

## ОЦЕНКА РИСКА ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОБУСЛОВЛЕННОЙ ПАТОЛОГИИ У РАБОТНИКОВ ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

<sup>1</sup>Страшникова Т.Н., <sup>2</sup>Олешенко А.М., <sup>2</sup>Суржиков Д.В.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта (СибГУФК)», Омск, Россия (644099, Омск, ул. Масленникова, 144), e-mail: tanya115602@gmail.com

<sup>2</sup>ФГБУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний» СО РАМН, Новокузнецк, Россия (654041, Новокузнецк, Кемеровская обл., ул. Кутузова, 23), e-mail:ecologia\_nie@mail.ru

---

Проведена оценка риска профессионально обусловленной шумовой и пылевой патологии, риска хронической интоксикации, связанного с содержанием в воздухе рабочей зоны токсичных газообразных веществ. Рассмотрена совокупность уровней риска на рабочих местах горнорудного производства. Определены значения таксономического показателя, характеризующего совокупный уровень риска, связанного с условиями труда работников горнорудной промышленности. В результате исследования установлено, что основной вклад в формирование риска хронической интоксикации вносят оксиды азота. Совокупный уровень риска, имплицированного с вредными факторами производственной среды, отмечается в производственно профессиональной группе – машинист виброгрузочной установки.

---

Ключевые слова: профессиональный риск, оценка, горнорудная промышленность.

## RISK ASSESSMENT PROFESSION-RELATED PATHOLOGY IN WORKERS OF ORE-MINING INDUSTRY

<sup>1</sup>Strashnikova T.N., <sup>2</sup>Oleshchenko A.M., <sup>2</sup>Surjikov D.V.

<sup>1</sup>FGBOU VPO "The Siberian state university of physical culture and sport", Omsk, Russia (644009, Omsk, Maslennikov St., 144), e-mail:kateha007@bk.ru

<sup>2</sup>FSBI «Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases» under Siberian Branch of the RAMS, Novokuznetsk, Russia, (654041, Novokuznetsk, Kemerovo Region, Kutuzov street, 23), e-mail:ecologia\_nie@mail.ru

---

The assessment of risk of professionally caused noise and dust pathology, the risk of chronic intoxication connected with the content in air of a working zone of toxic gaseous substances is carried out. Set of risk levels on workplaces of mining production is considered. Values of the taxonomical indicator characterizing a cumulative risk level, connected with working conditions of employees of the mining industry are defined. As a result of research it is established that the main contribution to formation of risk of chronic intoxication is made by nitrogen oxides. The cumulative risk level, implitsirovanny with harmful factors of the production environment, is noted in is production to professional group – the driver of vibroloading installation.

---

Keywords: professional risk, assessment, mining industry.

### Введение

Важнейшей задачей, стоящей в XXI веке перед горнорудной промышленностью всех промышленных стран мира, является повышение эффективности труда, что приводит к интенсивным поискам новых систем разработки месторождений [1,3,7,9,13]. В силу несовершенства применяемых в настоящее время технологий условия труда горнорабочих характеризуются повышенной запыленностью и загазованностью, а также высоким уровнем шума, превышающим нормативные показатели [2, 3, 6, 8,11,12].

Горнорудные работы производятся с использованием взрывчатых веществ. При взрыве зарядов в шпурах происходит раздробление горной массы, при этом в воздух рабочей зоны выделяется ряд газов: оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы, сероводород [5, 8, 10, 14].

Основными причинами повышенных концентраций аэрозольных веществ в воздухе рабочей зоны горнорудного производства являются взрывные и буровые работы, погрузка породы, руды, крепление выработок. Источниками повышенного уровня шума на рабочих местах горнорабочих являются: самоходно буровые установки с установленными на них перфораторами, буровые установки, породопогрузочные машины, переносные перфораторы, скреперные лебедки, ковшевые погрузчики, шахтовые вагоны, сварочные аппараты, установки, предназначенные для нанесения на поверхность выработок бетонной смеси [1, 4, 5, 14].

**Цель исследования** – оценить риск профессионально обусловленной шумовой, пылевой и интоксикационной (загазованность) патологии у работников горнорудной промышленности.

