

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ГИГИЕНЫ И ПРОФПАТОЛОГИИ»
РОСПОТРЕБНАДЗОРА**



**И.В. Федотова
Е.Ф. Черникова
М.М. Некрасова**

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА

Учебное пособие

Нижний Новгород

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГИГИЕНЫ И ПРОФПАТОЛОГИИ» РОСПОТРЕБНАДЗОРА

И.В. Федотова, Е.Ф. Черникова, М.М. Некрасова

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА**

Учебное пособие

Нижний Новгород
2022

УДК 613.6
ББК 54.1я73
М54

Методические основы оценки профессионального риска: учебное пособие / Федотова И.В., Черникова Е.Ф., Некрасова М.М. – Нижний Новгород: Изд-во «Медиаль», 2022. – 224 с.

ISBN 978-5-6046124-8-4

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Поздеева Татьяна Васильевна – декан медико-профилактического факультета и факультета высшего сестринского образования, заведующий кафедрой экономики, менеджмента и медицинского права ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский университет» Минздрава России, доктор медицинских наук, доцент.

Цыбусов Сергей Николаевич – доктор медицинских наук, профессор.

Учебное пособие рекомендовано к использованию в учебном процессе Методической комиссией Центра дополнительного профессионального медицинского образования ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора, протокол от 27.04.2022 № 2, председатель – руководитель Центра ДПМО Позднякова Марина Александровна – доктор медицинских наук, профессор.

В настоящем издании рассмотрены актуальные проблемы оценки профессионального риска, принципы управления рисками, основы и организационные механизмы, которые позволяют управлять рисками. Цель учебного пособия – оказание методической и практической помощи специалистам в вопросах использования адекватных технологий для анализа, количественной оценки и прогнозирования риска, способах управления им с целью снижения неблагоприятных эффектов для здоровья в профессиональных группах.

В учебном пособии на основе анализа действующих нормативных и методических документов, научной литературы изложены теоретические основы изучения проблемы профессионального риска и даны практические рекомендации по организации и проведению исследований, направленных на оценку и управление профессиональным риском с целью его снижения. Подробно рассмотрены подходы к расчетам и количественным оценкам профессионального риска для здоровья, в том числе канцерогенного – обусловленного влиянием условий труда.

Книга предназначена для углубленного изучения гигиенических дисциплин на додипломном этапе обучения студентов медицинских вузов, а также при подготовке ординаторов и аспирантов. Представленные материалы рекомендуются к включению в дополнительные профессиональные образовательные программы в системе непрерывного медицинского образования – для курсов повышения квалификации и профессиональной подготовки специалистов медико-профилактического профиля: врачей-гигиенистов, сотрудников органов и учреждений Роспотребнадзора, научных работников, преподавателей вузов.

ISBN 978-5-6046124-8-4



9 785604 612484

© Федотова И.В., Черникова Е.Ф., Некрасова М.М., 2022
© Издательство «Медиаль», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
Раздел 1. Профессиональный риск как критерий оценки благополучия общества.....	10
Раздел 2. Категории профессионального риска.....	15
Раздел 3. Методология оценки риска.....	24
3.1 Этапы оценки риска.....	27
3.2 Принципы методологии оценки риска.....	29
Раздел 4. Основы организации и проведения исследований по оценке профессионального риска.....	39
4.1 Основные принципы организации процесса оценки профессионального риска на предприятии.....	39
4.2 Оценка уровней риска.....	49
Раздел 5. Методы оценки профессионального риска при воздействии различных неблагоприятных производственных факторов.....	51
5.1. Химический фактор.....	51
5.1.1 Оценка риска канцерогенных эффектов.....	53
5.1.2 Оценка риска не канцерогенных эффектов.....	56
5.2. Промышленные аэрозоли	61
5.3. Оценка риска при воздействии шума.....	65
5.4. Оценка риска при воздействии общей вибрации.....	71
5.5. Оценка риска при воздействии локальной вибрации.....	73
5.6. Оценка риска, обусловленного неблагоприятным микроклиматом.....	78
5.6.1 Профессиональный риск, обусловленный охлаждением....	79
5.6.2 Профессиональный риск, обусловленный перегреванием....	81
5.7. Оценка риска при воздействии электромагнитных излучений... ..	85
5.8. Профессиональный риск, обусловленный тяжестью труда.....	87
5.9. Профессиональный риск, обусловленный напряженностью труда.....	88
Раздел 6. Основные показатели состояния здоровья, используемые для оценки профессионального риска	90
6.1 Профессиональная заболеваемость.....	90
6.2 Заболеваемость с временной утратой трудоспособности.....	90
6.3 Результаты периодических медицинских осмотров.....	91
6.4 Показатели смертности.....	91
6.5 Оценка риска для репродуктивного здоровья.....	93
6.6 Производственный травматизм.....	96
Раздел 7. Эпидемиологические методы, применяемые для изучения и оценки риска неинфекционных заболеваний в профессиональных контингентах.....	97
7.1 Описательная эпидемиология.....	100
7.2 Аналитическая эпидемиология.....	101
7.3 Оценка состояния здоровья населения методом скрининга.....	105

Раздел 8. Методы расчета профессионального риска.....	106
Раздел 9. Методология изучения канцерогенного риска в профессиональных группах.....	117
9.1 Профессиональные канцерогены и рак.....	118
9.1.1 Физические канцерогенные факторы.....	124
9.1.2 Химические канцерогены.....	127
9.1.3 Классификация и особенности регламентирования канцерогенов.....	131
9.2 Особенности изучения распространенности профессионального рака.....	134
9.2.1 Методология изучения профессионального рака.....	136
9.2.2 Классификация профессиональных опухолей.....	144
9.2.3 Основы профилактики профессионального рака.....	144
Раздел 10. Управление профессиональным риском.....	149
10.1 Принципы методологии управления профессиональным риском.....	152
10.2 Система мероприятий, направленных на снижение профессионального риска.....	158
10.3 Расстановка приоритетов и принятие решений в системе управления профессиональным риском.....	160
10.4 Некоторые итоги практического применения системы управления профессиональным риском.....	164
Раздел 11. Опыт ЕС и некоторых стран мира по оценке профессионального риска.....	169
11.1 Системы оценки и управления профессиональным риском в ряде индустриально развитых стран мирового сообщества.....	169
11.2 Системы управления риском в странах Европейского союза.....	171
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	181
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	183
РЕКОМЕНДУЕМЫЕ НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ.....	185
Приложение 1. Негативные эффекты в состоянии здоровья работников при воздействии неблагоприятного микроклимата.....	187
Приложение 2. Расчет показателей количественной оценки риска.....	189
Приложение 3. Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, канцерогенных для человека, и локализации ЗН, с которыми связывают их воздействие.....	197
Раздел 12. Контролирующие задания.....	199
12.1 Контрольные вопросы.....	199
12.2 Тестовые задачи (вопросы).....	201
12.3 Задания для самостоятельной работы.....	209
12.4 Ключи к тестовым заданиям (вопросам) и ответы на задания для самостоятельной работы.....	213
Сведения об авторах.....	223

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АПФД – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия
БОД – болезни органов дыхания
БОП – болезни органов пищеварения
БСК – болезни системы кровообращения
ВБ – вибрационная болезнь
ВУТ – временная утрата трудоспособности
ВХ – винилхлорид
ВХВ – вредные химические вещества
ДИ – доверительный интервал
ЕС – Европейский союз
ЖКТ – желудочно-кишечный тракт
ЗН – злокачественные новообразования
ИБС – ишемическая болезнь сердца
ИОУТ – интегральная оценка условий труда
ИПР – индивидуальный профессиональный риск
ИПУО – интегральный показатель условий охлаждения
ИСО – International Organization for Standardization, ISO – международная организация, занимающаяся выпуском стандартов
КУТ – класс условий труда
ЛВ – локальная вибрация
ЛПУ – лечебно-профилактическое учреждение
МАИР – Международное агентство по изучению рака
ММА – метилметакрилат
МОТ – Международной организации труда
МР – методические рекомендации
НТ – напряженность труда
ОБУВ – ориентировочно безопасные уровни воздействия
ОВ – общая вибрация
ОДА – опорно-двигательный аппарат
ПАУ – полициклические ароматические углеводороды
ПДК – предельно допустимые концентрации
ПДУ – предельно допустимые уровни
ПЗ – профессиональная заболеваемость
ПНС – периферическая нервная система
ПР – профессиональный риск
ПС – потеря слуха
ПСНТ – профессиональная сенсоневральная тугоухость

ПТ – производственный травматизм
РЗ – репродуктивное здоровье
РПГ – рак профессионального генеза
СВСП – синдром вегетативно-сенсорной полиневропатии
СГМ – социально-гигиенический мониторинг
СИЗ – средства индивидуальной защиты
СП – санитарные правила
ССС – сердечно-сосудистая система
ТНС – тепловая нагрузка среды
УПР – управление профессиональными рисками
УТ – условия труда
УФИ – ультрафиолетовое излучение
УФО – ультрафиолетовое облучение
ФСС – Фонд социального страхования
ХК – химические канцерогены
ЭМИ – электромагнитные излучения
CR – канцерогенный риск
EF – etiological fraction – этиологическая доля
NIOSH – Национального института безопасности и гигиены труда
OR/OШ – odds ratio – отношение шансов
RR/OP – показатель относительного риска
SF– Slope Factor – фактор наклона

ВВЕДЕНИЕ

Риск в самом общем смысле представляет потенциальную опасность, возможность наступления обстоятельства, причиняющего социальный или материальный ущерб; возможный убыток или неудачу в каком-либо деле. Для него характерны неожиданность, внезапность наступления опасной ситуации. Понятие «*риск*» – атрибут научного аппарата многих общественных, естественных и технических наук. У каждого из них свой предмет, а потому в определении риска выделяют социальные, профессиональные, экологические, техногенные, медико-биологические, военные и др. аспекты. *Профессиональным* является индивидуальный риск, связанный с профессиональной деятельностью конкретного человека.

