

УДК 331.45:616-057  
МРНТИ 86.33.41  
DOI: [10.53065/kaznmu.2026.77.2.007](https://doi.org/10.53065/kaznmu.2026.77.2.007)

Поступил в редакцию: 18.03.2026  
Принято к публикации: 01.06.2026

## АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, АССОЦИИРОВАННЫХ С УТРАТОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ТРУДОСПОСОБНОСТИ, НА ОСНОВЕ ДАННЫХ О ЗАБОЛЕВАНИЯХ РАБОТНИКОВ

Л.М. АКТАЕВА<sup>1</sup>, А.С. ИСКАКОВА<sup>1,2</sup>, Д.С. ЖУСУПОВА<sup>1,3</sup>, Д.С. ҚАБДОЛЛА<sup>1</sup>

<sup>1</sup> РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт охраны труда (РНИИОТ) Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан» МТСЗН РК, Астана, Казахстан

<sup>2</sup> Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

<sup>3</sup> Институт математики и математического моделирования, Алматы, Казахстан

### Аннотация

**Введение.** Утрата профессиональной трудоспособности (УПТ) отражает тяжесть последствий заболеваний и травм работников. Для Казахстана проблема особенно актуальна из-за значимой роли добывающих и перерабатывающих отраслей, где работники могут подвергаться воздействию вредных производственных факторов.

**Цель.** Анализ факторов, связанных с уровнем УПТ работников в Казахстане: возраста, пола, причины инвалидности, класса заболевания и региона наблюдения.

**Материалы и методы.** В исследование включены данные о 476 зарегистрированных случаях УПТ за 2021–2024 гг. Анализировались процент УПТ, возраст, пол, причина инвалидности, класс заболевания и регион. Пирсона, коэффициент Крамера, критерий Краскела-Уоллиса, попарные сравнения Данна с поправкой Холма и линейная регрессия.

**Результаты.** Наибольшее число случаев приходилось на группу 50–59 лет, однако наиболее высокий медианный уровень УПТ наблюдался у работников моложе 40 лет. В младшей группе преобладали травмы, в старших – пневмокониозы. Структура классов заболеваний статистически различалась между возрастными группами; сила связи была умеренной. Причина инвалидности была связана с уровнем УПТ: более высокие медианные значения отмечались при трудовом увечье и общем заболевании по сравнению с профессиональными заболеваниями, однако эффект был малым. Межрегиональные различия сохранялись после учёта ковариат. В регрессионной модели Павлодарская область и г. Астана были ассоциированы с более высокими ожидаемыми значениями УПТ по сравнению с референтным регионом.

**Заключение.** Интерпретация УПТ требует учёта возрастной, нозологической и региональной структуры случаев. Для точной оценки рисков необходимы данные об отрасли, стаже, условиях труда и численности работников в группах риска.

**Ключевые слова:** профессиональные заболевания, производственные травмы, оценка трудоспособности, оценка инвалидности, анализ факторов.

**Введение.** Сохранение профессионального здоровья работников остается одной из важных задач общественного здравоохранения и системы охраны труда. Профессиональные факторы риска связаны не только с производственным травматизмом, но и с развитием хронических заболеваний, которые могут приводить к стойкому снижению трудоспособности. Согласно совместным оценкам Всемирной

организации здравоохранения и Международной организации труда, воздействие факторов производственной среды вносит существенный вклад в глобальный объем заболеваний, травм, инвалидизации и преждевременной смертности [1,2,3]. Среди наиболее распространенных профессионально обусловленных нарушений здоровья выделяются хронические респираторные заболевания, болезни костно-мышечной системы, нарушения слуха и другие состояния, связанные с длительным воздействием производственных факторов [4,5,6].

Утрата профессиональной трудоспособности (УПТ) является показателем, который отражает тяжесть последствий заболевания или травмы для работника. Этот показатель важен не только для медико-социальной экспертизы и компенсационных механизмов, но и для более широкого анализа профессиональных рисков. С его помощью можно оценивать, какие группы работников и какие типы заболеваний связаны с более тяжелыми последствиями, а также определять направления для профилактических мер. Международная организация труда подчеркивает, что статистика в области безопасности и здоровья на работе должна использоваться не только для учета случаев, но и для выявления групп повышенного риска и оценки состояния системы охраны труда [7].

Для Казахстана данная проблема имеет особую значимость. Экономика страны в значительной степени связана с добычей и переработкой полезных ископаемых, а работа в таких отраслях часто сопровождается воздействием вредных и опасных производственных факторов [8]. К ним относятся промышленная пыль, шум, вибрация, химические вещества, тяжелые физические нагрузки, а также риск производственных травм [9,10]. Официальные статистические данные показывают, что в стране продолжают регистрироваться случаи производственных травм, профессиональных заболеваний и отравлений, что делает необходимым более детальный анализ факторов, связанных с тяжестью последствий для работников [11].

На уровень УПТ могут влиять разные характеристики зарегистрированного случая: возраст работника на момент установления диагноза, характер заболевания или травмы, причина инвалидности, пол и регион наблюдения. При этом сравнение групп требует осторожности. Более высокий уровень УПТ в той или иной возрастной или региональной группе не всегда означает прямое влияние возраста или региона. Он может отражать различия в структуре самих случаев: например, в одной группе могут преобладать травматические повреждения, а в другой – хронические профессионально обусловленные заболевания, формирующиеся после длительного воздействия вредных факторов.

Отдельного внимания заслуживают региональные различия. Они могут быть связаны с отраслевой специализацией территорий, условиями труда, составом зарегистрированных случаев, а также особенностями выявления и оформления профессиональных заболеваний и производственных травм. Поэтому важно не только описать межрегиональные различия в уровне УПТ, но и проверить, сохраняются ли они после учета возраста, пола, причины инвалидности и класса заболевания.

Целью настоящего исследования является анализ факторов, связанных с уровнем утраты профессиональной трудоспособности работников в Казахстане, на основе данных о зарегистрированных случаях заболеваний и инвалидности. В работе рассматриваются возрастной профиль случаев, различия в нозологической структуре и причинах инвалидности, а также региональные различия в уровне УПТ с учетом основных индивидуальных и клинических характеристик.

#### **Материалы и методы.**

##### *Этические аспекты*

Исследование выполнено как ретроспективный анализ вторичных данных о зарегистрированных случаях УПТ. Данные использовались в обезличенном виде и анализировались только в агрегированной форме. Исследование не предполагало вмешательства в состояние здоровья работников, проведения диагностических или лечебных процедур, а также прямого контакта с участниками.

