

# ENGINEER



international scientific journal

**SPECIAL ISSUE**

**E-ISSN**

3030-3893

**ISSN**

3060-5172



SLIB.UZ  
Scientific Library of Uzbekistan



A bridge between science and innovation



**TOSHKENT DAVLAT  
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state  
transport university



**ENGINEER**

**A bridge between science and innovation**

**E-ISSN: 3030-3893**

**ISSN: 3060-5172**

**SPECIAL ISSUE**

**16-iyun, 2025**



**[engineer.tstu.uz](http://engineer.tstu.uz)**

**“QURILISHDA YASHIL IQTISODIYOT, SUV VA ATROF-MUHITNI ASRASH  
TENDENSIYALARI, EKOLOGIK MUAMMOLAR VA INNOVATSION  
YECHIMLAR” MAVZUSIDAGI RESPUBLIKA MIQYOSIDAGI  
ILMIY-AMALIY KONFERENSIYA  
TASHKILIY QO‘MITASI**

1. Abdurahmonov O.K. – O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi ijtimoiy rivojlantirish departament rahbari, Toshkent davlat transport universiteti rektori
2. Gulamov A.A – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
3. Shaumarov S.S – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
4. Suvonqulov A.X. – O‘zsuvta’minoti AJ raisi
5. Xamzayev A.X. – O‘zbekiston ekologik partiyasi raisi
6. Maksumov N.E. – O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Qurilish va uy-joy kommunal xo‘jaligi sohasida nazorat qilish inspeksiyasi boshlig‘i o‘rinbosari
7. Baratov D.X. – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
8. Turayev B. X – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
9. Norkulov S.T. – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
10. Adilxodjayev A.E. – Universitetdagi istiqbolli va strategik vazifalarni amalga oshirish masalalari bo‘yicha rektor maslahatchisi
11. Negmatov S.S. – “Fan va taraqqiyot” DUK ilmiy rahbari, O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Akademigi
12. Abed N.S. – “Fan va taraqqiyot” DUK raisi
13. Merganov A.M – Ilmiy tadqiqotlar, innovatsiyalar va ilmiy-pedagogik kadrlar tayyorlash bo‘limi boshlig‘i
14. Ibadullayev A. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrası professori
15. Rizayev A. N. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrası professori
16. Xalilova R.X. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrası professori
17. Babayev A.R. – “Qurilish muhandisligi” fakulteti dekani
18. Boboxodjayev R.X – Tahririy nashriyot va poligrafiya bo‘limi boshlig‘i
19. Talipov M.M – Ilmiy nashrlar bilan ishlash bo‘limi boshlig‘i
20. Maxamadjonova Sh.I. - Matbuot xizmati kontent-menedjeri
21. Umarov U.V. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrası mudiri
22. Eshmamatova D.B. – Oliy matematika kafedrası mudiri
23. Muxammadiyev N.R. – Bino va sanoat inshootlari qurilishi kafedrası mudiri
24. Tursunov N.Q. – Materialshunoslik va mashinasozlik kafedrası mudiri
25. Shermuxammedov U.Z. – Ko‘priklar va tonnellar kafedrası mudiri
26. Lesov Q.S. – Temir yo‘l muhandisligi kafedrası mudiri
27. Pirnazarov G‘.F. – Amaliy mexanika kafedrası mudiri
28. Teshabayeva E.U. – Tabiiy fanlar kafedrası professori
29. Chorshanbiyev Umar Ravshan o‘g‘li – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrası dotsent v.b.
30. Obidjonov Axror Jo‘raboy o‘g‘li – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrası assistenti



## Comprehensive assessment of the probability and severity of accidents at the mines of Donskoy gok using the Kinney method

U.K. Akishev<sup>1</sup>, K.S. Lesov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan

**Abstract:** The article examines an approach to the comprehensive assessment of occupational injury risks in the underground mining operations of the Donskoy Mining and Processing Plant using the Kinney method. The analysis is based on data from 180 registered accidents that occurred over a 21-year period at the “Molodezhnaya,” “DNK,” and “ShSC” mines. Hazard identification was carried out using an internal classifier, highlighting the most significant events, including rock falls and collapses, the impact of moving machinery, and falls from heights. Calculations using the Kinney method showed that the risk level for the main hazard type (code 15) exceeds acceptable thresholds ( $R = 300$ , with a permissible limit of 70 points), classifying it as an unacceptable risk. Reasoned conclusions were made regarding the necessity of implementing preventive measures based on quantitative analysis. The proposed approach allows for the systematization of industrial safety management at facilities with a high level of injury risk.