#### **Материал и методы исследования**

Нами было рассмотрено 7 профессиональных групп работников горнорудного производства, которые характеризуются набором диагностических признаков производственной среды, включающим следующие элементы: уровень запыленности воздуха на рабочем месте, уровень шума, содержание оксида углерода и оксидов азота в воздухе рабочей зоны. Численные значения вредных факторов производственной среды были получены путем выкопировки из карт аттестации рабочих мест по условиям труда.

Сопоставление между многомерными объектами проводилось с помощью матрицы евклидовых расстояний между точками многомерного пространства, исчисляемых по правилам аналитической геометрии. На основе значений матрицы таксономических расстояний между объектами построен дендрит, т.е. ломанная, которая может разветвляться, но не может содержать замкнутых ломанных. Таким образом, было получено нелинейное упорядочение изучаемых объектов, характеризующееся отсутствием явной иерархии. Отсутствие иерархии выразилось в том, что некоторые единицы связаны с большим числом других единиц. Задача состояла в выборе наилучшего упорядочения, заключающегося в нахождении такого дендрита, в котором смежные единицы имели наименее различающиеся значения признаков.

Также, нами была рассмотрена совокупность уровней риска на рабочих местах горнорудного производства, которая характеризовалась следующими элементами: риск профессионально обусловленной шумовой патологии, риск профессионально обусловленной пылевой патологии, риск хронической интоксикации.

Риск профессионально обусловленной шумовой патологии у работников горнорудного производства осуществлялся в соответствии с моделью, учитывающей

стажевую дозу  $Lgm(T)$  для стажа, составляющего  $T$  лет. Расчет риска ( $R$ ) осуществлялся по формуле (1):

$$R = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{Prob} e^{-t^2/2} dt \quad (1),$$

где  $Prob = -8,25 + 0,07 Lgm(T)$ , где  $Lgm(T) = L_{\text{гг}} + 10 \lg \frac{T}{T_0}$ , где  $T_0 = 1$  год.

Оценку риска профессионально обусловленной патологии, связанного с загрязнением воздуха рабочей зоны пылью, также осуществлялось с использованием уравнения индивидуальных порогов по формуле (1). Задача заключалась в определении коэффициента для оценки риска  $Prob$  по формуле:

$$Prob = -2,0 + 1,55 \lg \frac{C}{\text{ПДК}_{\text{р.з.}}} \lg T,$$

где  $C$  – среднесменная концентрация пыли в воздухе рабочей зоны;  $\text{ПДК}_{\text{р.з.}}$  – предельно допустимая концентрация пыли в воздухе рабочей зоны;  $T$  – стаж работы (годы).

На основе значений перечисленных признаков была составлена неупорядоченная матрица евклидовых расстояний между профессиональными группами горнорудного производства и определены расстояния от точек, характеризующих нагрузку факторами риска в конкретных специальностях до гипотетической точки, представляющей собой максимум нагрузки факторами риска.

Таксономический показатель уровня совокупного риска характеризуется тем, что является величиной положительной и лишь с незначительной вероятностью может оказаться равным 1. Интерпретируется он следующим образом: данный объект (профессиональная группа) тем больше подвергается воздействию факторов риска, чем ближе значения показателя к 1.

### Результаты исследования

Данное исследование рассматривает оценку риска как статистического понятия, определяемого как ожидаемая частота или вероятность нежелательных эффектов, возникающих от воздействия опасности, связанной с фактором производственной среды.

Установлено, что среднесменный уровень шума на рабочих местах составляет 87-113 дБ, превышение предельно допустимого уровня – 7-33 дБ (табл. 1).

Таблица 1

Риск профессионально-обусловленной шумовой патологии у работников ОАО «Евразруда»,  
Таштагольский филиал

№	Профессия	Среднесмен- ный уровень шума, дБ	Превышение ПДУ, дБ	Риск при стаже, доли единицы		
				5 лет	15 лет	25 лет
1	Проходчик (участок горно-подготовительных работ № 10)	111	31	0,5	0,63	0,69
2	Проходчик (участок нарезных работ № 6)	113	33	0,56	0,68	0,74
3	Машинист буровой установки (участок буровых работ № 9)	107	27	0,41	0,52	0,59
4	Машинист погрузочной машины (участок очистных работ №1)	95	15	0,14	0,21	0,27
5	Машинист вибропогрузочной установки (участок очистных работ №1)	94	14	0,12	0,21	0,24
6	Подземный горнорабочий (участок внутришахтового транспорта №11)	100	20	0,21	0,34	0,38
7	Электрослесарь по ремонту оборудования (ремонтно-восстановительный участок №4)	87	7	0,05	0,1	0,12

