY**

VYSOTSKEY S. P.<sup>1</sup>, *DR. SC. (TECH.), Professor,*  
BASHEVAYA T.<sup>2\*</sup>, *PhD, Associate Professor,*  
BRECHALOVA M.<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Occupational Safety and Health, Safety of Leaving and Civil Defence Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 2 Derzhavin str., 86123, Makiyivka, Ukraine, +38 (050) 649-84-36, e-mail: kafedraekologii@yandex.ru

<sup>2\*</sup> Occupational Safety and Health, Safety of Leaving and Civil Defence Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 2 Derzhavin str., 86123, Makiyivka, Ukraine, +38 (095) 684-97-38, e-mail: [bashevaya@mail.ru](mailto:bashevaya@mail.ru), SPIN-код: 4224-9631

<sup>3</sup> Research Department of technogenic safety, State scientific research Institute of mine-rescue cases, fire safety and civil protection "Respirator", 157 Artema str., 83048, Donetsk, Ukraine

**Abstract. Purpose.** Determining the influence of the value of work experience in the profession and the age of workers on risk of disease and produce work-related injuries in the construction industry. Construction refers to the "high-risk industry." At the construction site, more than 60 thousand people a year receive fatal injuries, and hundreds of thousands - getting health disorder. The reasons contributing to injury and illness should include experience in the profession and the age of the employee. Although it should be noted that age and experience clearly can not cause an accident, but may be a prerequisite of industrial injuries. **Methodology.** For the analysis of industrial accidents used statistics on accidents in the construction industry of Donetsk region. The value of the retirement age has been determined using the verbal - digital scale Harrington. **Findings.** It was found that with increasing seniority in the profession the number of cases of injury varies spiked. The main peaks are observed for workers with experience of 1 year and with the experience of 5-10 years. The highest percentage of injured at a construction site between the ages of 50 to 60 years. This is likely due to the fact that the employee is beginning to think about retirement, and aims to secure a variety of ways a higher salary because the amount of pension will depend greatly on this. This can lead to an increase in work intensity, violation of technology, safety and, as a consequence, injuries. The development of occupational diseases to a greater extent affect the age of a construction worker. Prevailing risk factors is the development of lung disease. This is especially true for workers related to the implementation roofing, insulation working with cement finishers, painters. Calculated values of the levels of the age of retirement or transfer it to the work associated with a lower risk for the health of workers of construction professions for roofers - 50 years; masons - 52 years; carpenters - 55 years; mechanics - 59 years, and other specialties - 65 years. **Originality.** Indices age and length of service in the profession, who have the greatest risk of injury indicators on a construction site. The analytic dependence of risk factors for a variety of specialties. With the use of verbal and numeric scale Harrington found the value of the retirement age or change profession. **Practical value.** The results can be used to develop strategies for managing safety at the construction industry. On the basis of mathematical relationships can be defined most rational age for retirement or change of profession for a variety of professions in the construction industry.

*Keywords:* risk, construction, injury, occupational disease, age, work experience, Harrington scale.

## **Введение**

В современном сообществе каждому постулаты безопасности труда имеется пугающий отклик статистических данных об уровне травматизма и профзаболеваемости Международной организации труда, то есть можно сказать, что «слово расходится с делом»:

- постулат 1 «Смертность на производстве не является фатально неотвратимой». По данным МОТ «Ежегодно по причинам, связанным с трудовой деятельностью, погибает около двух миллионов человек» [6];

- постулат 2 «Несчастные случаи не происходят сами по себе». Согласно информации МОТ «Общее количество несчастных случаев на производстве по всему миру (как приведших к смертельному исходу, так и без него) оценивается в 270 миллионов в год» [6];

- постулат 3 «Болезнь не возникает из ничего». «160 миллионов в год случаев заболеваний в связи с трудовой деятельностью» согласно опубликованным обзорам МОТ [6].

- постулат 4 «У всех этих несчастий есть причина».