Здоровье работающего населения является важнейшим индикатором состояния общества, определяющим качество трудовых ресурсов, демографическую ситуацию в стране, производительность труда, величину валового внутреннего продукта. По оценке специалистов Международной организации труда (МОТ) и ВОЗ сегодня существует более 150 видов профессионального риска, и около 100 из них являются источниками постоянной опасности для работников 2000 различных профессий.

Условиям труда принадлежит важнейшее место в структуре факторов, формирующих здоровье человека в трудоспособном возрасте. Повышенный профессиональный риск существенно ухудшает показатели смертности от хронических неинфекционных заболеваний, и сегодня около 70% трудового населения России еще за 10 лет до пенсионного возраста имеет серьезную соматическую патологию.

Реформирование экономики России в последние десятилетия обусловило изменение форм собственности и, как следствие, формирование новых типов трудовых отношений между работником и работодателем, что непосредственно отразилось на условиях и безопасности труда во многих видах экономической деятельности, в том числе, на относительно крупных промышленных предприятиях. В производствах изменились величины трудовых нагрузок, режимы труда и отдыха, существенно поменялись критерии мотивации к труду и сохранению здоровья как у работников, так и у работодателей.

Новые экономические отношения не могли не отразиться и на системе надзора за условиями труда. Если в предшествующий исторический период он был полностью прерогативой государства, то в настоящее время государство оставляет за собой регулирование, преимущественно нормативно-правовых аспектов трудовых отношений, тогда как

ответственность за условия труда стала в значительно большей степени возлагаться на работодателя.

Начиная с 2011 года Трудовой кодекс Российской Федерации ставит перед работодателем задачу по управлению профессиональными рисками, что означает обязательность процедуры выявления и оценки индивидуального и группового профессионального риска; снижение уровней профессионального риска; информирование работника о фактическом профессиональном риске на его рабочем месте и мерах, предпринимаемых по его снижению. Кроме того, в связи с вступлением России в ВТО, в стране нарастает число предприятий, переходящих на системы производственного управления на основе международных стандартов, в том числе, стандартов качества и безопасности, что, безусловно, также требует разработки и реализации систем управления профессиональным риском на основе его анализа и оценки.

Определение факторов профессионального риска, исследование их безопасных (и опасных) уровней воздействия на работающих, мониторинг здоровья и безопасности на рабочих местах, организация работы по изучению несчастных случаев и профессиональных заболеваний и ряд других вопросов входит в круг задач по оценке и управлению профессиональным риском. Риск как количественная характеристика вероятного действия опасностей соотносится с определенным количеством работников за конкретный период времени. При этом подразумевается, что возможность опасности формируется конкретной деятельностью человека, т.е. числом случаев смерти, заболевания, временной и стойкой нетрудоспособности (инвалидности); вызывается действием на человека конкретных факторов (вредное вещество, повышенные уровни шума, вибрации и др.).

Актуальность вопросов оценки и управления профессиональными рисками в России в настоящее время резко увеличивается. Это, в частности, связано со становлением страховых механизмов обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также формированием обязательных профессиональных пенсионных систем.

Овладение методологией оценки профессионального риска, внедрение её в систему охраны здоровья работающих является актуальным направлением национальной политики в России, в том числе занимает важное место в работе специалистов Роспотребнадзора. Широкое использование приемов анализа, оценки и управления риском будет способствовать выявлению вероятности проявления профессионального

риска во времени, оценки тяжести его последствий для определенных групп работающих и отдельных работников, что позволит принимать меры по профилактике и минимизации риска, установить объемы финансовых страховых ресурсов для компенсации утраты заработков и финансирования лечебных, оздоровительных и реабилитационных мероприятий. В целом система мероприятий по управлению профессиональным риском направлена на достижение положительной динамики в сфере сохранения здоровья и увеличение продолжительности жизни населения.

РАЗДЕЛ 1. ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ РИСК КАК КРИТЕРИЙ БЛАГОСОСТОЯНИЯ ОБЩЕСТВА

Обеспечение безопасных условий труда является важным условием профилактики заболеваний, которые могут возникнуть под действием вредных и опасных производственных факторов. Радикальной мерой по защите работающих явилось бы полное устранение вредных производственных факторов, что, однако, в реальных условиях не всегда выполнимо по различным причинам, в т.ч. техническим. Устоявшаяся сегодня позиция представителей экспертного сообщества медицины и безопасности труда состоит в том, что воздействие вредных и опасных факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса на организм работающих устранить полностью невозможно. Речь может идти только о минимизации уровней риска. При этом в качестве важнейшего концептуального и методологического подхода выступает категория «профессиональный риск», в основе которой лежит современный взгляд учёных гигиенистов, токсикологов, профпатологов, социологов и экономистов на сложную природу проявления влияния производственной среды на организм работающего человека.

Считается, что производственная деятельность, как и любая сфера деятельности человека, сопряжена с неустранимым наличием риска и может представлять угрозу для здоровья и жизни, поэтому важнейшей задачей при изучении профессионального риска является установление объектно-субъектных взаимосвязей, которые выражаются:

- в неопределенности проявления риска для конкретного человека;
- в возможности описания риска с помощью только вероятностных характеристик его наступления для значительных по численности профессиональных групп работающих;
- в проявлении риска как результата сложного комплекса взаимоувязанных факторов условий труда и трудового процесса (воздействие технической системы на человека), биологического состояния человека и его здоровья (восприятие факторов риска);
- в необходимости применения разнообразных механизмов и институтов защиты от риска в форме охраны и медицины труда, социального страхования и реабилитационного обеспечения.

Каждую из сфер риска – *формирующую профессиональный риск* (техническая и технологические системы), *воспринимающую риск* (профессиональные группы работников) и *оценивающую риск* (медицинские службы и службы техники безопасности) – важно изучать и анализировать с

позиции *результатирующего эффекта взаимодействия существующих видов и уровней рисков, а также работников, выступающих одновременно субъектами и объектами риска, которые испытывают на себе проявление различных видов риска и их интенсивности на протяжении всей трудовой жизни.*

Впервые понятие «профессиональный риск» было введено в современное законодательство Российской Федерации в 1998 году Федеральным законом от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Согласно данного правового акта *«профессиональный риск» – это вероятность повреждения (утраты) здоровья или смерти застрахованного, связанная с исполнением им обязанностей по трудовому договору.* Одновременно в документе впервые были сформулированы правила, по которым определялся класс профессионального риска с учетом уровня производственного травматизма, профессиональной заболеваемости и расходов на обеспечение по страхованию, сложившихся по видам экономической деятельности страхователей.

Данная система была создана с целью определения размера страховых тарифов отчисляемых работодателем в Фонд социального страхования Российской Федерации и действует по настоящее время. Согласно приказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 30 декабря 2016 года N 851н «Классификация видов экономической деятельности по классам профессионального риска» все предприятия по видам экономической деятельности разделены на 32 класса.

Стратегия развития системы здравоохранения в Российской Федерации до 2025 г., утвержденная президентом В.В. Путиным 06.06.2019 года предусматривает совершенствование законодательства в сфере охраны здоровья в части, касающейся охраны здоровья работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда или осуществляющих определенные виды профессиональной деятельности, постоянное проведение мониторинга состояния здоровья работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными производственными факторами (в течение всей их трудовой деятельности), в целях предупреждения профессиональных заболеваний, а также организация и развитие системы профилактики профессиональных рисков, которая ориентирована на качественное и своевременное выполнение лечебно-профилактических мероприятий, позволяющих вернуть работников к активной трудовой и социальной деятельности с минимальными

повреждениями здоровья. Одним из ожидаемых эффектов реализации Стратегии является увеличение продолжительности активной трудовой жизни, сокращение периодов временной нетрудоспособности и повышение качества жизни граждан за счет уменьшения уровня заболеваемости.

В 2011 году в Трудовой кодекс РФ внесены определения терминов «Профессиональный риск» (ПР) и «Управление профессиональными рисками» (УПР). ПР определен как *«вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов»*, а УПР – как *«комплекс взаимосвязанных мероприятий, включающих в себя меры по выявлению, оценке и снижению уровней профессионального риска»*.