Риск профессионально обусловленной шумовой патологии у работников горнорудного производства отмечается на уровне 0,05-0,56 (в долях единицы) при производственном стаже 5 лет; 0,1-0,68 – при стаже работы 15 лет; 0,12-0,74 – при стаже 25 лет. Наибольший уровень риска регистрируется в производственно профессиональных группах проходчик и машинист буровой установки – соответственно 0,69-0,74 и 0,59 при стаже 25 лет; наименьший риск регистрируется в производственно профессиональной группе электрослесарь по ремонту оборудования.

Среднесменные концентрации пыли в воздухе производственной зоны горнорудного производства составляют 5,9-43,2 мг/м<sup>3</sup>; кратность превышения ПДК воздуха рабочей зоны установлена в пределах от 1,47 до 10,8 раза (табл. 2).

Таблица 2

Риск профессионально-обусловленной патологии у работников ОАО «Евразруда», Таштагольский филиал, связанный с загрязнением воздуха рабочей зоны пылью (содержание SiO<sub>2</sub> – 2-10%)

№	Профессия	Среднесменная концентрация пыли, мг/м <sup>3</sup>	Кратность превышения ПДК <sub>рз</sub> , раз	Риск при стаже, доли единицы		
				5 лет	15 лет	25 лет

1	Проходчик (участок горно-подготовительных работ № 10)	28,3	7,07	0,14	0,33	0,44
2	Проходчик (участок нарезных работ № 6)	39,4	9,85	0,18	0,42	0,56
3	Машинист буровой установки (участок буровых работ № 9)	30,7	7,67	0,15	0,35	0,47
4	Машинист погрузочной машины (участок очистных работ №1)	16,9	4,22	0,1	0,18	0,27
5	Машинист вибропогрузочной установки (участок очистных работ №1)	43,2	10,8	0,18	0,46	0,58
6	Подземный горнорабочий (участок внутришахтового транспорта №11)	13,9	3,47	0,08	0,16	0,21
7	Электрослесарь по ремонту оборудования (ремонтно-восстановительный участок №4)	5,9	1,47	0,04	0,05	0,06

Риск профессионально обусловленной патологии у работников горнорудного производства, связанный с запыленностью воздуха рабочей зоны, регистрируется на уровне 0,04-0,18 (в долях единицы) при стаже работы 5 лет; 0,05-0,46 при стаже – 15 лет; 0,06-0,58 при стаже – 25 лет. Максимальные уровни риска отмечаются в профессионально производственных группах проходчик и машинист вибропогрузочной установки (0,56 и 0,58 соответственно). Минимальный риск регистрируется в производственно профессиональных группах электрослесарь по ремонту оборудования и подземный горнорабочий.

Анализ загазованности воздуха рабочей зоны горнорудного производства показал, что среднесменные концентрации оксидов азота (в пересчете на NO<sub>2</sub>) и углерода в основном не превышают нормативные показатели. Кратность превышения ПДК воздуха рабочей зоны по оксидам азота составляет 0,06-0,41 раза; по оксиду углерода – 0,19-1,35 раза. Превышение гигиенического норматива содержания оксида углерода отмечается в производственно профессиональной группе машинист вибропогрузочной установки (табл. 3).

Таблица 3

Содержание оксидов азота и углерода в воздухе на рабочих местах работников ОАО  
«Евразруда», Таштагольский филиал

№	Профессия	Среднесменная концентрация оксидов азота (в пересчете на NO <sub>2</sub> ), мг/м <sup>3</sup>	Кратность превышения ПДК <sub>рз</sub> , раз	Среднесменная концентрация оксида углерода, мг/м <sup>3</sup>	Кратность превышения ПДК <sub>рз</sub> , раз
1	Проходчик (участок горно-подготовительных работ № 10)	0,67	0,13	5,03	0,25
2	Проходчик (участок нарезных работ № 6)	0,4	0,08	3,72	0,19
3	Машинист буровой установки (участок буровых работ № 9)	0,29	0,06	4,52	0,23
4	Машинист погрузочной машины (участок очистных работ №1)	0,8	0,16	12,6	0,63
5	Машинист вибропогрузочной установки (участок очистных работ №1)	2,07	0,41	27,0	1,35
6	Подземный горнорабочий (участок внутришахтового транспорта №11)	0,54	0,11	4,53	0,23
7	Электрослесарь по ремонту оборудования (ремонтно-восстановительный участок №4)	0,94	0,19	9,52	0,48