Статистика смертности, инвалидности и заболеваемости вследствие производственной деятельности указывает на различные причинные факторы. Строительство относится к «отраслям повышенного риска». В строительстве 60000 человек в год получают смертельные травмы на строительных площадках, а несколько сотен тысяч работников получают серьезные увечья и расстройства здоровья [3]. Основными проблемами, связанными со здоровьем работника, являются глухота, вибрационные синдромы, травмы позвоночника, прочие нарушения работы опорно-двигательного аппарата, а также последствия воздействия опасных веществ (растворителей, изоцианатов, пестицидов для обработки древесины, химически обработанных деталей и конструкциями, негорючих материалов, а также паров, выделяющихся при сварочных работах), а также пыли и фибры (цементной, кремниевой, древесной пыли, фиброкартона, асбеста). На деле эти оценки не отражают реального положения. Во многих странах сообщается лишь о менее чем 20 процентах случаев травматизма при производстве строительных работ, а долгосрочные последствия профессиональных заболеваний практически не принимаются во внимание. А в виду того, что строительство включает в себя значительную долю рабочей силы, гибель работников-строителей существенно влияет на численность населения. Например, по данным доклада американского бюро статистики (сентябрь 2012 г.) в Соединенных Штатах, в строительстве задействованно от 5 до 6% рабочей силы. При этом на долю строительства приходится 15,6 % всех смертельных случаев. А это больше чем в любом другом секторе экономики [12].

## **Цель**

Целью данной работы является определение влияния величины стажа работы по профессии и возраста рабочих на риск развития заболеваний и получения производственных травм в строительной отрасли промышленности.

## **Методика**

Для анализа производственно травматизма использованы статистические данные о несчастных случаях в строительной отрасли Донецкой области. Выводы сделаны на основании 500 актов расследования несчастных случаев.

Значение возраста выхода на пенсию было определено с использованием вербально - цифровой шкалы Харрингтона.

## **Результаты**

Причин для объяснения высокого уровня травматизма и заболеваемости в строительстве множество. Во-первых, строительные проекты, особенно крупные, являются сложными и динамичными. Некоторые работодатели или генеральные подрядчики могут работать с большим количеством подрядчиков, состав которых меняется в зависимости от этапа строительства (экскаваторщики, сварщики, монтажники, плотники, каменщики, электрики, штукатуры и т.д.). Рабочие – строители чаще всего проводят на объекте лишь несколько недель или месяцев, так как нанимаются от проекта к проекту. На определенном этапе строительства проект может включать значительную часть неквалифицированных, временных и сезонных рабочих. Такая ситуация влечет за собой необходимость постоянно адаптироваться к новым условиям труда, налаживать трудовые отношения с незнакомыми рабочими, а это все оказывает негативное влияние на безопасность труда [1].

К причинам способствующим получению травм и заболеваемости следует отнести стаж работы по профессии и возраст работника. Хотя следует отметить, что возраст и стаж однозначно не могут быть причиной несчастного случая, но могут быть предпосылками производственного травматизма. Поскольку индивидуальное развитие человека, как и всякого другого организма, есть онтогенез с заложенной в нем филогенетической программой, его периодизация неизбежно покоится на выделении ряда универсальных возрастных процессов (рост, созревание, развитие, старение), в результате которых формируются соответствующие индивидуальные возрастные свойства [8].

Анализ литературных источников о влиянии возрастных показателей на уровень травматизма показал, что молодые работники, имеющие опыт менее 4 лет, являются самой высокой группой риска строителей. Работники в возрасте от 20 до 34 лет с опытом работы менее 4 лет являются одной пятой от

общего числа травмированных работников. Вероятность травм работников в возрасте 20-24 лет и 30-34 лет в три раза выше среднего уровня травматизма, в шесть раз - работников в возрасте 25-29 лет. Для пожилых работников (50 лет и старше) он не может быть определен, так как они представляют собой более высокую группу риска по сравнению с общим количеством всех рабочих. Исключением из этого правила являются работники в возрасте 50-54 лет с менее чем 9-летним и более чем 20-летним опытом, травматизм которых на 70% выше среднего [4]. Большой процент травматизма приходится на работников со стажем от 3 до 10 лет и тех, которые проработали свыше 20 лет. Это говорит о том, что с приобретением некоторого опыта работы по специальности многие теряют бдительность, нарушают правила техники безопасности.