**Keywords:** occupational injuries, professional risks, underground mining operations, Kinney method, mines, risk assessment, labor safety, Donskoy GOK, rock falls, hazard classifier, mining, Kazakhstan

## Комплексная оценка вероятности и тяжести последствий несчастных случаев на шахтах донского гока с использованием метода Киннея

Акишев У.К.<sup>1</sup>, Лесов К.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

**Аннотация:** В статье рассмотрен подход к комплексной оценке профессиональных рисков травматизма на подземных горных работах Донского горно-обогатительного комбината с использованием метода Киннея. В качестве исходной базы использованы данные 180 зарегистрированных несчастных случаев, произошедших на шахтах «Молодёжная», «ДНК» и ШСЦ за 21-летний период. Проведена идентификация опасностей по внутреннему классификатору, выделены наиболее значимые события, включая падения пород и обрушения, воздействие движущихся механизмов и падения с высоты. Расчёты по методу Киннея показали, что уровень риска по основному виду опасности (код 15) превышает допустимые значения ( $R = 300$  при пороге в 70 баллов), что классифицируется как неприемлемый риск. Сделаны обоснованные выводы о необходимости внедрения предупредительных мер на основе количественного анализа. Представленный подход позволяет систематизировать управление промышленной безопасностью на объектах с высокой степенью травмоопасности.

**Ключевые слова:** производственный травматизм, профессиональные риски, подземные горные работы, метод Киннея, шахты, оценка риска, безопасность труда, Донской ГОК, падение пород, классификатор опасностей, горное дело, Казахстан

### 1. Введение

Промышленный травматизм на подземных горных работах продолжает оставаться одной из наиболее острых и недостаточно решённых проблем в горнодобывающей отрасли. По данным Международной организации труда (МОТ), ежегодно на производстве происходит более 2,7 миллиона смертей, а свыше 374 миллионов работников получают травмы различной степени тяжести [1]. Особенно высокий уровень риска фиксируется в сфере подземной добычи полезных ископаемых, где совокупность природных, техногенных и организационных факторов приводит к значительной вероятности несчастных случаев с тяжёлыми последствиями [2, 3]. Мировая научная литература свидетельствует о растущем интересе к методам количественной оценки и управления

профессиональными рисками на предприятиях с повышенной опасностью. В частности, широкое распространение получили методы матричной оценки (Fine-Kinney method, HAZOP, FMEA) [4–6]. Однако их применение в условиях подземной добычи в странах Центральной Азии, включая Казахстан, представлено недостаточно широко [3, 7–9]. Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью практической адаптации метода Киннея к условиям шахт Донского горно-обогатительного комбината (АО «ТНК Казхром»), где за последние десятилетия фиксировался стабильно высокий уровень производственного травматизма [10–12].

Предметом исследования являются условия труда и статистические показатели травматизма на подземных шахтах Донского ГОКа за 21-летний период.





Целью исследования является проведение комплексной количественной оценки вероятности и тяжести последствий несчастных случаев на подземных горных работах Донского ГОКа с применением метода Киннея.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

провести идентификацию и классификацию опасных и вредных производственных факторов на основе внутреннего классификатора комбината;

проанализировать статистические данные о несчастных случаях на шахтах «Молодёжная», «ДНК» и ШСЦ;

выполнить расчёт показателя степени риска по основным видам опасностей в соответствии с методикой Киннея;

определить уровень допустимости риска и выделить события, требующие приоритетных профилактических мер;

обосновать целесообразность применения метода Киннея для управления производственными рисками в условиях подземных горных работ.

## 2. Материалы и методы

Объектом исследования являются подразделения Донского горно-обогатительного комбината (АО «ТНК Казхром»), осуществляющие подземные горные работы. В анализ включены данные по трём основным шахтам: «Молодёжная», «10-летия Независимости Казахстана» (ДНК) и ШСЦ (шахтостроительный цех), где за 21-летний период было зарегистрировано 180 несчастных случаев [10–12]. Основным источником эмпирической информации послужили журналы регистрации несчастных случаев и внутренние отчёты по промышленной безопасности за 21-летний период. В рассматриваемый период представлены подробные сведения о дате происшествия, профессии и возрасте пострадавшего, подразделении, стаже, а также классификации происшествия по принятому перечню опасных производственных факторов [11, 13, 14].