Доступ к исходным данным был предоставлен уполномоченными государственными органами в рамках научно-исследовательской работы. При обработке данных соблюдались требования конфиденциальности и недопущения идентификации отдельных лиц. Результаты представлены в обобщенном виде, без раскрытия персональных данных работников.

#### *Источник данных*

В анализ включены данные 476 случаев УПТ, зарегистрированных у работников в период 2021–2024 гг. Данные содержат сведения о поле, возрасте на момент установления диагноза, классе заболевания, причине инвалидности, регионе наблюдения и проценте УПТ. В анализ включались только наблюдения с доступными значениями по основному переменным исследования.

#### *Переменные*

Основной зависимой переменной выступал процент УПТ – количественный показатель, принимающий значения от 0 до 100%.

В качестве объясняющих переменных рассматривались:

Возраст – анализировался как в виде непрерывной переменной, выраженной в полных годах на момент установления диагноза, так и в категориальной форме с разбиением на четыре группы: моложе 40 лет, 40–49 лет, 50–59 лет и 60 лет и старше.

Причина инвалидности – категориальная переменная с тремя уровнями: профессиональное заболевание (количество случаев в выборке  $n = 381$ ), трудовое увечье ( $n = 79$ ), общее заболевание ( $n = 16$ ).

Класс заболевания – исходно включал 20 нозологических категорий. Вследствие малой наполненности ряда классов для анализа таблиц сопряженности и визуализации была выполнена агрегация. В качестве самостоятельных классов были сохранены категории с числом наблюдений не менее 10: пневмокониозы, травмы всех локализаций, болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, а также болезни органов дыхания. Остальные классы были объединены в категорию Прочее. В результате для анализа структуры заболеваний использовались 5 укрупненных классов: пневмокониозы, болезни костномышечной системы, болезни органов дыхания, травмы и прочее.

Регион – категориальный фактор, отражающий регион наблюдения. В региональный анализ включались только регионы с числом наблюдений не менее 10. В итоговый анализ были включены 7 регионов.

Пол – категориальная переменная, использованная в качестве контрольного фактора в регрессионной модели.

Следует отметить, что категория «трудовое увечье» в используемом наборе данных преимущественно была связана с травматическими повреждениями. В связи с этим между причиной инвалидности и классом заболевания наблюдалось содержательное пересечение соответствующих категорий.

В регрессионной модели в качестве референтной категории для переменной «регион» использовалась Карагандинская область, поскольку для данного региона наблюдалось наибольшее число случаев в выборке.

#### *Статистический анализ*

Статистический анализ проводился последовательно. Сначала были рассчитаны описательные характеристики процента УПТ в возрастных группах: среднее значение, стандартное отклонение, медиана, межквартильный интервал, минимальное и максимальное значения, а также доля случаев с уровнем УПТ не менее 50%.

Связь между возрастными группами и категориальными характеристиками случаев оценивалась с помощью таблиц сопряженности и критерия хи-квадрат Пирсона. Для оценки силы связи использовался коэффициент Крамера  $V$  [12]. Поскольку часть исходных классов заболеваний была представлена малым числом наблюдений, анализ нозологической структуры проводился по укрупненным классам заболеваний.

Различия в уровне УПТ между группами по причине инвалидности и регионам оценивались с помощью непараметрического критерия Краскела-Уоллиса [13]. При наличии статистически значимых различий выполнялись попарные сравнения с использованием критерия Данна и поправки Холма на множественную проверку гипотез [14]. Размер эффекта для критерия Краскела-Уоллиса оценивался с помощью  $\varepsilon^2$  [15].

Для интерпретации  $\varepsilon^2$  использовались ориентировочные пороги: значения менее 0.01 рассматривались как пренебрежимо малый эффект, от 0.01 до 0.06 – как малый эффект, от 0.06 до 0.14 – как умеренный эффект, значения 0.14 и выше – как большой эффект. Эти пороги использовались как вспомогательные ориентиры, поскольку практическая значимость различий зависит от содержательного контекста исследования.

Для проверки устойчивости региональных различий была построена линейная регрессионная модель. В модель, помимо региона, были включены возраст, пол, причина инвалидности и укрупненный класс заболевания. Значимость факторов оценивалась с помощью совместных тестов Уолда [16]. Для учета возможной гетероскедастичности использовались робастные стандартные ошибки НСЗ [17]. Модель без регионального фактора и полная модель с регионом сравнивались по коэффициенту детерминации  $R^2$  и информационному критерию Акаике (AIC) [18,19].

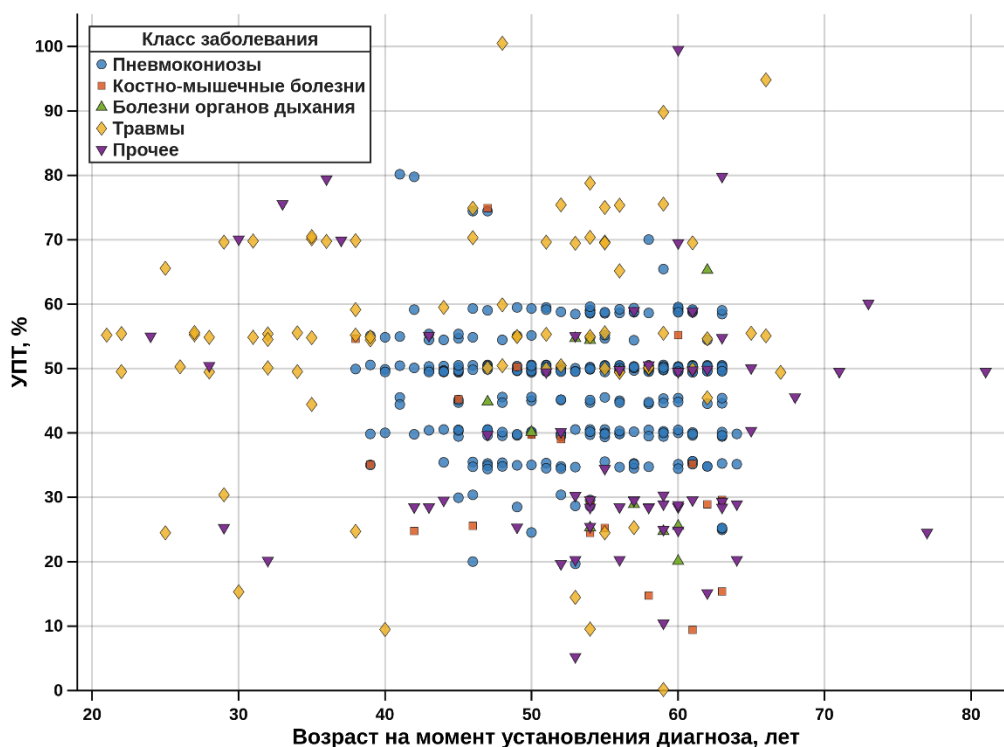
Все вычисления были выполнены в Python с использованием библиотек pandas, scipy, statsmodels, seaborn и scikit-posthocs. Уровень статистической значимости был принят равным 0.05.