Максимальное количество травматизма приходится на возраст 20—30 лет. Это время, когда специалист по своей профессии еще не сформировался. Он познает очень много и копит свой рабочий опыт, но и вместе с тем допускает ошибки, неосторожные действия, которые свойственны молодости [2].

Проведенный нами анализ актов несчастных случаев показал, что факторы молодости и недостаток опыта в начале освоения профессии обуславливают наивысший уровень травматизма в первый год работы – 22%. Если учесть, что средний трудовой стаж при выходе на пенсию составляет 34,5 года, то получается, что 22% травм происходят за 3% рабочего времени. Это связано с неопытностью работника, недостатком знаний, неумением оценить опасную ситуацию, определить возможные последствия допущенной ошибки, и быстро реагировать в сложных ситуациях.

С увеличением стажа количество несчастных случаев, как правило, уменьшается. Однако следует отметить всплеск показателей травматизма при стаже работы 3-5 лет. Это можно объяснить, по мнению Л. Н. Корнеевой [8] тем, что на начальных этапах профессиональной деятельности обычно повышается тревожность, затем происходит некоторое снижение ее уровня. При стаже работы 3–5 лет тревожность снова становится неадекватно высокой, что приводит, в частности, к пику травматизма на этом этапе. В дальнейшем после некоторого снижения имеет место повторное постепенное повышение тревожности до уровня, оптимального в данной деятельности. Иногда фиксируется еще один резкий подъем выраженности данного качества в предпенсионный период.

Анализ условий травматизма показал крайнюю необходимость повышать уровень культуры безопасности среди строителей имеющих стаж работы 0 - 5 лет, так как на их долю приходится 43% всех травм. То есть, 43% травм происходит за 14% трудового стажа.

По статистике Донецкой области продолжает оставаться наиболее опасной по травматизму со

смертельным исходом категория работающих в возрасте 20—50 лет (65%) [5]. Изучение нами зависимости несчастных случаев от возраста показало что, наибольший процент травмированных на строительной площадке приходится на возраст от 50 до 60 лет – 30%. Вероятнее всего это связано с тем, что работник начинает думать о выходе на пенсию, и стремится обеспечить себе различными путями более высокий заработок, поскольку размер пенсии будет существенно от этого зависеть. Это может приводить к увеличению напряженности труда, нарушению технологии, техники безопасности и, как следствие, травматизму. Максимальное количество травм наблюдается у работников строительной отрасли в возрасте 40-60 лет. На их долю приходится 56% всех травм. После 60 лет количество травм резко сокращается.

Методика оценки вероятности получения травмы в течение жизни для отдельных специальностей имеет существенное значение. Очевидно, что с увеличением возраста индивидуального работника риск получения травмы увеличивается, при этом для отдельных категорий работающих он значительно отличается.

В США для оценки накопленного риска принята следующая формула [10]:

$$PPPP = [1 - (1 - R)^{\tau}] \cdot 1000 \quad (1)$$

где РРРР – рабочий риск в течение продолжительности работы;

$\tau$  – время воздействия риска получения травмы, при возрасте работающего, « $\tau$ » лет;

$R$  – вероятность получения травмы работником в текущем году;

$(1 - R)$  – вероятность работы без травм в текущем году;

$(1 - R)^{\tau}$  – вероятность неполучения травмы при работе в течение « $\tau$ » лет;

$1 - (1 - R)^{\tau}$  – вероятность получения травмы за « $\tau$ » лет занятости.

Градации уровней пожизненного риска в эквивалентах потери времени от полной занятости персонала приведена на рисунке 3 [13]. Как видно из представленных данных преобладающими факторами риска является контакт с оборудованием или предметами, перенапряжение и падение на более низкий уровень. Соответственно, для предотвращения несчастных случаев наибольшее влияние должно уделяться этим факторам.

Преобладающими факторами риска является развитие легочных заболеваний. Это особенно для рабочих, связанных с выполнением кровельных работ, изоляционщиков, работающих с цементом, отделочников, маляров и пр.

Уровень накопленного риска хронического обструктивного заболевания легких в зависимости от вида занятости и достигнутого возраста приведены на рисунке 4.

Авторами выполнен анализ данных по величине рисков для строительных специальностей, приведенных в [13].