Методика идентификации и классификации опасностей процесс идентификации опасных и вредных производственных факторов осуществлялся на основе внутреннего классификатора предприятия, включающего 23 группы типовых опасностей (от падений и обвалов до воздействия вредных веществ, электроснабжения и взрывчатых материалов) [2]. Каждому происшествию в базе данных присваивался уникальный код согласно классификатору [7].

**Применение метода Киннея.** Для количественной оценки уровня риска использовалась модифицированная матрица Киннея. Метод основывается на расчёте степени риска ( $R$ ) по  $i$ -ому классификатору, как произведения трёх параметров [4, 15, 16]:

$$R_i = P_i \cdot E_i \cdot G_i$$

где:

$P_i$  – вероятность возникновения события,

$E_i$  – частота подверженности работника данному риску,

$G_i$  – тяжесть последствий происшествия.

Каждый из показателей определялся по балльной шкале на основании нормативных данных,

составленных с учётом рекомендаций Kinney & Wiruth (1976) и адаптированных к промышленным условиям:

Вероятность события ( $P$ ): от 0,1 (фактически невозможно) до 10 (высокая вероятность).

Частота воздействия ( $E$ ): от 0,5 (редко) до 10 (ежедневно).

Тяжесть последствий ( $G$ ): от 1 (микротравма) до 100 (многократные смертельные случаи).

**Алгоритм расчёта.** Сбор и структурирование данных по всем несчастным случаям ( $n = 180$ ) на шахтах.

Идентификация типа опасности по каждому случаю (напр., падение породы – код 15).

Агрегирование случаев по типам опасностей и определение их доли в общем числе.

Оценка вероятности ( $P$ ) – на основе расчёта ожидаемой частоты события в год на одного работника.

Определение частоты воздействия ( $E$ ) – исходя из средней периодичности происшествий.

Классификация серьёзности последствий ( $G$ ) – по количеству случаев с летальным или тяжёлым исходом.

Расчёт степени риска ( $R$ ) по каждому типу событий.

Сравнение полученных значений с допустимыми порогом (внутренние нормативы предприятия: допустимый уровень  $R \leq 70$ ).

Критерии допустимости и категоризация рисков

Риски классифицировались следующим образом:

Значение $R$	Категория риска	Рекомендуемые действия
$R \leq 70$	Допустимый	Контроль, мониторинг
71–200	Повышенный (умеренно высокий)	Требуется плановых профилактических мер
$> 200$	Неприемлемый	Требуется немедленное вмешательство

## 3. Результаты и обсуждение

По результатам анализа 180 несчастных случаев, наиболее опасными были признаны падения и обвалы породы (код 15) – 78 случаев, воздействие движущихся предметов (код 09) – 53 случая, падения с высоты (код 14) – 33 случая.

Таким образом, более 90% всех происшествий приходится на три доминирующие категории, из которых наиболее опасной с точки зрения частоты и последствий являются обвалы и падения породы (код 15). Эти данные легли в основу дальнейшей количественной оценки риска.

Расчёт степени риска по методу Киннея (для события №15).

Исходные значения:

Общее количество случаев по событию 15 за 21 год:

$$KHC_{15}=78$$

Среднегодовое количество случаев:

$$СКHC_{15}=78/21=3,71$$

Среднегодовая численность работников подземных шахт:

$$n=1184$$

Ожидаемая частота события на одного работника:

$$OCH_{15}=3,71/1184\approx 0,00313$$

Расчёт степени риска по коду 15:

$$P = 3; E = 1; G = 100$$

$$R_{15} = 3 \times 1 \times 100 = 300$$

Полученное значение существенно превышает допустимый предел ( $R \leq 70$ ) и классифицируется как неприемлемый риск. Это указывает на необходимость немедленного внедрения технических и организационных мер, таких как модернизация систем крепления, контроль за буровзрывными работами и оптимизация маршрутов движения персонала.

Метод Киннея широко применяется на предприятиях Европы и Азии для базовой количественной оценки рисков. Однако его практическое внедрение в горнодобывающей отрасли СНГ остаётся ограниченным. Полученные в данном исследовании результаты подтверждают высокую адаптивность и чувствительность метода к специфике подземных работ и демонстрируют его эффективность в идентификации критических зон производственной опасности.