### **Результаты.**

#### *Возрастной профиль случаев УПТ*

На Рисунке 1 показано распределение процента УПТ в зависимости от возраста работника на момент установления диагноза с учетом наиболее распространенных классов заболеваний. Большая часть наблюдений в анализируемой выборке приходилась на возраст старше 40 лет. Наиболее плотная концентрация случаев наблюдалась в интервале примерно от 45 до 60 лет.

Распределение точек показывает, что травматические случаи встречались в широком возрастном диапазоне. В то же время пневмокониозы и часть хронических заболеваний были преимущественно представлены в старших возрастных группах. При визуальном анализе не прослеживалась выраженная линейная зависимость между возрастом и процентом УПТ, что указывает на необходимость учитывать не только возраст, но и нозологическую структуру случаев (Рисунок 1).



**Рисунок 1.** Зависимость процента УПТ от возраста на момент установления диагноза по наиболее распространенным классам заболеваний.

Описательные характеристики процента УПТ по возрастным группам представлены в Таблице 1. Наибольшее число случаев было зарегистрировано в группе 50–59 лет ( $n = 213$ ). Далее следовали группы 60 лет и старше ( $n = 110$ ), 40–49 лет ( $n = 105$ ) и моложе 40 лет ( $n = 48$ ). Медианный уровень УПТ был наиболее высоким в группе моложе 40 лет и составил 55%. В остальных возрастных группах медиана составляла 50%. Доля случаев с УПТ не менее 50% также была максимальной среди работников моложе 40 лет и достигала 79.17%.

**Таблица 1.** Распределение процента УПТ по возрастным группам.

Возрастная группа	$n$	Среднее $\pm SD$	Медиана [Q1; Q3]	Min-Max	$УПТ \geq 50\%$ , %
< 40	48	54.15 $\pm$ 16.76	55.0 [50.0; 66.25]	15.0–95.0	79.17
40–49	105	47.49 $\pm$ 13.24	50.0 [40.0; 55.0]	10.0–100.0	57.14
50–59	213	45.67 $\pm$ 13.40	50.0 [40.0; 50.0]	0.0–90.0	57.28
60+	110	45.40 $\pm$ 14.46	50.0 [35.0; 50.0]	10.0–100.0	55.45

*Возрастные различия в структуре заболеваний и причин инвалидности*

Анализ нозологической структуры проводился по укрупненным классам заболеваний. Распределение этих классов по возрастным группам представлено в Таблице 2. В группе моложе 40 лет преобладали травмы всех локализаций: 33 случая,

или 68.75% наблюдений данной возрастной группы. Начиная с возрастной группы 40–49 лет структура случаев существенно менялась: основную долю составляли пневмоконоиозы. В группе 40–49 лет их доля достигала 79.05%, в группе 50–59 лет – 69.95%, а среди работников 60 лет и старше – 60.00%.

**Таблица 2.** Структура укрупненных классов заболеваний по возрастным группам.

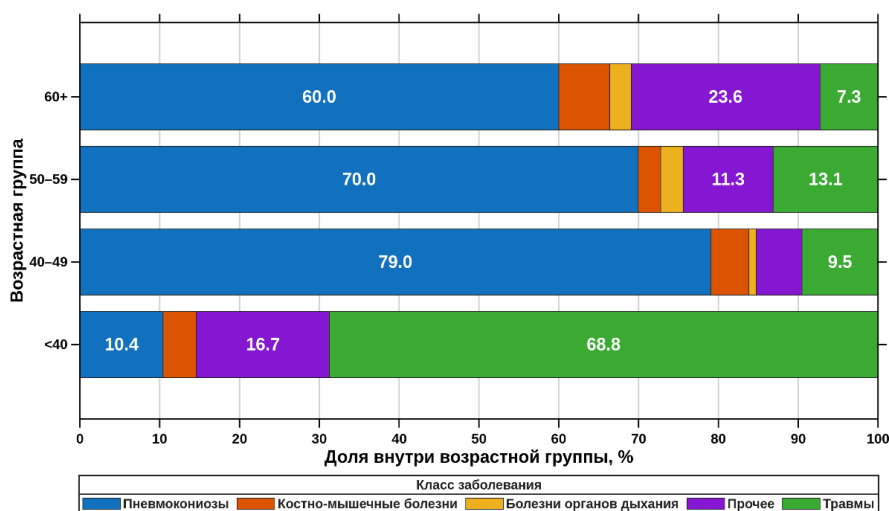
Возрастная группа	Пневмоконоиозы	Костномышечные болезни	Болезни органов дыхания	Прочее	Травмы
< 40	5 (10.42%)	2 (4.17%)	0 (0.00%)	8 (16.67%)	33 (68.75%)
40–49	83 (79.05%)	5 (4.76%)	1 (0.95%)	6 (5.71%)	10 (9.52%)
50–59	149 (69.95%)	6 (2.82%)	6 (2.82%)	24 (11.27%)	28 (13.15%)
60+	66 (60.00%)	7 (6.36%)	3 (2.73%)	26 (23.64%)	8 (7.27%)

Примечание: в ячейках указаны абсолютное число случаев и доля внутри соответствующей возрастной группы. Анализ выполнен на выборке из 476 зарегистрированных случаев УПТ.

Критерий хи-квадрат показал, что структура укрупненных классов заболеваний статистически различалась между возрастными группами ( $\chi^2 = 134.91, df = 12, p < 0.001$ ). Размер эффекта по коэффициенту Крамера составил  $V = 0.307$ , что соответствует умеренной связи между возрастной группой и нозологической структурой случаев.