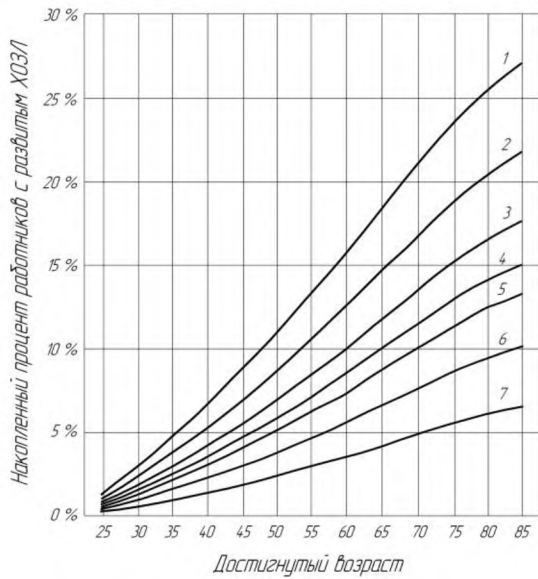


Рис. 2 – Строительные специальности с накопленным риском развития ХОЗЛ (хроническое обструктивное заболевание легких) в зависимости от достигнутого возраста: 1 – кровельщики; 2 – каменщики; 3 – столяры, плотники; 4 – инженеры; 5 – машинисты и механики; 6 – все другие специальности; 7 – администраторы, ученые / Construction specialty with the accumulated risk of COPD (chronic obstructive pulmonary disease), depending on the attained age: 1 - roofers; 2 - masons; 3 - carpenters, carpenters; 4 - engineers; 5 - machinists and mechanics; 6 - All other specialties; 7 - administrators, scientists

Обработка данных в координатах  $\lg R = f\left(\frac{1}{B}\right)$ ,

где  $B$  – достигнутый возраст рабочих показала, что зависимость аппроксимируется прямыми линиями с одинаковым или близким углом наклона прямых для большинства специальностей (рисунок 5). Отличие касается административных работников и научных сотрудников.

Соответственно, значения показателей накопленного риска развития обструктивного заболевания легких специальностей определяются следующими зависимостями:

кровельщики (возраст до 50 лет):

$$R = 1,06 \cdot \exp\left(-\frac{115,13}{B}\right) \quad (2)$$

каменщики:

$$R = 0,83 \cdot \exp\left(-\frac{115,13}{B}\right) \quad (3)$$

столяры:

$$R = 0,66 \cdot \exp\left(-\frac{115,13}{B}\right) \quad (4)$$

механики:

$$R = 0,49 \cdot \exp\left(-\frac{115,13}{B}\right) \quad (5)$$

рабочие прочих специальностей:

$$R = 0,37 \cdot \exp\left(-\frac{115,13}{B}\right) \quad (6)$$

административные и научные работники:

$$R = 0,29 \cdot \exp\left(-\frac{127,56}{B}\right) \quad (7)$$

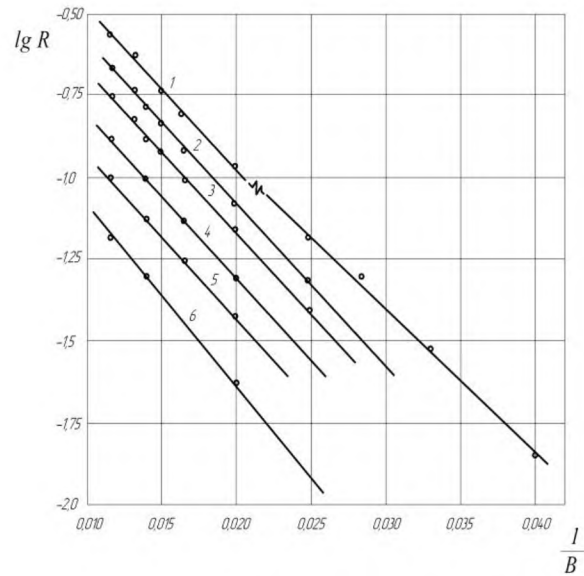


Рис. 3 – Зависимость величины накопленного уровня риска от вида занятости персонала и достигнутого возраста: 1 – кровельщики; 2 – каменщики; 3 – столяры, плотники; 4 – машинисты, механики; 5 – прочие специальности; 6 – административные работники, научные сотрудники / Dependence of the accumulated level of risk of the type of employment of staff and attained age: 1 - roofers; 2 - masons; 3 - carpenters, carpenters; 4 - machinists, mechanics; 5 - other specialty; 6 - administrative staff, research staff