Профессиональный риск относится к категории социального риска и является наиболее сложной его разновидностью. При этом под **социальным риском** понимается вероятность наступления материальной необеспеченности, когда работник в силу ряда причин утрачивает трудоспособность (болезнь, несчастный случай, профессиональное заболевание, старость, инвалидность и т.д.) или место работы (безработица), а значит, лишается основного источника дохода в виде заработной платы и вынужден нести дополнительные расходы и издержки, связанные с необходимостью оплачивать лечение и реабилитационные мероприятия.

По данным ВОЗ, свыше 100000 химических веществ и 200 биологических факторов, около 50 физических и почти 20 эргономических условий, видов физических нагрузок, множество психологических и социальных проблем могут быть вредными факторами и повышать риск несчастных случаев, болезней или стресс-реакций, вызывать неудовлетворенность трудом и нарушать благополучие и, следовательно, отрицательно отражаться на здоровье человека.

Особенность профессионального риска – как разновидности социального риска – состоит в том, что здесь утрата трудоспособности (или значительное её снижение) обусловливается **характером профессиональной деятельности** – то есть спецификой условий труда, в которых она протекает. При этом в виду многоаспектности проявления профессионального риска его рассматривают с различных позиций: медицинской, социальной, правовой, экономической и охранной.

С медицинской точки зрения **профессиональный риск – это вероятность наступления повреждения здоровья работников под постоянным воздействием вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса, имманентно присущих для деятельности определенных профессиональных групп работников.**

С позиции медицины труда (гигиены труда и профпатологии) **профессиональный риск рассматривается в аспекте установления качественных и количественных закономерностей возникновения профессиональной и производственно-обусловленной заболеваемости и разработки методов диагностики и механизмов её предупреждения.** При этом изучаются факторы производственной среды (шум, вибрация, химические и биологические вещества, температурные режим, радиационные и другие виды проникающего излучения и т.д.) и трудового процесса (интенсивность труда, напряженность трудовой деятельности, темп работы и т.д.) как источники повреждения здоровья.

Данный подход зафиксирован в определении профессионального риска, предложенном Всемирной организацией здравоохранения: **риск – это математическая концепция, отражающая ожидаемую частоту и тяжесть неблагоприятных реакций организма человека на данную экспозицию вредного фактора производственной среды.**

Уровень риска с позиции медицины труда определяется путем сравнения степени распространения тех или иных заболеваний в тех или иных профессиональных группах работающих в конкретных условиях труда: экспозиция факторов производственной среды, уровень превышения их по отношению к санитарным нормам.

С **социальной позиции** профессиональный риск проявляется в **повреждении здоровья и утрате трудоспособности работников**, лишения их возможности (временно или постоянно) продолжать трудовую деятельность, в утрате при этом заработной платы, а поэтому требует поиска источников её замещения. Кроме того, при рассмотрении последствий профессионального риска возникает необходимость социальной защиты работников (включая медицинскую помощь и компенсацию утраты заработной платы), механизмы которой должны быть организованы на постоянной юридически закреплённой основе.

С **правовых позиций** профессиональный риск рассматривается как объективное общественное явление, требующее законодательного регулирования **с точки зрения прав человека на жизнь, здоровье в процессе трудовой деятельности, на предоставление работнику достоверной информации о степени и характере профессионального риска, на страховую компенсационную защиту в случае наступления профессионального риска, на медицинскую помощь и реабилитационные мероприятия.**

Экономический аспект профессионального риска состоит в определении размеров средств, требуемых для оценки и минимизации

(снижения до возможных уровней) риска, компенсации его последствий в связи с повреждением здоровья и утратой трудоспособности работников, а также затратами, связанными с замещением работников, выбывших с рынка труда.

Можно еще добавить и аспект ПР с позиции **техники безопасности и охраны труда**. В этом случае он рассматривается с т.з. выявления факторов риска производственного травматизма работников: техника, технология и вид производства, организация труда, профессиональная подготовка персонала и проведение профилактической работы по охране труда, а также разработки технических и организационных мер по снижению уровня факторов риска.

Итак, *величина профессионального риска зависит от условий труда, особенностей трудового процесса, профилактических мер и определяется с учётом экспозиции всех факторов риска и показателей состояния здоровья профессиональных групп работающих.*

РАЗДЕЛ 2. КАТЕГОРИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА

Деятельность специалистов по обеспечению безопасных условий труда (гигиенисты, инженеры по охране труда и технике безопасности) направлены на достижение условий труда, при которых риск для здоровья работников будет допустимым. *Допустимый (приемлемый) риск – это такая минимальная величина риска, которая достижима по техническим, экономическим и технологическим возможностям* (рис. 1). Следует также уточнить, что под *приемлемым риском* принимают такой его уровень, с которым общество готово мириться для получения определенных благ и выгод в результате своей деятельности.

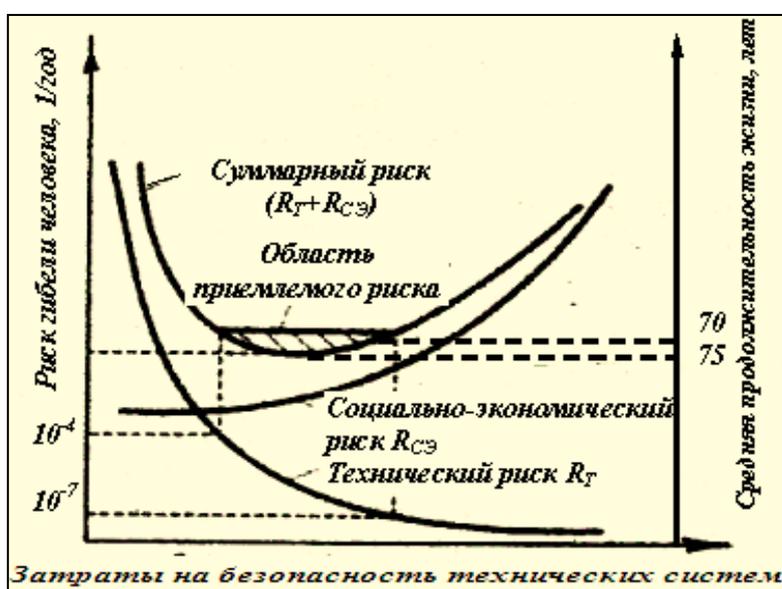


Рисунок 1 – Схема определения области приемлемого риска.

При увеличении затрат на повышение безопасности технологий и совершенствование оборудования технический риск снижается, но растет социальный. Суммарный риск имеет минимум при определенном соотношении между инвестициями в техническую и социальную сферу. Зависимость риска от экономической стратегии носит статистический, усредненный характер. Поэтому нужно исходить не из минимального риска (нижней точки суммарной кривой), а из некоторого максимального допустимого уровня, расположенного чуть выше. В промежутке между этими двумя значениями и лежит область, в которой у человека остается свобода выбора.

Таким образом, допустимый риск – это результат поиска оптимального баланса между идеалом абсолютной безопасности и

требованиями, которым должны соответствовать продукция, процесс и т.д., а также такими факторами, как выгодность для пользователя, соответствие цели, эффективность затрат; сочетает в себе технические, экономические, социальные и политические аспекты и представляет собой некоторый *компромисс между уровнем безопасности и возможностями ее достижения.*

В настоящее время по международной договоренности принято считать, что действие техногенных опасностей (технический риск) должно находиться в пределах от 10^{-7} ... 10^{-6} (т.е. 1 случай нарушения здоровья/смерти, обусловленный соответствующим фактором риска, на 10000000...1000000 чел.), а величина 10^{-6} является максимально приемлемым уровнем индивидуального риска. В национальных правилах эта величина используется для оценки пожарной и радиационной безопасности. В некоторых странах, например в Голландии, приемлемые риски установлены в законодательном порядке. Пренебрежимо малым считается индивидуальный риск гибели 10^{-8} в год.

Концепция определения допустимого риска включает:

- изучение причин, приводящих к риску;
- количественную оценку риска;
- определение приоритетных направлений профилактики;
- принятие решений по снижению риска.

Для конкретного работника, занятого во вредных, опасных и (или) тяжелых условиях труда, *оценка риска – это количественная и/или качественная характеристика вредных эффектов, способных развиваться в результате воздействия профессиональных факторов на конкретном рабочем месте в определенной профессии при специфических условиях экспозиции с возможными вредными последствиями.*

При оценке ПР можно выделить четыре направления его изучения, которые представлены на рисунке 2.

Процедура оценки риска может осуществляться по трем моделям:

Первый тип модели – базируется на показателях профессиональной и профессионально обусловленной заболеваемости, не учитывает производственный травматизм, требует проведения специальных разовых исследований с последующим сравнением результатов с контрольными показателями, методология получения которых не отработана.

При *втором типе модели* – в организации создаются специальные рабочие группы с включением в них менеджеров различных уровней и работников, т.е. персонала организации, которые затем по специальным

опросным листам оценивают наличие или отсутствие риска на рабочих местах простым выбором из готовых вариантов, либо экспертно.