Риск хронической интоксикации в производственно профессиональных группах горнорудного производства, связанный с содержанием токсичных газов в воздухе рабочей зоны, установлен на уровне 0,029-0,185 (в долях единицы). Максимальные уровни риска регистрируются в производственно профессиональной группе машинист вибропогрузочной установки (0,185); минимальные – в группах проходчик и машинист буровой установки (0,037-0,059 и 0,029 соответственно). Удельный вес оксидов азота в риске хронической интоксикации отмечается в пределах от 69,0 до 83,1% (табл. 4).

Таблица 4

Риск хронической интоксикации у работников ОАО «Евразруда», Таштагольский филиал, связанный с загрязнением воздуха рабочей зоны оксидами азота и углерода (стаж работы 25 лет), доли единицы

№	Профессия	Риск, связанный с оксидами азота	Риск, связанный с оксидом углерода	Суммарный риск	Превышение приемлемого риска, раз	Удельный вес оксидов азота в риске, %

1	Проходчик (участок горно-подготовительных работ № 10)	0,049	0,01	0,059	2,95	83,1
2	Проходчик (участок нарезных работ № 6)	0,029	0,008	0,037	1,85	78,4
3	Машинист буровой установки (участок буровых работ № 9)	0,02	0,009	0,029	1,45	69,0
4	Машинист погрузочной машины (участок очистных работ №1)	0,055	0,023	0,078	3,9	70,5
5	Машинист вибропогрузочной установки (участок очистных работ №1)	0,136	0,049	0,185	9,25	73,5
6	Подземный горнорабочий (участок внутришахтового транспорта №11)	0,037	0,008	0,045	2,25	82,2
7	Электрослесарь по ремонту оборудования (ремонтно-восстановительный участок №4)	0,064	0,018	0,082	4,1	78,0

На рисунке 1 представлен дендрит производственно профессиональных групп горнорудного производства, построенный на значениях факторов производственной среды.