Практика деятельности человека сопряжена с использованием многих показателей в качественном виде. Сюда можно отнести понятие опасности, оценку возрастных изменений и их влияние на возможность выполнения тех или иных должностных обязанностей, оценку возраста человека для выхода на пенсию, отбор работников для выполнения тех или иных обязанностей и др. [11].

С точки зрения беспристрастного выбора оптимальных решений и даже законодательных постановлений наиболее целесообразно применение количественных показателей. Обработка количественными методами качественной информации основана на использовании вербально-числовых показателей, в состав которых включены как наименование градаций, так и соответствующие им качественные значения.

В широкой практике во многих отраслях человеческой деятельности: в экономике, технике и

даже медицине используется вербально-числовая шкала Е. К. Харрингтона (таблица 1).

Таблица 1

**Вербально-числовая шкала Харрингтона/  
Verbal numerical scale Harrington**

№ п/п	Наименование градации	Числовые интервалы	Среднее количественное значение
1	очень низкая	0 – 0,2	0,10
2	низкая	0,2 – 0,37	0,285
3	средняя	0,37 – 0,63	0,50
4	высокая	0,63 – 0,80	0,715
5	очень высокая	0,8 – 1,0	0,9

Указанная шкала настроена на основании логистической функции Харрингтона – так называемой «кривой желательности» или «кривой предпочтительности» [7, 9]:

$$d = \exp[-\exp(-y)] \quad (8)$$

В этой формуле «у» представляет частные показатели, а d – шкалу предпочтительности или желательности. Функция «у» имеет два участка насыщения: в d = 0 и d = 1. С линейным участком от d = 0,2 до d = 0,8. Интервал от 2 ≤ y ≤ 5 является промежутком эффективных значений. Линейному участку значений d соответствует значения «у» от 0,7 до 1,5.

Функция Харрингтона как функция принадлежности обладает такими свойствами как адекватность, статическая чувствительность и эффективность. Здесь под понятием чувствительности понимается отношение по шкале предпочтений (желательности) к вызвавшему его приращению по шкале признака (в нашем случае риска возникновения неблагоприятных ситуаций: травм, заболеваний и пр.).

Из полученных ранее значений показателей рисков следуют интересные следствия. По вербально-числовой шкале Харрингтона уровень высокой предпочтительности (желательности) соответствует числовому интервалу 0,63–0,8. Этот интервал, обозначающий частную желательность (от франц. *desirable* – желательный), является откликом на значения у, полученные по формуле (8) и равные 0,77 и 1,5, соответственно для d = 0,63 и 0,8. Можно принять уровни значений возраста выхода работника на пенсию или перевода его на работу, связанную с меньшим риском для здоровья в диапазоне от 50 до 65 лет. Следует отметить, что уменьшение нижнего уровня связано с социальными проблемами. Верхний уровень в разных странах имеет градацию от 60 лет (Россия, Украина), 65 (ФРГ), 70 лет (Япония). Из логических соображений значения «у» пропорциональны логарифму показателей рисков.

Составив уравнения для большего и низшего значения возрастов с учетом частных показателей у получаем:

$$\begin{cases} a \cdot \left[ \ln 1,06 \cdot \exp\left(-\frac{115,13}{50}\right) \right] + b = 0,77; \\ a \cdot \left[ \ln 0,37 \cdot \exp\left(-\frac{115,13}{65}\right) \right] + b = 1,50; \end{cases} \begin{cases} b - 2,24a = 0,77. \\ b - 2,76a = 1,50. \end{cases} \quad (9)$$

Из приведенных уравнений находим значения a = – 1,40 и b = – 2,37. После ранжирования значения у в соответствии с изменением предэкспоненциального множителя в пределах 0,77 ≡ 1,5 по данным приведенной таблицы:

Таблица 2

**Ранжирование значения «у» от величины предэкспоненциального множителя в уравнениях рисков / Ranking values "y" on the value of the preexponential factor in the risk equation**

Предэкспоненциальный множитель	1,06	0,83	0,66	0,49	0,37
Значение «у»	0,77	1,0	1,17	1,38	1,50

Подставив значения «у» в соответствующие уравнения аналогично (9) находим предельные значения возраста для кровельщиков – 50 лет; каменщики – 52 года; столяры – 55 лет; механики – 59 лет и прочие специальности – 65 лет.