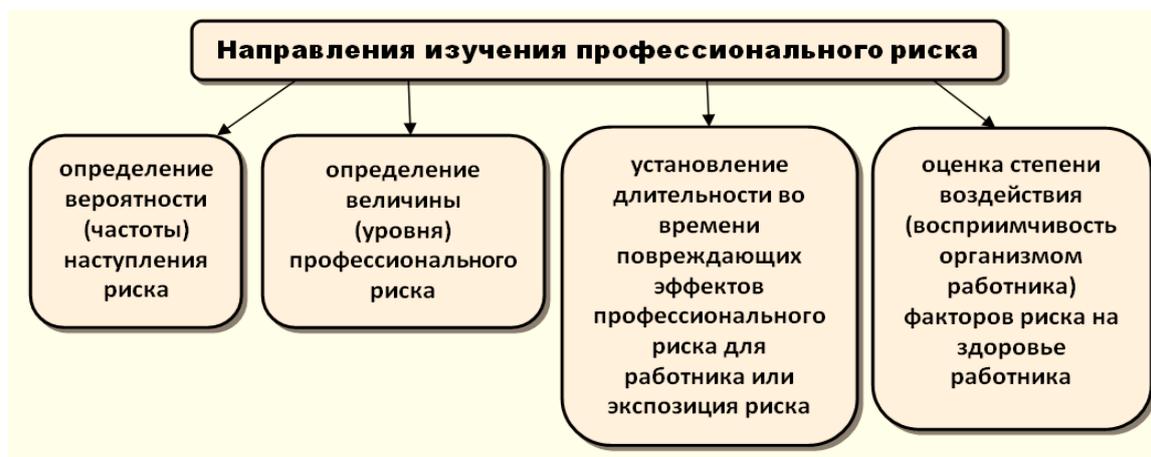


Рисунок 2 – Направления изучения профессионального риска.

Количественная оценка риска не проводится. Заключение о наличии риска и необходимых мерах для его минимизации принимается непосредственно в ходе его оценки, либо сразу после окончания процедуры.

Третий тип модели используется в системе обязательного социального страхования в РФ и основан на учете всех затрат, произведенных в организациях отрасли (подотрасли) вследствие профессиональных заболеваний и несчастных случаев на производстве в истекшем году. Метод неэффективен вследствие неоправданно низкого уровня профессиональной заболеваемости (ПЗ) и производственного травматизма в стране и имеет к тому же выраженную тенденцию к снижению (рис. 3) [1].

На рисунке 4 показан уровень ПЗ в ряде стран Европы. По этому показателю Россия занимает 10 место, случаев профзаболеваний у нас регистрируется в десятки раз меньше, чем в таких высокоразвитых странах как Дания и Финляндия.

Крайне низкий уровень ПЗ и травматизма не позволяет использовать эти показатели как основные критерии ПР, потому что:

- не менее 80% профессиональных заболеваний скрыто в общей заболеваемости работников;
- единичные случаи их выявления обесценивают значимость самих показателей и не позволяют адекватно оценить эффективность профилактики.

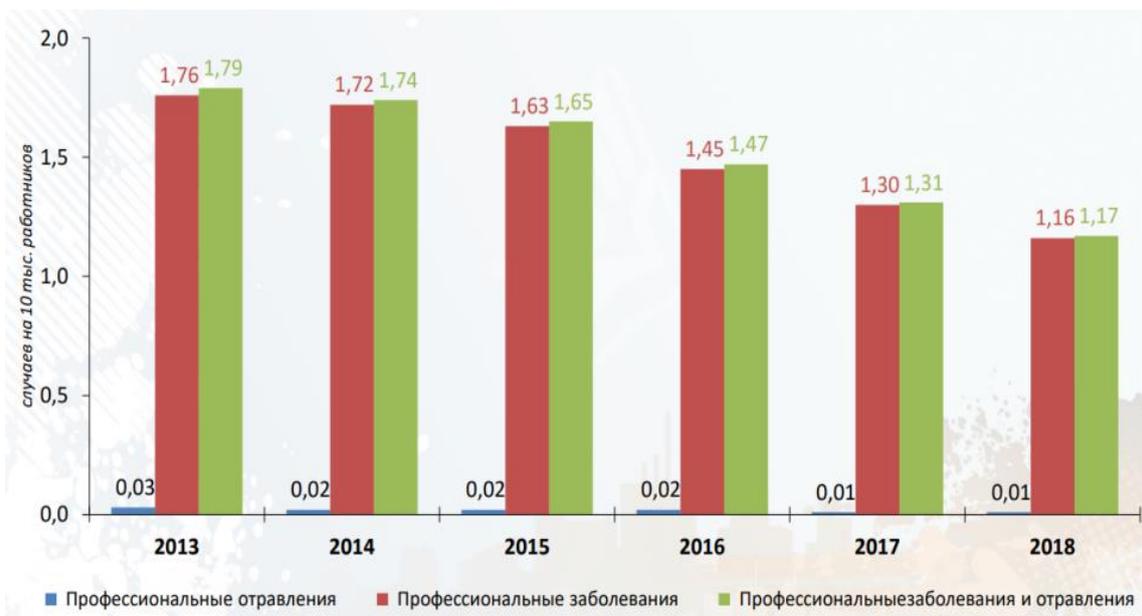


Рисунок 3 – Уровень профессиональной заболеваемости в РФ.

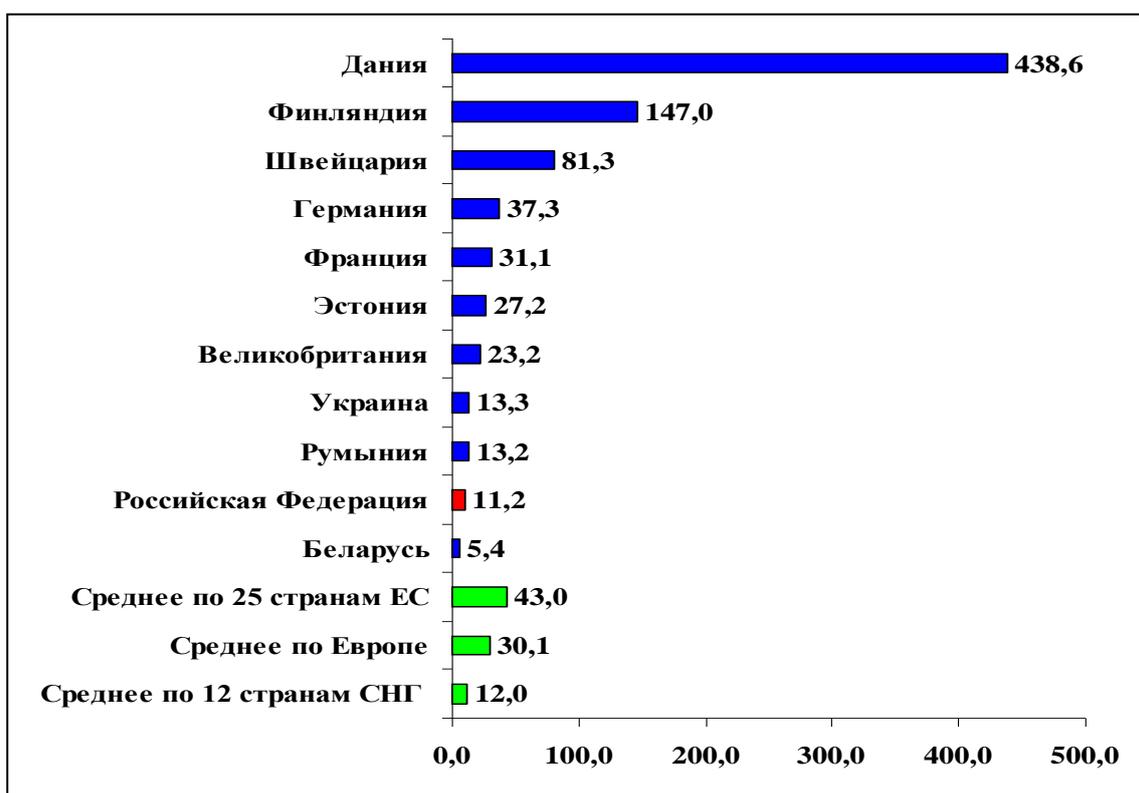


Рисунок 4 – Ранжирование стран Европы по уровню профессиональной заболеваемости, на 100 000 населения.

Кроме того, сложившийся уровень ПЗ вряд ли возрастет в ближайшие годы. Это объясняется не только незаинтересованностью в их выявлении всех участников процесса (работодателя, работника, ЛПУ, Фонда социального страхования – ФСС), но и сложившимся стереотипом в

восприятию профзаболевания как негативного социального явления, за которое нужно наказывать. Все комплексные планы по-прежнему нацелены на «снижение и недопущение», и сложно предположить, что организации (также как и ФСС) легко воспримут, к примеру, 10-кратный рост числа выявленных профзаболеваний. Использование производственно обусловленных заболеваний для оценки риска вносит в ситуацию еще большую путаницу, поскольку критерии для постановки такого диагноза конкретному работнику отсутствуют. Определить какое-то заболевание как профессионально обусловленное пока можно только на групповом уровне с использованием статистических методов подтверждения этого факта.