Различия между возрастными группами наблюдались и по причинам инвалидности ( $\chi^2 = 27.73, df = 6, p < 0.001$ ). Однако коэффициент Крамера был ниже ( $V = 0.171$ ), что указывает на более слабую связь возраста с причиной инвалидности по сравнению со связью возраста с классом заболевания. В группе работников моложе 40 лет преобладали травматические случаи, тогда как в старших возрастных группах основную долю составляли профессиональные заболевания, преимущественно представленные пневмоконоиозами.

На Рисунке 2 представлено распределение основных классов заболеваний по возрастным группам. График наглядно отражает тот же структурный сдвиг, который показан в Таблице 2, при переходе от группы моложе 40 лет к группе 40–49 лет доля травматических случаев резко снижается, тогда как доля пневмоконоиозов существенно возрастает.



**Рисунок 2.** Распределение основных классов заболеваний в возрастных группах <40, 40–49, 50–59 и 60+ лет.

Следующий этап анализа был посвящен причинам инвалидности. Распределение причин инвалидности по возрастным группам представлено в Таблице 3.

**Таблица 3.** Распределение причин инвалидности по возрастным группам.

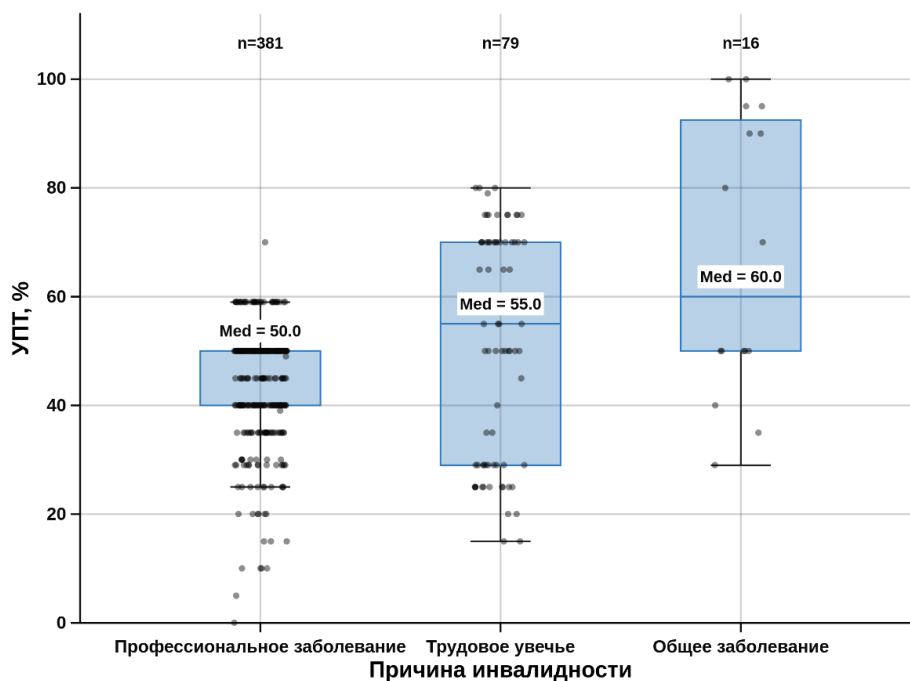
Возрастная группа	Профессиональное заболевание	Трудовое увечье	Общее заболевание	Всего
< 40	29	17	2	48
40–49	92	9	4	105
50–59	174	31	8	213
60+	86	22	2	110
Всего	381	79	16	476

Примечание: в ячейках указаны абсолютное число случаев и доля внутри соответствующей возрастной группы. Категория «трудовое увечье» в большинстве случаев была связана с травматическими повреждениями.

Критерий хи-квадрат Пирсона показал статистически значимую связь между возрастной группой и причиной инвалидности ( $\chi^2 = 27.73, df = 6. p < 0.001$ ). Коэффициент Крамера составил  $V = 0.171$ , что соответствует связи небольшой–умеренной силы.

*Различия в уровне УПТ по причинам инвалидности*

На Рисунке 3 показано распределение процента УПТ в зависимости от причины инвалидности. В группе профессиональных заболеваний значения УПТ были более компактно сосредоточены в области умеренных уровней. Для трудового увечья, напротив, были характерны более высокая медиана и заметно больший разброс значений. Наиболее высокие значения УПТ наблюдались в группе общего заболевания, однако интерпретация этой категории требует осторожности из-за малого числа наблюдений.



**Рисунок 3.** Распределение процента УПТ по причинам инвалидности.

Описательные характеристики уровня УПТ по причинам инвалидности представлены в Таблице 4. Наиболее низкая медиана была получена для профессиональных заболеваний– 50.0% [40.0; 50.0]. В группе трудового увечья медиана составила 55.0% [29.0; 70.0], а в группе общего заболевания– 60.0% [50.0; 91.25]. При этом обе последние группы отличались более широким межквартильным размахом, что указывает на большую неоднородность степени утраты трудоспособности.

**Таблица 4.** Различия уровня УПТ по причинам инвалидности.

Причина инвалидности	n	Среднее ± SD	Медиана [Q1; Q3]	Min–Max
Профессиональное заболевание	381	45.07 ± 10.74	50.0 [40.0; 50.0]	0.0–70.0
Трудовое увечье	79	51.41 ± 20.43	55.0 [29.0; 70.0]	15.0–80.0
Общее заболевание	16	67.13 ± 25.33	60.0 [50.0; 91.25]	29.0–100.0

Краскел-Уоллис:  $H = 18.65$ ,  $df = 2$ ,  $p < 0.001$ ,  $\epsilon^2 = 0.035$ .

Критерий Краскела-Уоллиса подтвердил наличие статистически значимых различий уровня УПТ между группами, сформированными по причине инвалидности ( $H = 18.65$ ,  $df = 2$ ,  $p < 0.001$ ). Вместе с тем величина эффекта была небольшой ( $\epsilon^2 = 0.035$ ), что указывает на ограниченную практическую выраженность этих различий.

Для уточнения межгрупповых различий были проведены попарные сравнения с использованием критерия Данна с поправкой Холма на множественные сравнения. Результаты представлены в Таблице 5.

Как видно из Таблицы 5, статистически значимые различия были выявлены между общим заболеванием и профессиональным заболеванием ( $p_{Holm} = 0.0036$ ), а также между профессиональным заболеванием и трудовым увечьем ( $p_{Holm} = 0.0037$ ). Различие между общим заболеванием и трудовым увечьем после поправки Холма не достигло статистической значимости ( $p_{Holm} = 0.1068$ ).