**Научная новизна и практическая значимость**

Определены показатели возраста и стажа работы по профессии, которые имеют наибольшие показатели риска возникновения травм на строительной площадке. Выведены аналитические зависимости показателей рисков для различных специальностей. С использованием вербально-цифровой шкалы Харрингтона найдены значения возраста выхода на пенсию или смены специальности.

Полученные результаты могут быть использованы для разработки стратегий управления безопасностью на предприятиях строительной отрасли. На основе представленных математических зависимостей может быть определен наиболее рациональный возраст для выхода на пенсию или смены профессии для различных специальностей в строительстве.

**Выводы**

1. Выполнен анализ рисков для строительной отрасли промышленности.
2. Приведены аналитические зависимости для риска развития заболеваний и получения производственных травм отдельных специальностей в строительной отрасли промышленности.
3. На основе использования вербально-числовой шкалы Харрингтона выполнена оценка возраста для выхода на пенсию или смены профессии для различных специальностей в строительстве.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ  
/ REFERENCES**

1. Башева Т.С. Анализ причин производственного травматизма в строительной отрасли : [текст] / Т.С. Башева // Вісті донецького гірничого інституту / ДВНЗ «ДонНТУ». - Донецьк, 2013. - №2 (33) 2013. – С. 4-10.

Basheva T.S. Analiz prichin proizvodstvennogo travmatizma v stroitelnoy otrasli [Analysis of the causes of occupational injuries in the construction industry / Basheva T.S. // Visti donetskogo gimnychogo instytutu / DVNZ "DonNTU"[ News Donetsk mining Institute/ SHEI «DonNTU»] Donetsk, 2013. - №2 (33) 2013. – p. 4-10.

2. Едаменко А. С. Анализ причин травматизма в строительном комплексе //Технические науки–от теории к практике. – 2013. – №. 26.

Yedamtnko A.S. Analiz prichin travmatizma v stroitelnom komplekse [Analysis of causes of injury in the construction industry]. Tekhnicheskie nauki – ot teorii k praktike - Engineering–from theory to practice, 2013, №. 26

<http://agps-2006.narod.ru/ttb/2013-5/08-05-13.ttb.pdf>

3.Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проєктів інженерно-будівельних спеціальностей. Навчальний посібник. / [Беліков А.Г. Сафонов В.В., та ін.] за редакцією В.В. Сафонова - К.: Основа, 2011. - 480с.

Inzhenerni rishennya z okhorony pratsi pry rozrobsidyplomnykh proektiv inzhenerno-budivelnykh spetsialnostey [Engineering solutions with labour protection in the development of the graduation projects of engineering and construction specialties]. edited Safronov V.V. – Kyiv: Osнова Pub., 2011, 480 p.

<http://www.zerkalov.org/files/1-241str.pdf>

4. Мученски В. Производственные риски и управление безопасности труда. Травмоопасность на строительном производстве / Мученски В., Пепко И., Дразич Я., Чирович Г., Тривунич М., Бибиц Д., Волков М.Д., Кибкало А.В. // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. №5(32). С. 159-174.