При оценке ПР речь идет о групповом и индивидуальном риске:

– *групповой риск* – это вероятность того, что группа работников одновременно испытывает неблагоприятные последствия условий труда за год или рабочий стаж;

– *индивидуальный риск* – вероятность пострадать кому-либо из группы от воздействия конкретных условий труда за год или рабочий стаж. Стаж работы *свыше половины среднего срока развития профессионального заболевания в данной профессии* считают важным фактором риска.

Для гигиенических целей обычно используется оценка группового риска, для клинико-диагностических – индивидуального.

В 2003 году вышло «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников, организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» (Руководство Р 2.2.1766-03), утвержденное Минздравом России. Этот документ устанавливает порядок организации, проведения, а также принципы оценки ПР. В нем учтены документы ООН, ВОЗ и МОТ. Результатом оценки ПР является количественная оценка степени риска ущерба для здоровья работников от действия вредных и опасных факторов рабочей среды и трудовой нагрузки по вероятности нарушений здоровья с учетом их тяжести. Эти данные служат основой для разработки и внедрения соответствующих мероприятий по ограничению риска и оптимизации условий труда работников.

В соответствие с этим документом для оценки профессионального риска необходимо провести анализ риска по каждому фактору, характеризующему условия труда на конкретном рабочем месте. Эта *предварительная оценка профессионального риска* позволяет по «Руководству по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (Руководство Р 2.2.2006-05) определить класс условий труда как по каждому фактору, так и получить общую (интегральную) оценку условий труда. На этом этапе мы

можем определить так называемый априорный риск, т.е. дать оценку прогнозируемого профессионального риска на основании определения степени вредности и опасности условий труда (табл. 2.1).

Таблица 2.1 – Классы условий труда и категории профессионального риска

Класс условий труда	Категория профессионального риска
Оптимальный – 1	Риск отсутствует
Допустимый – 2	Пренебрежимо малый (переносимый) риск
Вредный – 3.1	Малый (умеренный) риск
Вредный – 3.2	Средний (существенный) риск
Вредный – 3.3	Высокий (непереносимый) риск
Вредный – 3.4	Очень высокий (непереносимый) риск
Опасный (экстремальный) – 4	Сверхвысокий риск и риск для жизни, присущий данной профессии

Окончательная оценка профессионального риска производится по показателям состояния здоровья: уровням профессиональной и общей заболеваемости, увеличению биологического возраста относительно паспортного, смертности. В этом случае критериями безопасности условий труда является сохранение здоровья, функциональных способностей организма, продолжительность предстоящей жизни и здоровье будущих поколений. Такая оценка позволяет оценить так называемый апостериорный риск, т.е. риск, обусловленный определенными условиями труда и стажем работы. Результаты оценки ПР позволяют выделить категории доказанности риска, представленные на рисунке 6.

Таким образом, доказанный профессиональный риск определяется на основании результатов гигиенической оценки условий труда, анализа профессиональной заболеваемости, данных периодических медицинских осмотров, углубленного изучения заболеваемости с временной утратой трудоспособности, инвалидности, смертности и других социально значимых показателей здоровья работников, в том числе репродуктивного, а также здоровья их потомков по специально разработанным программам.

Риск может быть также рассчитан для группы лиц, занятых на данном рабочем месте, технологическом процессе, предприятии, отрасли. Оценка профессионального риска осуществляют:

- при проведении государственного санитарно-эпидемиологического надзора за условиями труда, производственного контроля, социально-гигиенического мониторинга;

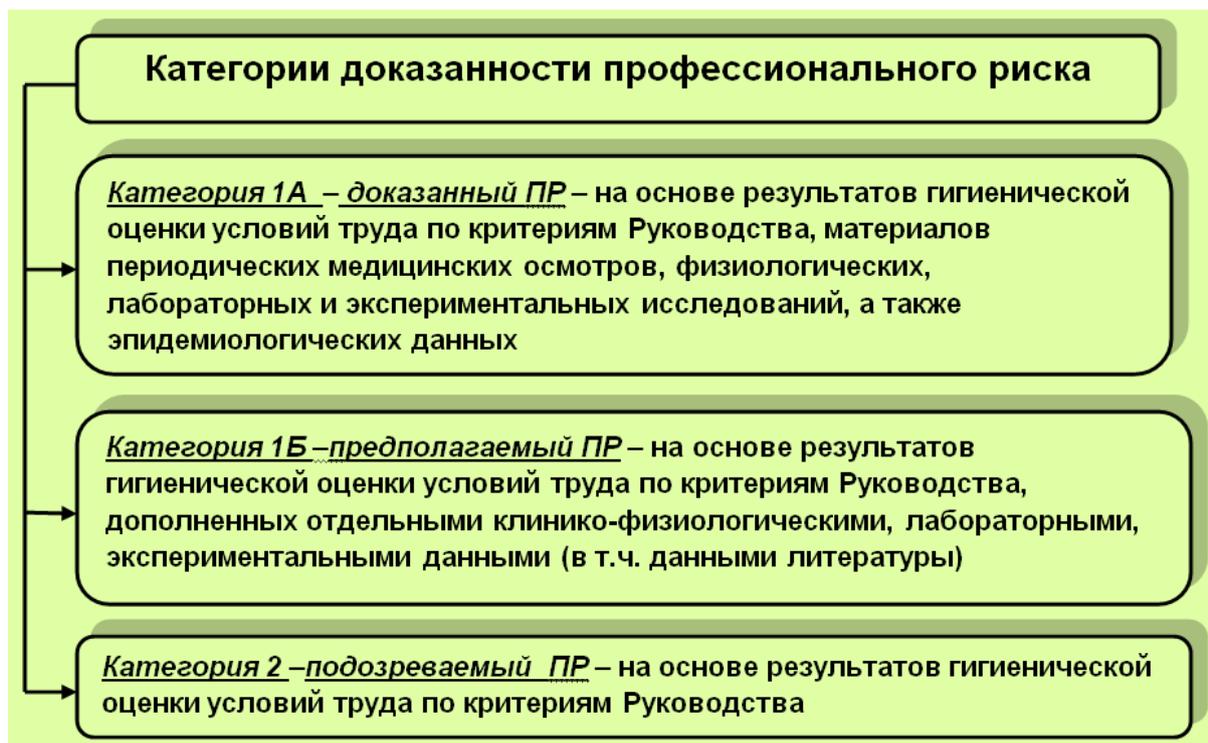


Рисунок 6 – Категории доказанности профессионального риска.

- при оценке ущерба (вреда) здоровью работников при воздействии вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса;
- при обосновании компенсационных выплат при работе во вредных и (или) опасных условиях труда;
- при установлении причин возникновения профессиональных и общих заболеваний, несчастных случаев на производстве;
- при обосновании приоритетных мероприятий по сохранению и укреплению здоровья работников и их социальной защите;
- при экспертизе трудоспособности, проводимой учреждениями медико-социальной экспертизы, экспертизе страховых случаев, проводимой отделениями фонда социального страхования (ФСС) и др.;
- при решении других задач, целью которых является сохранение и укрепление здоровья работников и их социальная защита.

Проведение исследований по определению величины профессионального риска осуществляется в установленном порядке органами по оценке профессионального риска, аккредитованными в соответствии с Постановлением Минздрава РФ от 29.07.1999 N 11 «Временное положение об аккредитации органов по оценке риска в Российской Федерации». При оценке ПР обычно выделяют этапы проведения анализа, представленные на рисунке 7.

Оценка риска является основным элементом процедуры анализа риска, поскольку она позволяет сравнивать и ранжировать различные факторы производственной среды и трудового процесса, идентифицировать в конкретных производственных условиях наиболее подверженные неблагоприятному воздействию и наиболее чувствительные (уязвимые) группы работников (несовершеннолетние, беременные женщины, кормящие матери, инвалиды). Все эти данные необходимы для принятия политических, управленческих и других решений.