**Таблица 5.** Попарные сравнения уровня УПТ по причинам инвалидности.

Сравнение	Метод	$p_{Holm}$
Общее заболевание vs Профессиональное заболевание	Данн	0.0036
Профессиональное заболевание vs Трудовое увечье	Данн	0.0037
Общее заболевание vs Трудовое увечье	Данн	0.1068

Примечание: использован критерий Данна с поправкой Холма на множественные сравнения.

#### *Региональные различия в уровне УПТ*

Для оценки межрегиональных различий в уровне УПТ был использован критерий Краскела-Уоллиса. Анализ проводился для тех же 7 регионов, которые были включены в регрессионную модель. Полученные результаты показали, что распределение процента УПТ статистически значимо различалось между регионами ( $H = 47.99$ ,  $df = 6$ ,  $p < 0.001$ ,  $\epsilon^2 = 0.078$ ).

Чтобы проверить, сохраняются ли межрегиональные различия после учета других факторов, была построена линейная регрессионная модель, включавшая регион, возраст, пол, причину инвалидности и укрупненный класс заболевания. Совместный тест Уолда показал, что фактор региона сохранял статистическую значимость и после корректировки на указанные ковариаты ( $\chi^2 = 15.52$ ,  $df = 6$ ,  $p = 0.017$ ). Включение

регионального фактора также улучшало качество модели: коэффициент детерминации возрастал с  $R^2 = 0.229$  до  $R^2 = 0.279$ , а информационный критерий AIC снижался с 3208 до 3192. Помимо региона, статистически значимыми предикторами оставались причина инвалидности и класс заболевания, тогда как возраст и пол статистически значимого вклада в модель не вносили. Основные результаты регионального анализа приведены в Таблице 6. В регрессионной модели Павлодарская область ( $\beta = 13.39, p = 0.009$ ) и г. Астана ( $\beta = 10.21, p = 0.025$ ) были ассоциированы с более высокими ожидаемыми значениями УПТ по сравнению с Карагандинской областью.

**Таблица 6.** Результаты анализа региональных различий в УПТ.

Этап анализа	Статистика	p-значение
Критерий Краскела-Уоллиса	$H = 47.99, df = 6, \varepsilon^2 = 0.078$	< 0.001
Тест Уолда для фактора региона в полной модели	$\chi^2 = 15.52, df = 6$	0.017
Павлодарская область	$\beta = 13.39$	0.009
г. Астана	$\beta = 10.21$	0.025
<b>Изменение качества модели</b>	$R^2: 0.229 \rightarrow 0.279; AIC: 3208 \rightarrow 3192$	–

Примечание: критерий Краскела-Уоллиса проводился для 7 регионов, референтной категорией для переменной «регион» являлась Карагандинская область.

Для более детальной интерпретации результатов линейной регрессионной модели в Таблице 7 представлены оценки коэффициентов основных предикторов, включенных в модель.

**Таблица 7.** Линейная регрессионная модель факторов, ассоциированных с уровнем УПТ.

Предиктор	$\beta$	Робастная SE (НСЗ)	t	p-value	95% ДИ
Возраст	-0.08	0.07	-1.14	0.256	[-0.22; 0.06]
Пол (муж.)	1.92	1.67	1.15	0.251	[-1.36; 5.20]
Трудовое увечье	6.84	2.11	3.24	0.001	[2.70; 10.98]
Общее заболевание	11.76	4.58	2.57	0.011	[2.79; 20.73]
Болезни костно-мышечной системы	2.14	3.28	0.65	0.515	[-4.30; 8.58]
Болезни органов дыхания	3.87	4.91	0.79	0.431	[-5.77; 13.51]
Травмы	5.62	2.48	2.27	0.024	[0.74; 10.50]
Прочее	1.48	2.95	0.50	0.617	[-4.31; 7.27]
Павлодарская область	13.39	5.01	2.67	0.009	[3.54; 23.24]
г. Астана	10.21	4.47	2.28	0.025	[1.42; 19.00]

Примечание: использованы робастные стандартные ошибки НСЗ. Референтными категориями являлись: профессиональное заболевание – для причины инвалидности, Карагандинская область – для региона.

Как видно из Таблицы 7, статистически значимыми предикторами уровня УПТ оставались регион наблюдения, причина инвалидности и отдельные укрупненные классы заболеваний, тогда как возраст и пол статистически значимого вклада в модель не вносили.

На Рисунке 4 показано распределение процента УПТ по регионам. График отражает различия не только по медианным значениям, но и по внутригрупповому

разбросу. Более высокие уровни УПТ визуально отмечались, в частности, в Павлодарской области и г. Астане, что в целом согласуется с результатами регрессионного анализа.

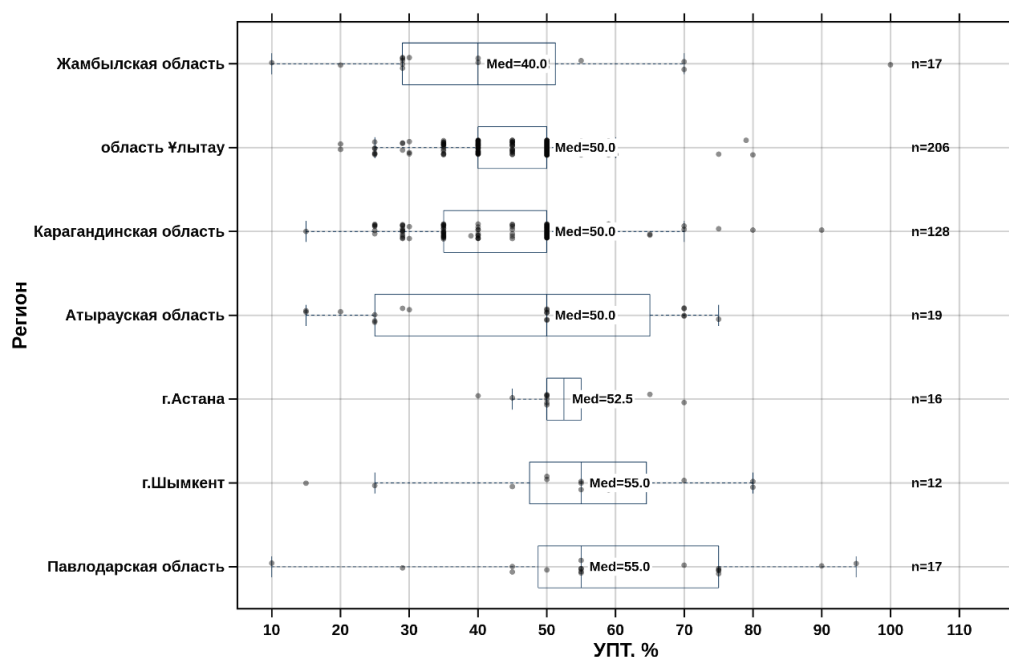


Рисунок 4. Распределение процента УПТ по регионам.