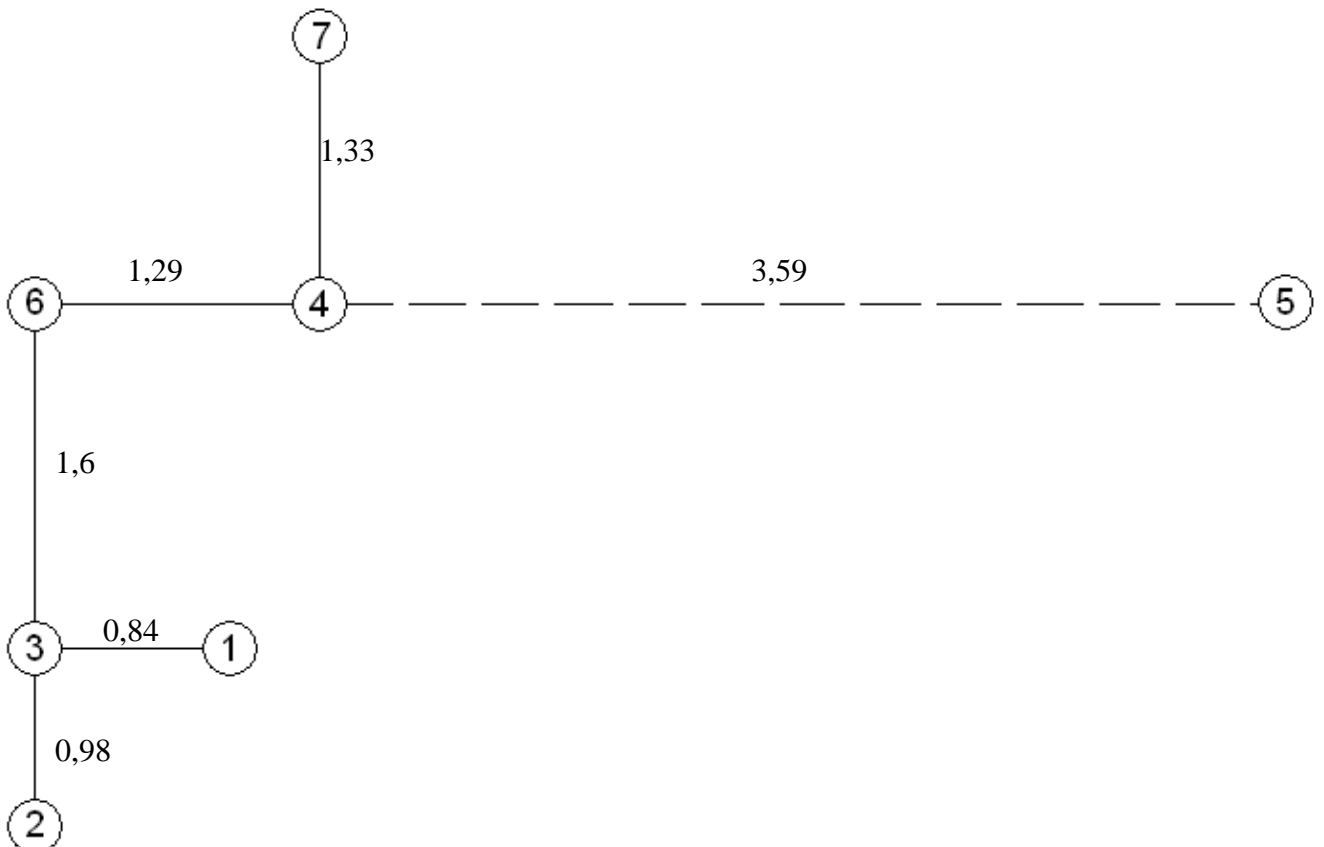


Рис. 1. Дендрит профессий горнорудного производства, построенный факторам условий труда – шум, концентрации пыли, оксидов азота и углерода (критическое евклидово расстояние 3,44)

Установлено, что дендрит распадается на два кластера, в 1-ый входят 6 профессий – проходчик участка горноподготовительных работ, проходчик участка нарезных работ, машинист буровой установки, подземный горнорабочий, машинист погрузочной машины и электрослесарь по ремонту оборудования. Условия труда данных профессиональных групп, по рассматриваемым вредным факторам производственной среды, обладают чертами подобия. Во второй кластер входит профессиональная группа машинист вибропогрузочной установки, евклидово расстояние между двумя кластерами составляет 3,59, что превышает критическое расстояние. Условия труда машиниста вибропогрузочной установки характеризуются более высокими значениями рассматриваемых вредных факторов производственной среды.

Таксономический показатель, характеризующий совокупный уровень риска, связанного с вредными факторами производственной среды, имеет максимальное значение в профессиональных группах проходчик – 0,37-0,44 и машинист вибропогрузочной установки – 0,52. Минимальные значения таксономического показателя отмечаются в профессиональных группах подземный горнорабочий – 0,18 и электрослесарь по ремонту оборудования – 0,03 (табл. 5).

Таблица 5

Таксономический показатель, комплексно характеризующий уровень риска, связанного с условиями труда работников горнорудного производства (при стаже работы 25 лет)

№	Профессия	Таксономический показатель	Ранговый показатель
1	Проходчик (участок горно-подготовительных работ № 10)	0,44	2
2	Проходчик (участок нарезных работ № 6)	0,37	3
3	Машинист буровой установки (участок буровых работ № 9)	0,31	4
4	Машинист погрузочной машины (участок очистных работ №1)	0,26	5
5	Машинист вибропогрузочной установки (участок очистных работ №1)	0,52	1
6	Подземный горнорабочий (участок внутришахтового транспорта №11)	0,18	6
7	Электрослесарь по ремонту оборудования (ремонтно-	0,03	7



## Выводы

1. Условия труда работников основных профессиональных групп горнорудного производства характеризуются повышенными уровнями шума и запыленности воздуха рабочей зоны. Отмечаются недопустимо высокие уровни риска профессионально обусловленной патологии, достигающие значений 0,12-0,74 при воздействии шума и 0,06-0,58 при воздействии взвешенных частиц воздуха рабочей зоны.