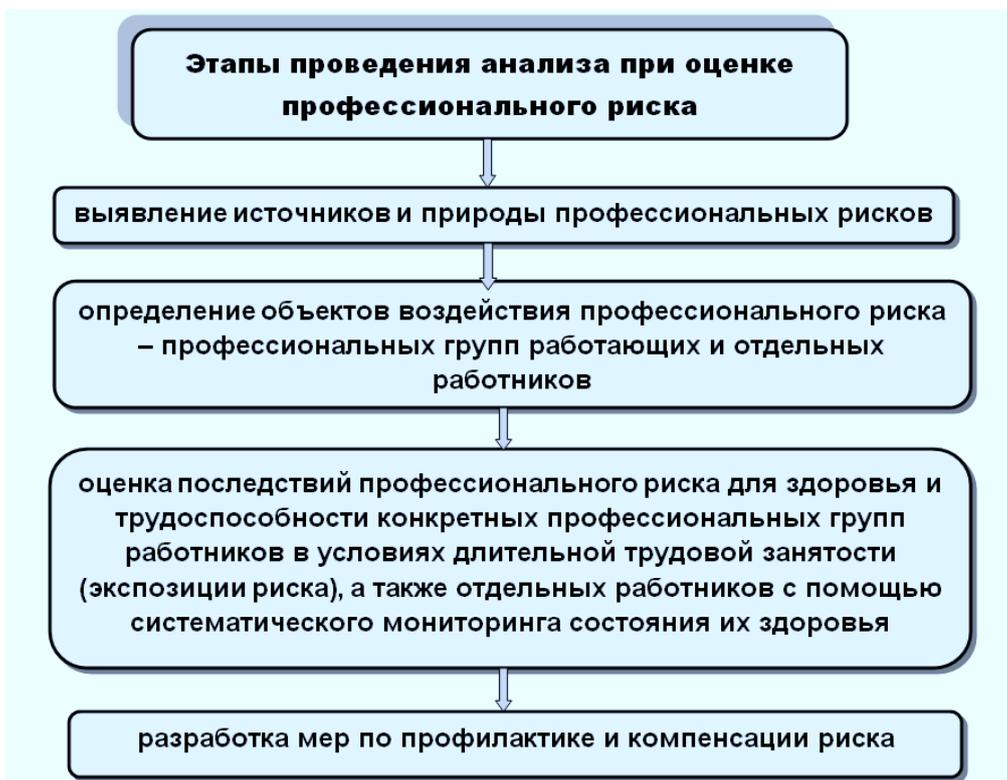


Рисунок 7 – Схема этапов проведения анализа профессионального риска при его оценке.

Оценка риска проводится по запросам органов государственной власти, в том числе территориальных органов Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, судебных органов, промышленных предприятий и проектных организаций, индивидуальных предпринимателей, общественных организаций, юридических и физических лиц. Результаты, полученные при проведении процедуры оценки профессионального риска могут быть использованы:

- для получения научно обоснованных данных о фактическом уровне риска для здоровья работника в зависимости от реальных условий труда;
- для принятия обоснованных решений для снижения риска (защиты здоровья работника);

– для оценки эффективности управленческих действий по снижению риска;

– для информирования работника о фактическом профессиональном риске на его рабочем месте и мерах, предпринимаемых работодателем по его снижению (Трудовой кодекс РФ);

– для обоснования и расчета страховых платежей, надбавок и скидок в системе обязательного социального страхования; ранжирование организаций по уровню риска;

– для установления льгот и компенсаций за вредные и опасные условия труда;

– для разработки систем и средств коллективной и индивидуальной защиты и оценки их эффективности;

– для коррекции гигиенических нормативов.

Таким образом, знания, полученные на каждом этапе анализа, имеют большое значение для дальнейшего управления риском, включая меры по выбору и формированию институтов обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также страхования досрочных пенсий за работу во вредных и опасных условиях труда.

РАЗДЕЛ 3. МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ РИСКА

Методология оценки риска направлена на установление зависимости «вредное воздействие – результат», что выражается в конечном итоге в определении негативных эффектов у конкретных работников определенных профессиональных групп. В качестве методической основы исследований по оценке риска используется традиционная процедура, рекомендованная Агентством по охране окружающей среды США, ВОЗ и Федеральным центром «Роспотребнадзора» и др. Методика оценки риска позволяет определить адекватные характеристики последствий для здоровья на основе сопоставления количественных уровней риска в настоящее время и в перспективе.

Данная методология впервые официально была принята Агентством охраны окружающей среды США (US EPA), а затем рекомендована Всемирной организацией здравоохранения, Программой ООН по окружающей среде (UNEP) для применения в других странах. Многие аспекты этой методологии применяются в России с середины 70-х годов 20-го века при проведении экологических, медико-биологических и эпидемиологических исследований в области гигиены окружающей среды, гигиены труда и обосновании принципиальных подходов к оценке общей химической нагрузки на человека.

Использование этой методологии дает ряд ощутимых преимуществ по сравнению с традиционными методами регулирования, основанными на сопоставлении уровней фактического загрязнения с их нормативными величинами, так как позволяет:

- разрабатывать механизмы и стратегию различных регулирующих мер по снижению риска;
- получить количественные характеристики потенциальной и реальной угрозы здоровью населения от загрязнения окружающей среды;
- сравнивать и ранжировать различные по степени выраженности эффекты (заболеваемость, смертность);
- способствовать установлению более надежных и безопасных нормативных уровней загрязнения;
- идентифицировать в конкретных условиях наиболее опасные факторы и наиболее подверженные неблагоприятному воздействию группы населения;
- ранжировать территории по степени риска для здоровья населения как в настоящее время, так и в перспективе;

- показать границы variability рисков характеристик в условиях неопределенностей, связанных с ограниченностью данных и с существованием научных проблем;
- описать и оценить остаточный риск после применения мер по его снижению;
- идентифицировать наиболее чувствительные и ранимые подгруппы населения;
- выявить наиболее критические области, где снижение уровня неопределенности приведет к наиболее эффективному повышению достоверности характеристик риска и, тем самым, обеспечит наилучшие способы его снижения;
- снизить уровень неопределенности в процессе принятия решений;
- использовать полученные данные при принятии решений по функциональному зонированию территорий;
- уточнять какие промышленные предприятия могут быть оставлены в городе, а какие должны быть вынесены за его пределы;
- оптимизировать систему мониторинга в городах страны.

Широкое освоение данной методологии в России было рекомендовано заключением по результатам парламентских слушаний «Экологическая безопасность России и управление экологическим риском в регионах (21 ноября 1995 года)», а затем санкционировано совместным Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ и Главного государственного инспектора РФ по охране природы от 10.11.1997 г. «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации».

После выхода этого документа в стране стали развиваться широкие исследования с применением данной методологии. В соответствии с Постановлением методология оценки риска используется при проведении санитарного и экологического надзора, экологической и гигиенической экспертизы, экологического аудита, определении зон экологического бедствия и чрезвычайной экологической ситуации, внедрении и развитии системы социально-гигиенического мониторинга (СГМ), обосновании приоритетных мероприятий в планах действий по охране окружающей (в том числе производственной) среды и оценке их эффективности, оценке и управления профессиональным риском. Основные этапы внедрения методологии оценки риска в России представлены в таблице 3.1.

Руководство Р 2.1.10.1920-04 является основным документом по методологии оценки риска как при экспозиции к вредным веществам,

загрязняющих атмосферный воздух, так и воздух рабочей зоны, а также позволяет рассчитать риск для здоровья, обусловленный поступлением в организм вредных веществ различными путями (ингаляционно, перорально, перкутанно) и при многосредовом воздействии (с воздухом, водой, пищей).

Таблица 3.1 – Основные стадии внедрения методологии оценки риска в России.

Годы	Мероприятия
1993–1995	Семинары по оценке риска здоровью, организованные при поддержке Агентства международного развития США (US AID)
1996–1998	Проекты по экологической политике и экономике природопользования (Гарвардский Институт Международного развития, US AID)
1997	Постановление Главного государственного санитарного врача РФ «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации»
2000	Постановление Правительства РФ от 01.06. 2000г. № 426 «Об утверждении Положения о социально-гигиеническом мониторинге (СГМ)»
2001	Проблемная комиссия «Научные основы комплексной оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье человека» на базе НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина
2002	«Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Онищенко Г.Г., Новиком С.М., Рахманин Ю.А., и соавт.)
2003	Р 2.2.1766–03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки»
2004	Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920-04)
2016	Постановление Правительства РФ от 17 августа 2016 г. № 806 «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты правительства Российской Федерации» (с изменениями на 6 октября 2021 года)

Использование процедуры оценки риска дает ряд преимуществ при разработке оздоровительных мероприятий, по сравнению с традиционными методами регулирования, основанными на сопоставлении уровней фактического загрязнения с их нормативными величинами. Применение данной методологии, включающей два основных взаимосвязанных элемента – оценку риска и управление риском, позволяет в рамках единого процесса принятия решения получить количественные характеристики потенциального и реального ущерба здоровью населения от воздействия вредных факторов окружающей среды, основываясь на которых можно определить пути (меры) снижения риска при имеющихся место ограничениях на ресурсы и время.

С помощью методологии оценки риска можно также проверить результативность и эффективность реализации планировочных и организационно-технических мероприятий в отношении снижения риска для здоровья населения.

Кроме того, данная методология позволяет проводить расчеты риска на настоящее время и на перспективу, то есть осуществлять прогноз ситуации. Наряду с этим, используемый подход позволяет выявить относительный вклад в установленные уровни риска отдельных факторов, что позволяет обеспечить эффективные и рациональные мероприятия по управлению риском.

3.1 Этапы оценки риска

Процедура оценки риска осуществляется в три этапа:

1. идентификация опасностей;
2. оценка риска воздействия;
3. характеристика риска.

На первом этапе происходит идентификация веществ и других факторов риска (шума, вибрации, температурных режимов и т.д.), причиняющих вред здоровью работника. Идентификация опасностей – это начальный этап процедуры оценки риска, который определяет, способен ли фактор опасности вызвать неблагоприятные эффекты или последствия для объектов, на которые он воздействует.