**Обсуждение.** Проведенный анализ показывает, что уровень УПТ нельзя рассматривать изолированно от структуры зарегистрированных случаев. Существенную роль играют не только индивидуальные характеристики работников, но и то, какие именно заболевания или травмы представлены в разных возрастных и региональных группах. Такой подход согласуется с современными исследованиями профессионального бремени заболеваний, где подчеркивается необходимость учитывать не только исходы, но и структуру воздействий, профессиональные факторы риска и состав подверженных групп [2,3].

Эта закономерность важна для интерпретации возрастных различий. Полученные результаты не подтверждают наличие выраженной самостоятельной линейной связи между возрастом и процентом УПТ. Более высокий медианный уровень УПТ в группе моложе 40 лет, вероятно, связан не с возрастом как таковым, а с большей долей травматических случаев в этой группе. В старших возрастных группах, напротив, преобладание пневмокониозов может отражать накопительный характер хронической профессионально обусловленной патологии, формирующейся при длительном воздействии вредных производственных факторов. Это соответствует данным литературы о профессионально обусловленных респираторных заболеваниях и заболеваниях, связанных с горнодобывающей отраслью, для которых характерны длительный латентный период и накопительный эффект воздействия пыли [5,10].

Региональные различия сохранялись после учета возраста, пола, причины инвалидности и укрупненного класса заболевания. Это говорит о наличии дополнительной региональной неоднородности, которая не сводится полностью к рассмотренным индивидуальным и нозологическим характеристикам. Вместе с тем регион в данном исследовании не следует трактовать как самостоятельную причину различий в УПТ. Он может отражать различия в отраслевой структуре занятости,

условиях труда, составе зарегистрированных случаев, а также в особенностях выявления и оформления профессионально обусловленных заболеваний и производственных травм. Для Казахстана такая интерпретация особенно важна, поскольку ранее отмечались проблемы производственного травматизма и профессиональной заболеваемости в горнодобывающей отрасли [9].

**Заключение.** Анализ зарегистрированных случаев УПТ показал, что различия в уровне УПТ тесно связаны со структурой рассматриваемых случаев. В младшей возрастной группе преобладали травматические повреждения, тогда как в старших возрастных группах основную долю составляли пневмокониозы. Причина инвалидности и регион наблюдения также были статистически связаны с уровнем УПТ, хотя величина выявленных эффектов была ограниченной.

Результаты подчеркивают необходимость учитывать нозологическую, возрастную и региональную структуру случаев при интерпретации показателей УПТ. Для перехода от описания зарегистрированных случаев к оценке факторов риска требуются более полные данные, включая сведения об отрасли занятости, профессиональном стаже, условиях труда, длительности воздействия вредных факторов и численности работников в группах риска.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Вклад авторов.** Концепция, Л.А.; методология, А.И.; программное обеспечение, Д.Ж.; валидация, Л.А., А.И. и Д.К.; формальный анализ, А.И.; исследование, Д.Ж.; ресурсы, А.И.; управление данными, Д.К.; написание – подготовка первоначального варианта рукописи, Д.С. Жусупова; написание – рецензирование и редактирование, А.И.; визуализация, Д.К.; руководство, Л.; администрирование проекта, А.И.; получение финансирования, Л.А. Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи. Авторы заявляют, что данный материал ранее не публиковался и не находится на рассмотрении у других издателей.

**Финансирование.** Исследование было выполнено в рамках НИР на тему: «Трансформация государственного механизма социальных гарантий в отношении лиц, занятых во вредных условиях труда в современном контексте» (ИРН BR22182673), финансируемой Министерством труда и социальной защиты населения Республики Казахстан.

**Заявление о доступности данных.** Данные, использованные в настоящем исследовании, были предоставлены Департаментом методологии и совершенствования медико-социальной экспертизы Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан и Управлением медико-социальной экспертизы Комитета регулирования и контроля в сфере социальной защиты населения Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан. Доступ к данным может быть предоставлен по обоснованному запросу с разрешения соответствующих государственных органов.

**Благодарности.** Авторы выражают искреннюю благодарность Департаменту методологии и совершенствования медико-социальной экспертизы Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан, а также Управлению медико-социальной экспертизы Комитета регулирования и контроля в сфере социальной защиты населения Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан за предоставление статистических данных, использованных в данном исследовании.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. World Health Organization, International Labour Organization. WHO/ILO joint estimates of the work-related burden of disease and injury, 2000–2016: global monitoring report [Internet]. Geneva: WHO/ILO; 2021 [cited 2026 May 26]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034945>
2. Pega F, Hamzaoui H, Náfrádi B, Momen NC. Global, regional and national burden of disease attributable to 19 selected occupational risk factors for 183 countries, 2000–2016: a systematic analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury. *Scand J Work Environ Health*. 2022;48(2):158–68. <https://doi.org/10.5271/sjweh.4001>