Анализ и расчет показателей риска по реальным статистическим данным за длительный период позволяет:

формализовать оценку производственной опасности;

внедрить количественные критерии для принятия решений в области охраны труда;

повысить качество разработки предупредительных мероприятий и системы управления промышленной безопасностью.

## 4. Заключение

Проведённое исследование подтвердило высокую степень производственной опасности на подземных горных работах Донского горно-обогатительного комбината. На основе анализа статистики несчастных случаев за период 1995–2016 гг. и применения метода Киннея была выполнена количественная оценка профессиональных рисков. Идентифицированы основные типы опасных событий, среди которых наибольшую долю составляют падения, обрушения и обвалы пород (код 15), а также воздействие движущихся механизмов и падения с высоты.

Для события типа 15 рассчитанный уровень риска составил  $R = 300$ , что более чем в 4 раза превышает предельно допустимое значение. Это позволяет классифицировать данный риск как неприемлемый, требующий немедленного внедрения технических и организационных мер по снижению вероятности и тяжести последствий.

Применение метода Киннея в условиях подземных горных работ показало высокую эффективность в структурировании анализа, ранжировании опасностей и принятии обоснованных решений в области охраны труда. Результаты настоящей работы могут быть использованы для:

формирования корпоративных стандартов оценки риска;

проектирования систем предупреждения травматизма;

подготовки отраслевых методических рекомендаций в горнодобывающей сфере.

Таким образом, методологический подход, представленный в статье, имеет для предприятий горнопромышленного комплекса, а также может быть адаптирован высокую научную и практическую значимость для других отраслей с высоким уровнем профессионального риска.

## Использованная литература / References

- [1] Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Guidelines for Hazard Identification and Risk Assessment. – U.S. Department of Labor, 2020. URL: <https://www.osha.gov/risk-assessment>.
- [2] Искаков Ж.Т., Айгазин Б.А. Анализ травматизма и оценка риска в горнодобывающей промышленности Казахстана // Горное дело и промышленная безопасность. 2019. № 4. С. 22–27.
- [3] Мухамедиярова А.А., Жанаспаева М.М., Кульманова С.Р. Профессиональные риски и профилактика производственного травматизма на предприятиях горной промышленности Республики Казахстан // Вестник Карагандинского университета. Серия «Химия. Геология. Экология». 2021. № 1(101). С. 140–148.
- [4] Kinney G.F., Wiruth A.D. Practical Risk Analysis for Safety Management. – China Lake: Naval Weapons Center, 1976. – 78 p.
- [5] Seo D.-C., Torabi M.R., Blair E.H., Ellis N.T. A cross-sectional study of the impact of safety climate on injury outcomes among manufacturing workers // Journal of Safety Research. 2015. Vol. 53. P. 105–111. DOI: 10.1016/j.jsr.2015.03.008
- [6] Gholami M., Nasiri F., Aghaei M. Safety risk assessment using modified Fine–Kinney method combined with FMEA approach in underground mines // International Journal of Mining and Geo-Engineering. 2020. Vol. 54, No. 2. P. 123–134. DOI: 10.22059/IJMG.2020.280847.594776
- [7] Сулейменов К.Е., Джаксылык Б.К. Метод оценки риска по Киннею на объектах недропользования // Геология и недропользование. 2020. № 2(69). С. 91–95. URL: <https://geology-kz.com>.
- [8] Николаев, С. П. Оценка производственных рисков на шахтах с использованием метода Кинни / С. П. Николаев // Горный журнал. – 2019. – № 7. – С. 60–64. – DOI: 10.17580/gzh.2019.07.12.
- [9] Тлеубаев, А. Б. Оценка рисков на предприятиях горнодобывающей отрасли Казахстана / А. Б. Тлеубаев // Вестник КазНТУ. – 2018. – № 6. – С. 90–95.
- [10] Акишев, У. К. Анализ производственного травматизма на шахтах Донского ГОКа / У. К. Акишев // Вестник горной науки. – 2015. – № 3. – С. 78–82.
- [11] Акишев, У. К. Применение метода Кинни для оценки рисков в горнодобывающей отрасли Казахстана / У. К. Акишев, М. Т. Ержанов // Труды Международной конференции по промышленной безопасности. – Алматы: КазНИИПБ, 2016. – С. 112–117.
- [12] Акишев, У. К. Повышение безопасности труда на шахтах Донского ГОКа / У. К. Акишев // Материалы научно-практической конференции "Инновации в горном деле". – Караганда: КарГТУ, 2017. – С. 55–59.