Главной задачей этого этапа является выявление наиболее неустойчивых объектов, а также приоритетных вредных и опасных факторов, необходимых для характеристики уровня риска и источников его возникновения. Для решения этой задачи:

- оценивается полнота и достоверность известных данных;
- определяются направления сбора информации;
- анализируется наличие сведений о количественных показателях последствий воздействия факторов опасностей (например, концентрации, дозы, безопасные уровни и интенсивность поражения);
- определяются приоритеты.

Исходные данные, полученные на этапе идентификации опасностей, используются в дальнейшем для оценки риска воздействия вредных и опасных факторов.

На втором этапе, т.е. при оценке риска, определяются уровни (интенсивность) факторов риска и степень их воздействия на организм работника, устанавливаются причинные связи между воздействием потенциально-опасного фактора и развитием неблагоприятных последствий.

При разработке проблем техногенного риска основное внимание обращают на системный подход к изучению различных факторов, влияющих на сравнение риска. Оценка риска воздействия охватывает анализы его частоты и последствий, а также их совместного действия.

На третьем этапе – этапе характеристики риска – осуществляется сравнительная оценка рисков и анализ их распределения – территориального, по времени, объектам, факторам и последствиям; производится оценка состояния здоровья работника и утраты трудоспособности; определяется значимость возникших проблем и сравниваются полученные количественные характеристики риска со значениями условно определенного допустимого (приемлемого) риска. По результатам проведённых исследований обобщается полученная информация и делаются выводы об уровне фактического риска, вырабатываются рекомендации, необходимые для разработки мероприятий по управлению риском.

В документе ВОЗ «Принципы оценки риска для здоровья человека при воздействии химических веществ» (Principles for the assessment of risks to human health from exposure to chemicals. – Environmental Health Criteria 210, Geneva: WHO, 1999) освещена общая методология оценки риска применительно к действию химических веществ. Важнейшими этапами и показателями оценки риска выступают:

- идентификация опасностей для здоровья работников с помощью данных обследований на животных и статистических данных заболеваний работников;

- оценка доза-эффект последствий контактов с вредными веществами, включая качественные (пороговые) эффекты и количественные оценки риска для канцерогенных (беспороговых) эффектов;

- оценка экспозиции вредных веществ, включая подходы к количественному определению экспозиции (индивидуальный мониторинг, время-активность, биомаркеры экспозиции и оценка внутренней дозы), оценка вариабельности и неопределенности;

- описание характеристик рисков и использование методов управления рисками, включая социальные факторы, индивидуальный и популяционный риск, сравнительный риск, восприятие риска, информация о рисках, экономические и политические факторы, виды нормативов.

Основной целью оценки риска является разработка мер по предотвращению и снижению опасностей, угрожающих безопасности и здоровью работников. Оценка риска понимается при этом как исследование, проводимое путем осуществления ряда этапов (шагов), включающих

выявление опасностей и их источников; ранжирование риска и установление его степени: приемлемого риска, допустимого и недопустимого.

Важным этапом в системе мер по безопасности является управление риском путем планирования и осуществления мер, направленных на предотвращение и снижение риска, контроля эффективности осуществляемых мер, а также документирования процедуры и результатов.

Считается, что оценка риска должна организовываться на систематической основе и проводиться каждый раз, когда происходят изменения в производстве. Оценку риска проводят на всех рабочих местах независимо от размера рабочего места и во всех сферах экономической деятельности.

Таким образом, важнейшими установками, связанными с оценкой профессионального риска, в документах Международной организации труда, Всемирной организации здравоохранения и Европейского Союза, являются ориентация национальных систем идентификации и оценки рисков на:

- исключение опасных факторов риска;
- организацию государственных систем контроля уровней профессионального риска, включая оценку состояния производственной среды и здоровья работающих;
- минимизацию опасных факторов риска.

Считается, что социальное законодательство и государственная политика в области безопасности и гигиены труда призваны принимать меры по исключению самой возможности работы во вредных и опасных условиях труда. В случае аварийных ситуаций или особой значимости функционирования производств с повышенными уровнями профессиональных рисков работа персонала организуется на основе постоянного мониторинга уровней профессионального риска и учета дозированного накопления факторов риска и строго регламентированной продолжительности работы персонала.

Во всех других случаях производства с повышенными уровнями профессионального риска должны быть остановлены, а работники имеют право прекратить работу и покинуть опасную зону. Соответствие этим требованиям проверяется государственными техническими инспекторами и врачами медико-санитарных служб.

3.2 Принципы методологии оценки риска

Методология анализа риска для здоровья строится по следующим основным *принципам*:

- **Оценка риска** – включает выявление опасности (т.е. определение структуры вредных и опасных факторов производственной среды и

трудового процесса), оценку экспозиции (количественная характеристика уровня фактора, времени воздействия, стажа работы, качественная характеристика экспозиции – тропность действия фактора, органы-мишени, синергизм или антагонизм действующих факторов, оценку зависимости «доза-ответ») и оценку условий труда, срочности и объема мер профилактики;

- **Управление риском** – включает постановку задачи, анализ вариантов, выбор и принятие решений, действия, направленные на обеспечение безопасности и здоровья работников (первичная, вторичная и третичная профилактика) и оценку результатов;

- **Информация о риске** – доводится до работодателей, работников и других заинтересованных сторон с соблюдением установленных законодательством Российской Федерации условий и этических норм.

Оценка риска, важнейший принцип методологии, таким образом, представляет процесс установления вероятности развития и степени выраженности неблагоприятных биологических эффектов у человека, обусловленных воздействием факторов окружающей среды.

Цель оценки риска – это выявление опасностей, получение и обобщение качественной и количественной информации об уровне и последствиях воздействия вредных и опасных факторов на объекты и определение вероятных последствий с целью предупреждения развития неблагоприятных эффектов и обоснования управленческих решений для снижения уровня риска.

Оценка риска, как правило, осуществляется в соответствии со следующими этапами:

- идентификация опасности;
- оценка экспозиции;
- оценка зависимости «доза-ответ»;
- характеристика риска.

Идентификация опасности – это процесс выявления всех потенциально опасных и вредных производственных факторов на данном рабочем месте, определения вредных эффектов воздействия, отбора приоритетных факторов для их дальнейших углубленных исследований. В результате действий исследователей, которые выполняются на этом этапе происходит:

- выявление потенциально вредных факторов;
- оценка связи между изучаемым фактором и нарушениями состояния здоровья человека;

– оценка достаточности и надежности имеющихся данных об уровнях опасных факторов;

– составление перечня приоритетных химических веществ и других профессиональных факторов, подлежащих последующей характеристике.

На этом этапе дается качественная оценка неблагоприятных для здоровья эффектов у людей или животных – определение вреда. Например, если установлено, что соединения свинца могут вызвать нарушение синтеза гемоглобина и поражение периферических нервов, вегетативной и центральной нервной системы, нарушение женской репродуктивной функции и т.д., то свинец *идентифицирован* как вредный для здоровья фактор. Этап идентификации опирается на теоретическую, экспериментальную и клиническую базы. Важность этого этапа заключается в том, что только на его основе можно определить те эффекты вредного воздействия на организм, в отношении которых далее будет оцениваться зависимость «доза-ответ» и даваться заключительная характеристика риска.

Для идентификации на конкретном рабочем месте необходимо провести оценку фактического состояния условий труда, изучить данные аттестации или спецоценки рабочих мест, составить список вредных воздействий и др. Может возникнуть необходимость определения возможности экстраполяции полученных данных на достаточно долгий период наблюдения за профессиональной группой, направленного в прошлое (ретроспективное исследование). Оценка проводится на всех этапах производственного цикла, т.е. при осуществлении основного технологического процесса, обслуживании и ремонте оборудования, непредвиденных аварийных ситуаций и др.

Обработка данных позволяет определить уровни профессиональных факторов, сформулировать ожидаемые сценарии производственного воздействия на работников и установить:

- перечень приоритетных потенциально опасных факторов;
- расположение источников загрязнения производственной среды, их зоны воздействия;
- численность работников, подвергшихся воздействию;
- численность уязвимых групп работников (несовершеннолетние, беременные женщины, кормящие матери, инвалиды).

Далее необходимо принять решение о достаточности полученных данных или о необходимости в сборе дополнительной недостающей информации и проведении дополнительных исследований.

Оценка экспозиции – это установление количественного действия вредного фактора в результате производственного процесса с учетом уровня

и времени воздействия. На этом этапе должно быть определено какими путями и через какие среды, на каком количественном уровне и при какой продолжительности (стаж работы в этих условиях, продолжительность рабочей смены и др.) имеет место реальное или ожидаемое воздействие. Это позволяет судить о получаемой дозе, даже если она не может быть определена непосредственно (например, с помощью химического анализа крови или других биосред, если речь идет о химическом факторе).