3. Rushton L. The global burden of occupational disease. *Curr Environ Health Rep.* 2017;4(3):340–8. <https://doi.org/10.1007/s40572-017-0151-2>
4. World Health Organization. Protecting workers' health [Internet]. Geneva: WHO; 2017 [cited 2026 May 26]. (WHO Fact Sheet). Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/protecting-workers'-health>
5. Blanc PD, Annesi-Maesano I, Balmes JR, Cummings KJ, Fishwick D, Miedinger D, et al. The occupational burden of nonmalignant respiratory diseases: an official American Thoracic Society and European Respiratory Society statement. *Am J Respir Crit Care Med.* 2019;199(11):1312–34. <https://doi.org/10.1164/rccm.201904-0717ST>
6. Greggi C, Visconti VV, Albanese M, Gasperini B, De Sio S, Cedrone F. Work-related musculoskeletal disorders: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Med.* 2024;13(13):3964. <https://doi.org/10.3390/jcm13133964>
7. International Labour Organization. Statistics on safety and health at work [Internet]. Geneva: ILO; 2026 [cited 2026 May 26]. (ILOSTAT, Occupational Safety and Health Statistics). Available from: <https://ilostat.ilo.org/topics/safety-and-health-at-work/>
8. International Labour Organization. ILO launches new project to promote occupational safety and health in Kazakhstan's mining sector [Internet]. Geneva: ILO; 2024 Dec 3 [cited 2026 May 4]. Available from: <https://www.ilo.org/resource/news/ilo-launches-new-project-promote-occupational-safety-and-health-kazakhstans>
9. Yerdessov N, Izdenov A, Beisenov T, Suleimenova R, Serik B, Sraubaev E. Industrial traumatism and occupational morbidity in mining industry of Kazakhstan. *J Public Health Res.* 2022;11(1):2169. <https://doi.org/10.4081/jphr.2021.2169>
10. Go LHT, Cohen RA. Coal workers' pneumoconiosis and other mining-related lung disease: new manifestations of illness in an age-old occupation. *Clin Chest Med.* 2020;41(4):687–96. <https://doi.org/10.1016/j.ccm.2020.08.002>
11. Bureau of National Statistics of the Republic of Kazakhstan. On work-related injuries and occupational diseases in the Republic of Kazakhstan [Internet]. Astana: Bureau of National Statistics; 2025 [cited 2026 May 26]. Available from: <https://stat.gov.kz>
12. Agresti A. An introduction to categorical data analysis. 3rd ed. Hoboken (NJ): Wiley; 2019. 400 p.
13. Field A. Discovering statistics using IBM SPSS Statistics. 6th ed. London: SAGE Publications; 2024. 1136 p.
14. Dinno A. Nonparametric pairwise multiple comparisons in independent groups using Dunn's test. *Stata J.* 2015;15(1):292–300. <https://doi.org/10.1177/1536867X1501500117>
15. Peres FF, Ferreira RC, Silva DR. Effect sizes for nonparametric tests. *Biochem Med (Zagreb).* 2026;36(1):010101. <https://doi.org/10.11613/bm.2026.010101>
16. Gelman A, Hill J, Vehtari A. Regression and other stories. Cambridge: Cambridge University Press; 2020. 536 p.
17. Mansournia MA, Nazemipour M, Naimi AI, Collins GS, Campbell MJ. Reflections on modern methods: demystifying robust standard errors for epidemiologists. *Int J Epidemiol.* 2021;50(1):346–51. <https://doi.org/10.1093/ije/dyaa260>
18. Portet S. A primer on model selection using the Akaike Information Criterion. *Infect Dis Model.* 2020;5:111–28. <https://doi.org/10.1016/j.idm.2019.12.010>
19. Sutherland C, Hare D, Johnson PJ, Linden DW, Montgomery RA, Droge E. Practical advice on variable selection and reporting using Akaike information criterion. *Proc R Soc B.* 2023;290(2007):20231261. <https://doi.org/10.1098/rspb.2023.1261>
20. Murray CJL, Aravkin AY, Zheng P, Abbafati C, Abbas KM, Abbasi-Kangevari M, et al. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic

analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2020;396(10258):1223–49. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30752-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30752-2)

### **Сведения об авторах**

Актаева Лязат Мейрашевна, генеральный директор, д.м.н., РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт охраны труда» Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан, Астана, Казахстан, [rniiot@rniiot.kz](mailto:rniiot@rniiot.kz), <https://orcid.org/0009-0006-0950-678X>.

Искакова Айман Сериковна, руководитель центра стандартизации и нормирования труда, к.ф.-м.н., ассоциированный профессор, РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт охраны труда» Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан, Астана, Казахстан, [ayman.astana@gmail.com](mailto:ayman.astana@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-9450-432X>.

Жусупова Динара Серикжановна, ведущий научный сотрудник центра стандартизации и нормирования труда, PhD, РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт охраны труда» Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан, Астана, Казахстан, [zhus.dinara@gmail.com](mailto:zhus.dinara@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-1860-0843>.

@Қабдолла Дінмұхамед Сембайұлы, старший научный сотрудник центра стандартизации и нормирования труда, магистр, РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт охраны труда» Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан, Астана, Казахстан, [mr.dynmuhamed@gmail.com](mailto:mr.dynmuhamed@gmail.com), <https://orcid.org/0009-0008-7322-8571>.

### **Авторлар туралы мәліметтер**

Актаева Лязат Мейрашевна, бас директор, м.ғ.д., Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің «Еңбекті қорғау республикалық ғылыми-зерттеу институты» ШЖҚ РМК, Астана, Қазақстан, [rniiot@rniiot.kz](mailto:rniiot@rniiot.kz), <https://orcid.org/0009-0006-0950-678X>.

Искакова Айман Сериковна, еңбекті стандарттау және нормалау орталығының басшысы, ф.-м.ғ.к., ассоциированный профессор, Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің «Еңбекті қорғау республикалық ғылыми-зерттеу институты» ШЖҚ РМК, Астана, Қазақстан, [ayman.astana@gmail.com](mailto:ayman.astana@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-9450-432X>.

Жусупова Динара Серикжановна, еңбекті стандарттау және нормалау орталығының жетекші ғылыми қызметкері, PhD, Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің «Еңбекті қорғау республикалық ғылыми-зерттеу институты» ШЖҚ РМК, Астана, Қазақстан, [zhus.dinara@gmail.com](mailto:zhus.dinara@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-1860-0843>.

@Қабдолла Дінмұхамед Сембайұлы, еңбекті стандарттау және нормалау орталығының аға ғылыми қызметкері, математика магистрі, Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің «Еңбекті қорғау республикалық ғылыми-зерттеу институты» ШЖҚ РМК, Астана, Қазақстан, [mr.dynmuhamed@gmail.com](mailto:mr.dynmuhamed@gmail.com), <https://orcid.org/0009-0008-7322-8571>.

### **Information about authors**

Aktayeva Lyazat Meirashevna, General Director, Doctor of Medical Sciences, RSE on REM “Republican Research Institute for Labor Protection” of the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan, [rniiot@rniiot.kz](mailto:rniiot@rniiot.kz), <https://orcid.org/0009-0006-0950-678X>.