[13] Министерство труда и социальной защиты населения Республики Казахстан. Национальный доклад о состоянии условий и охраны труда в Республике Казахстан за 2020 год. – Нур-Султан: МТСЗН РК, 2021. – 120 с. URL: <https://www.enbek.gov.kz>.

[14] Республика Казахстан. Технический регламент «Требования к обеспечению промышленной безопасности на опасных производственных объектах». Утв. Постановлением Правительства РК от 16.01.2012 № 55. – Астана: НЦТБ, 2012. – 42 с.

[15] Бобров А.В., Семёнов В.Н. Методика количественной оценки профессиональных рисков методом Киннея // Безопасность труда в промышленности. 2017. № 6. С. 15–19. URL: <https://btpnadzor.ru>.

[16] Хабибуллин Р.Ф. Комплексный подход к оценке и управлению производственными рисками на предприятиях угольной отрасли // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 6. С. 157–165. DOI: 10.25018/0236-1493-2022-6-0-157-165

## Информация об авторах / Information about authors

**Акишев  
Узакбай  
Кутыбаевич** Ташкентский государственный  
транспортный университет (ТГТУ).  
Темирйулчилар ул., д. 1, г. Ташкент,  
100167, Узбекистан.  
Самостоятельный исследователь,  
ТГТУ.

Тел.: +7 702 509 16 90.

<https://orcid.org/0000-0002-2568-2226>

**Лесов  
Кувандик  
Сагинович** Ташкентский государственный  
транспортный университет (ТГТУ).  
Темирйулчилар ул., д. 1, г. Ташкент,  
100167, Узбекистан.

Кандидат технических наук,  
профессор кафедры «Инженерия  
железных дорог», ТГТУ.

Тел.: +99 (871) 299-03-80.

E-mail: [kuvandikl@mail.ru](mailto:kuvandikl@mail.ru)

<https://orcid.org/0000-0002-9434-0713>



<b>V. Soy, J. Turgaev, N. Takhirzhanov</b> <i>Strength investigation of modified vermiculite concrete.....</i>	<b>142</b>
<b>N. Mukhammadiev, M. Mukhammadrasulov, D. Tursinaliev</b> <i>Flexible concrete (ECC) and its potential for sustainable construction in Uzbekistan .....</i>	<b>145</b>
<b>S. Komilov</b> <i>The main factors in determining optimal operating modes when compacting road foot grills with vibrating catocs.....</i>	<b>148</b>
<b>S. Komilov</b> <i>Method of detecting interaction paramaters between the physical model valet and grunt.....</i>	<b>151</b>
<b>A. Abdusattarov, N. Ruzieva</b> <i>Methodological approaches to the implementation of the calculation of shell pipelines beyond the limits of elasticity under cyclic loading.....</i>	<b>154</b>
<b>G. Khalfin</b> <i>Current trends and innovative solutions in the construction sector.....</i>	<b>161</b>
<b>U. Akishev, K. Lesov</b> <i>Comprehensive assessment of the probability and severity of accidents at the mines of Donskoy gok using the Kinney method.....</i>	<b>164</b>
<b>G. Khalfin</b> <i>The introduction of the latest technologies and devices in the field of railway transport conditions.....</i>	<b>168</b>
<b>A. Islomov</b> <i>The maintenance of rails is a minor factor contributing to the extension of the service life of the railway track.....</i>	<b>171</b>
<b>A. Islomov</b> <i>Impact of high-speed trains on the service life of the rails.....</i>	<b>174</b>
<b>A. Abdujabarov, M. Khamidov, M. Mekhmonov</b> <i>Study and mitigation measures for the effects of stresses and vibrodynamic forces on rails resulting from the movement of freight train wheels.....</i>	<b>177</b>
<b>I. Hikmatova, F. Zokirov</b> <i>Determination of the displacements of the conjugated ends of the span structures of bridge structures and recommendations for selecting modern designs of deformation joints.....</i>	<b>182</b>