2. Риск хронической интоксикации, связанный с загазованностью воздуха рабочей зоны токсичными соединениями, превышает приемлемый уровень в профессиональных группах горнорудного производства в 1,45-9,25 раза. Основной вклад в формирование риска хронической интоксикации вносят оксиды азота. Совокупный уровень риска, имплицированного с вредными факторами производственной среды, отмечается в производственно профессиональной группе машинист вибропогрузочной установки.

## Список литературы

1. Большаков, А. М. Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения / А. М. Большаков, В. Н. Крутько, Е. В. Пуцилло. – М.: Эдиториал УРСС, 1999. – 256 с.
2. Дубров, А. М. Многомерные статистические методы / А. М. Дубров, В. С. Мхитарян, Л. И. Трошин. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 352 с.
- Казаковцев В.П. Гигиеническая оценка влияния социально-экономических факторов на формирование хронической патологии верхних дыхательных путей населения промышленного центра / В.П. Казаковцев, В.А. Ляпин // *Фундаментальные исследования*. - 2012. - № 12-2. - С. 274-276.
3. Кислицына, В. В. Особенности условий труда и профессионального риска работников, занятых при открытой добыче угля / В. В. Кислицына Т. Г. Корсакова, И. Ю. Мотуз // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2013. – № 4. – С. 52–55.
4. Комплексная оценка риска для здоровья работающих при открытой добыче угля от воздействия физических факторов / В. В. Захаренков, А. М. Олещенко, Е. А. Панайотти, Д. В. Суржиков // *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН*. –2006. – № 3. – С. 29–33.

5. Ляпин В.А. Медико-социальные и гигиенические аспекты формирования здоровья населения в крупном промышленном центре Западной Сибири: Автореф. дис.... д-ра мед. наук. Омск; 2006.
6. Ляпин В. А. Социально-значимая патология детского населения промышленного центра Западной Сибири / В.А. Ляпин // Сибирь-Восток. – 2005. – № 3. – С. 9-11.
7. Новикова И.И. Гигиеническая оценка влияния среды обитания крупного промышленного города на здоровье детей и подростков / И.И. Новикова // Здоровье населения и среда обитания. – 2005. – № 10. – С. 38.
8. Оценка риска заболеваемости рабочих угольных разрезов Кузбасса / А. М. Олещенко, В. В. Захаренков, Д. В. Суржиков, Е. А. Панайотти, Л. В. Цай // Медицина труда и промышленная экология. – 2006. – № 6. – С. 13–16.
9. Оценка профессионального риска для здоровья работников промышленных предприятий на основе медицинской технологии / В. В. Захаренков, А. М. Олещенко, И. П. Данилов, Д. В. Суржиков, В. В. Кислицына, Т. Г. Корсакова // Академический журнал Западной Сибири. – 2013. – Т. 9. – № 2. – С. 8.
10. Оценка профессионального риска для здоровья работников угольных разрезов / В. В. Захаренков, А. М. Олещенко, В. В. Кислицына, Т. Г. Корсакова, Д. В. Суржиков // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3; URL: [www.science-education.ru/109-9319](http://www.science-education.ru/109-9319) (дата обращения: 13.05.2014).
11. Оценка риска профессиональных заболеваний работников угольных разрезов юга Кузбасса / В. В. Захаренков, А. М. Олещенко, В. В. Кислицына, Т. Г. Корсакова, Д. В. Суржиков // Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. – 2013. – № 15. – С. 200–204.
12. Плюта, В. Сравнительный многомерный анализ в экономических исследованиях: методы таксономии и факторного анализа / Пер. с польск. – М.: Статистика, 1980. – 151 с.
13. Резников С.Г., Денисов А.П. Медико-социальные особенности формирования семьи и здоровье внебрачного ребенка в западной Сибири / С.Г. Резников, А.П. Денисов // Здоровье населения Российской Федерации. – 1987. – №6. – С. 24-26.
14. Щербо, А. П., Киселев, А. В., Негриенко, К. В., Мироненко, О. В., Филатов, В. Н. и др. Окружающая среда и здоровье: подходы к оценке риска. – СПб: СПбМАПО, 2002. – 376 с.

**Рецензенты:**

Новикова И.И., д.м.н., профессор, начальник отдела по надзору за условиями воспитания и обучения и питанием населения Управления Роспотребнадзора по Омской области, г.Омск.

Ляпин В.А., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой анатомии, физиологии, спортивной медицины и гигиены ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта (СибГУФК)», г.Омск.