Muchenski V., Pelyushko I., Drazhich Ya., Chirovich G., Trivunich M., Babich D., Volkov M.D., Kibkalo A.V. Proizvodstvennyye riski i upravlenie bezopasnosti truda. Travmoopasnost na stroitelnom proizvodstve [Production risks and management of occupational safety. The trauma on the construction industry], Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy - Construction of unique buildings and structures, 2015, №5(32), pp 159-174. [http://unistroy.spb.ru/index\\_2015\\_32/14\\_muchenski\\_32.pdf](http://unistroy.spb.ru/index_2015_32/14_muchenski_32.pdf)

5. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2011 році – К.: Державна служба України з надзвичайних ситуацій, 2008. – 384 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.mns.gov.ua/content/nasdopovid2012.html>

Natsionalna dopovid pro stan tekhnogennoi ta pryrodnoi bezpeky v Ukrainy u 2011 rotsi (National report on the state of technogenic and natural security in Ukraine in 2011). Derzhavna sluzhba Ukrainy z nadzvychnaynykh sytuatsiy - State service of Ukraine for emergency situations. 2008, 384 p.

Available at: <http://www.mns.gov.ua/content/nasdopovid2012.html>

6."Охрана труда в цифрах и фактах. Направления совершенствования глобальной культуры охраны труда". – М.:МОТ, 2004, [Электронный ресурс] – Режим доступу: [http://www.ilo.org/public/russian/region/eurpro/moscow/areas/safety/docs/osh\\_in\\_figures\\_ru.pdf](http://www.ilo.org/public/russian/region/eurpro/moscow/areas/safety/docs/osh_in_figures_ru.pdf)

Okhrana truda v tsyfrakh i faktakh. Napravleniya sovershenstvovaniya globalnoy kultury okhrany truda.( Safety in numbers and facts. Directions of improvement of the global culture of safety).MOD -International labour organization, Moscow, 2004. Available at: [http://www.ilo.org/public/russian/region/eurpro/moscow/areas/safety/docs/osh\\_in\\_figures\\_ru.pdf](http://www.ilo.org/public/russian/region/eurpro/moscow/areas/safety/docs/osh_in_figures_ru.pdf)

7. Пичкалев А. В. Обобщенная функция желательности Харрингтона для сравнительного анализа технических средств // Исследования наукограда. – 2012. – № 1. – С. 25–28.

Pichkalev A.V. Obobshchennaya funktsiya zhelatelnosti Kharringtona dlya analiza tekhnicheskikh sredstv [Generalized desirability function Harrington for the comparative analysis of technical means]. Issedovaniya naukograda - The science city research, 2012, № 1, pp 25-28.

<http://www.smarcity.ru/journal/archive/01/paper6.pdf>

8. Поваренков, Ю.П. Проблемы психологии профессионального становления личности [Текст] / Ю.П. Поваренков. - Саратов: Саратовский государственный социально-экономический университет, 2013.- 322 с.

Povarenkov, YU.P. Problemy psikhologii professional'nogo stanovleniya lichnosti [Problems of psychology the professional formation of the personality [Tekst]] / YU.P. Povarenkov.- Saratov: Saratovskij gosudarstvennyj sotsial'no-ehkonomicheskij universitet, 2013. - 322 p.

9. Ходашинский И. А. Идентификация нечетких систем: методы и алгоритмы / И.А. Ходашинский // Проблемы управления. – 2009. – № 4. – С. 15–23.

Khodashynskiy I.A. Identifikatsiya nechetkikh system: metody i algoritmy [Identification of fuzzy systems: methods and algorithms]/ I.A. Khodashynskiy// Problemy upravleniya - Problems of management. 2009. – № 4. – pp 15–23.

<http://cyberleninka.ru/article/n/identifikatsiya-nechetkih-sistem-metody-i-algoritmy>

10. Bob Prieto. Application of Life Cycle Analysis in the Capital Assets Industry / PM World Today – Featured Paper – March 2012. – pp. 36.

11. Guanrong Chen. Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems. Guanrong Chen, Trung Tat Pham. CRC press, Texas, Boca Raton, London, New York, Washington, D.C., 2010. – pp. 316.

12. Weeks, James L. Health and Safety Hazards in the Construction Industry / Weeks, James L., Ringen, Knut, Seegal, Jane L. - International Labor Organization, Geneva, 2011. – 36.

13. Xiuwen Sue Dong. Risk of a Lifetime in Construction. Part 1. Traumatic injuries. Xiuwen Sue Dong, Knut Ringen, Laura Welch, John Dement / The Center for Construction Research and Training. American journal of industrial Medicine, 57 (2014). – pp. 973-983.

Поступила в редколлегию 15.09.2015