Iskakova Aiman Serikovna, Head of the Center for Standardization and Labor Regulation, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, RSE on REM “Republican Research Institute for Labor Protection” of the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan, ayman.astana@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9450-432X>.

Zhussupova Dinara Serikzhanovna, Leading Researcher of the Center for Standardization and Labor Regulation, PhD, RSE on REM “Republican Research Institute for Labor Protection” of the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan, zhus.dinara@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1860-0843>.

@Kabdolla Dinmukhamed Sembayuly, Senior Researcher of the Center for Standardization and Labor Regulation, Master in Mathematics, RSE on REM “Republican Research Institute for Labor Protection” of the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan, mr.dynmuhamed@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-7322-8571>.

## ҚЫЗМЕТКЕРЛЕРДІҢ СЫРҚАТТАНУ ДЕРЕКТЕРІ НЕГІЗІНДЕ КӘСІБИ ЕҢБЕККЕ ҚАБІЛЕТТІЛІГІНЕН АЙЫРЫЛУМЕН БАЙЛАНЫСТЫ ФАКТОРЛАРДЫ ТАЛДАУ

Л.М. АКТАЕВА<sup>1</sup>, А.С. ИСКАКОВА<sup>1,2</sup>, Д.С. ЖУСУПОВА<sup>1,3</sup>, Д.С. ҚАБДОЛЛА<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің «Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» ШЖҚ РМК, Астана, Қазақстан

<sup>2</sup> Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

<sup>3</sup> Математика және математикалық модельдеу институты, Алматы, Қазақстан

### Түйіндеме

**Кіріспе.** Кәсіби еңбекке қабілеттілігін жоғалту (КЕҚЖ) жұмыскерлердің аурулары мен жарақаттарының салдарының ауырлығын көрсетеді. Қазақстан үшін бұл мәселе зиянды өндірістік факторлар әсер етуі мүмкін кен өндіру және өңдеу салаларының маңызды рөліне байланысты ерекше өзекті.

**Мақсаты.** Қазақстандағы жұмыскерлердің КЕҚЖ деңгейіне байланысты факторларды талдау: жас, жыныс, мүгедектік себебі, ауру сыныбы және бақылау аймағы.

**Материалдар мен әдістер.** Зерттеуге 2021–2024 жж. аралығында тіркелген 476 КЕҚЖ жағдайы туралы деректер енгізілді. КЕҚЖ пайызы, жас, жыныс, мүгедектік себебі, ауру сыныбы және аймақ талданды. Сипаттамалық статистика, түйінділік кестелері, Пирсонның хи-квадрат критерийі, Крамер коэффициенті, Краскел-Уоллис критерийі, Холм түзетуі бар Данның жұптық салыстырулары және сызықтық регрессия қолданылды.

**Нәтижелер.** Ең көп жағдай 50–59 жас тобында тіркелді, алайда КЕҚЖ медиандық деңгейі ең жоғары 40 жасқа дейінгі жұмыскерлерде байқалды. Жас топта жарақаттар, ал үлкен жастағы топтарда пневмокониоздар басым болды. Ауру кластарының құрылымы жас топтары арасында статистикалық тұрғыдан ерекшеленді, байланыс күші орташа болды. Мүгедектік себебі КЕҚЖ деңгейімен байланысты болды: еңбек мертігуі және жалпы аурулар кезінде медиандық мәндер кәсіби аурулармен салыстырғанда жоғары болды, бірақ әсер мөлшері шағын болды. Аймақаралық айырмашылықтар ковариаттар ескерілгеннен кейін де сақталды. Регрессиялық модельде Павлодар облысы және Астана

қ. референтті аймақпен салыстырғанда КЕКЖ-ның күтілетін жоғары мәндерімен байланысты болды.

**Қорытынды.** КЕКЖ көрсеткіштерін интерпретациялау жас, нозологиялық және аймақтық құрылымды ескеруді қажет етеді. Тәуекелдерді дәлірек бағалау үшін сала, еңбек өтілі, еңбек жағдайлары және тәуекел топтарындағы жұмыскерлер саны туралы деректер қажет.

**Түйінді сөздер:** кәсіптік аурулар, өндірістік жарақаттар, еңбекке қабілеттілікті бағалау, мүгедектікті бағалау, факторларды талдау.

## ANALYSIS OF FACTORS ASSOCIATED WITH LOSS OF PROFESSIONAL WORK ABILITY BASED ON DATA ON WORKERS' DISEASES

L.M. AKTAYEVA<sup>1</sup>, A.S. ISKAKOVA<sup>1,2</sup>, D.S. ZHUSSUPOVA<sup>1,3</sup>,  
D.S. KABDOLLA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Republican State Enterprise on the Right of Economic Management “Republican Research Institute for Labor Protection” MLSPP RK, Astana, Kazakhstan

<sup>2</sup> L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

<sup>3</sup> Institute of mathematics and mathematical modeling, Almaty, Kazakhstan

### Abstract

**Introduction.** Loss of professional working capacity (LPWC) reflects the severity of the consequences of diseases and injuries among workers. This issue is particularly relevant for Kazakhstan because of the important role of mining and processing industries, where workers may be exposed to harmful occupational factors.

**Aim.** To analyze factors associated with the LPWC level among workers in Kazakhstan, including age, sex, cause of disability, disease class, and region of observation.

**Materials and Methods.** The study included data on 476 registered LPWC cases for 2021–2024. The percentage of LPWC, age, sex, cause of disability, disease class, and region were analyzed. Descriptive statistics, contingency tables, Pearson’s chi-square test, Cramér’s V, the Kruskal-Wallis test, Dunn’s pairwise comparisons with Holm correction, and linear regression were used.

**Results.** The highest number of cases was observed in the 50–59 age group, whereas the highest median LPWC level was found among workers under 40 years of age. Injuries predominated in the younger group, while pneumoconioses predominated in older age groups. The structure of disease classes differed statistically between age groups, with a moderate association. The cause of disability was associated with LPWC level: higher median values were observed for work-related injuries and general diseases compared with occupational diseases, although the effect was small. Regional differences persisted after adjustment for covariates. In the regression model, Pavlodar Region and Astana city were associated with higher expected LPWC values compared with the reference region.

**Conclusion.** Interpretation of LPWC indicators requires consideration of the age, nosological, and regional structure of cases. More accurate risk assessment requires data on industry, work experience, working conditions, and the number of workers in risk groups.

**Key words:** occupational diseases, work-related injuries, work ability assessment, disability assessment, analysis of factors.