Методология оценки экспозиции предусматривает определение двух оценочных величин, одна из которых именуется «центральная тенденция», другая – «верхняя оценка» (рис. 8). Первая рассчитывается на основе средних уровней воздействия и осредненных оценок ее частоты, продолжительности, некоторых физиологических параметров (например, объема дыхания). Вторая опирается на верхнюю границу 95%-ного доверительного интервала интенсивности производственной экспозиции.

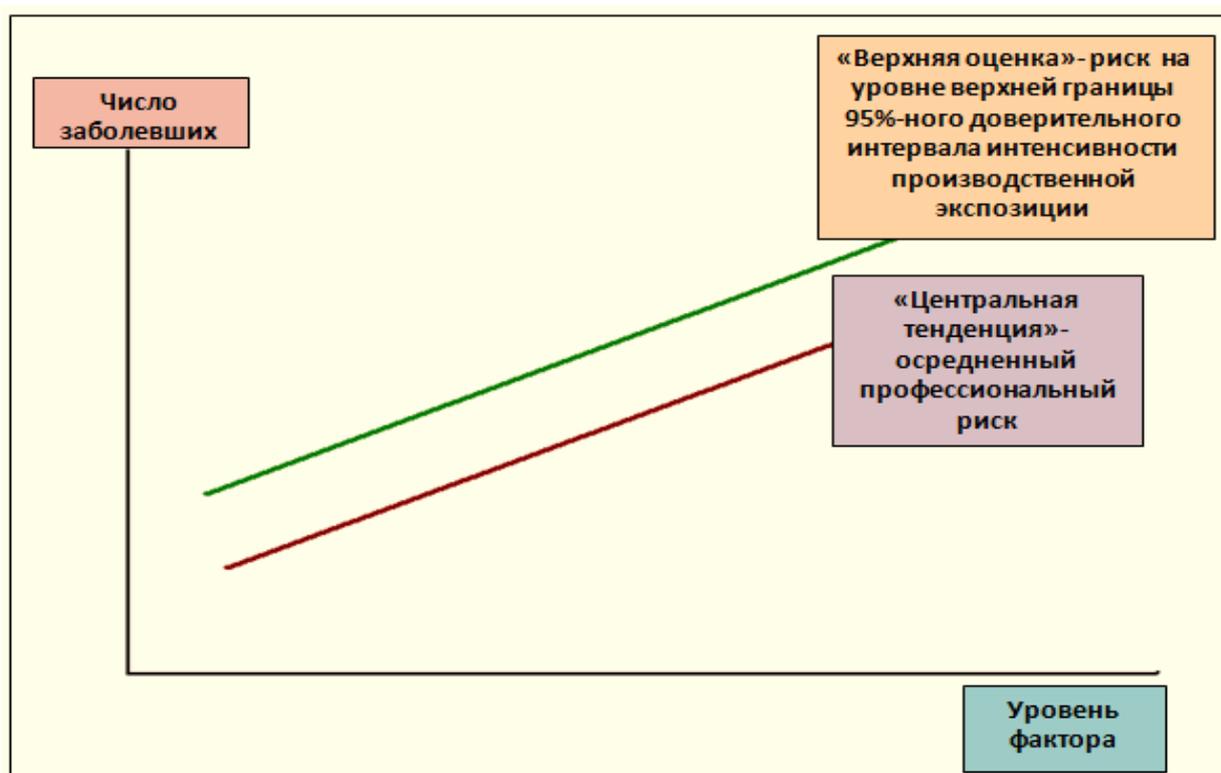


Рисунок 8 – Количественная оценка экспозиции с использованием оценочных величин: «верхняя оценка» и «центральная тенденция».

Экспозиция, соответствующая «центральной тенденции», используется для оценки осредненного риска, которому подвергается группа работников. Экспозиция, соответствующая «верхней оценке», расценивается как наибольший возможный риск для отдельных членов этой группы.

Численность экспонированной группы не входит в расчет дозы, но является одним из важнейших факторов для решения вопроса о приоритетности профилактических мероприятий, возникающего при использовании оценки риска в целях управления риском.

С этапом оценки экспозиции связан ряд существенных неопределенностей оценки риска, поскольку не налажен адекватный мониторинг состояния производственной среды, который бы позволял получить достоверные сведения об уровнях воздействия фактора в различные периоды профессиональной деятельности конкретного работника или хотя бы профессиональной группы.

Оценка зависимости «доза-ответ» – это установление причинной обусловленности развития вредного эффекта при действии данного вредного фактора, выявление наименьшей дозы, вызывающей развитие наблюдаемого эффекта, и определение интенсивности возрастания эффекта при увеличении дозы. Оценка зависимости доза-ответ является ключевым этапом всей методологии, непосредственно связанным с характеристикой риска. На этом этапе должны быть установлены количественные закономерности, связывающие полученную дозу с распространенностью того или иного неблагоприятного (для здоровья) эффекта, т.е. с вероятностью его развития.

Глоссарий US EPA (Environmental Protection Agency – Управление по охране окружающей среды США) определяет термин «зависимость доза-ответ» как «связь между дозой и относительным количеством (в процентах) индивидуумов с количественно определенной выраженностью определенного эффекта в группе индивидуумов».

Понятие «определенный эффект» требует пояснения. Многие вредные факторы поливалентны, т.е. вызывают не один, а несколько неблагоприятных для здоровья эффектов, связанных или не связанных между собой (например, действия свинца на нервную и кроветворную ткань не зависимы друг от друга, а влияние его на порфириновый обмен и развитие анемии – взаимообусловлены) и, главное, могут проявляться на разных уровнях доз. Хотя методология предполагает, что критическим для оценки является эффект, проявляющийся при наименьшем уровне, прежде требуется провести оценку по всем возможным неблагоприятным эффектам, чтобы выявить этот критический показатель. А это далеко не всегда возможно даже в эксперименте. Поэтому выбор ответов нередко определяется не только их приоритетностью, но и наличием необходимой информации.

В самом общем виде негативный эффект определяется количеством вещества или уровнем физического фактора и временем воздействия. Связь

между дозой, временем и эффектом может быть представлена в виде поверхности в трехмерном пространстве (рис. 9).

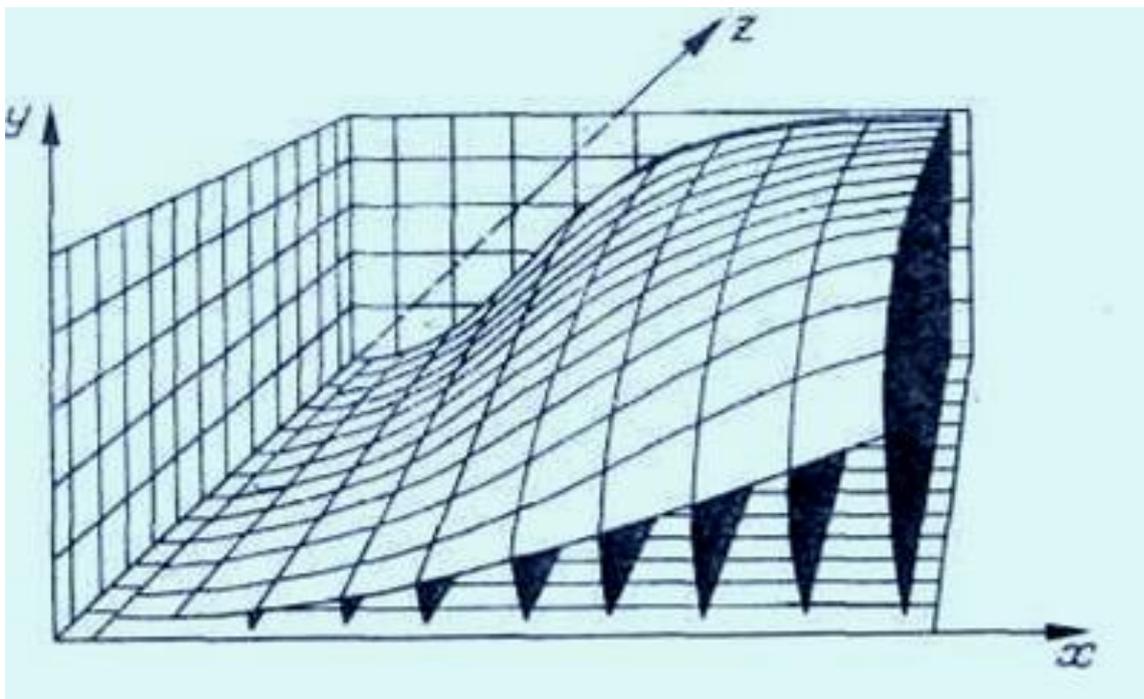


Рисунок 9 – Объемное представление функции *доза-время-эффект*, полученное по результатам острой пероральной токсичности регулятора роста растений фурмара на белых крысах (по оси X – доза в мг/кг, по оси Y – эффект в %, по оси Z – время в сутках).

При сечении этой поверхности плоскостями, параллельными координатным плоскостям, получается три семейства кривых, попарно связывающих дозу, время и эффект:

1. доза-эффект – подразумевает модель связи между дозой яда и токсическим эффектом;
2. время-эффект – связь между временем и эффектом, т.е. при одном и том же уровне воздействия, но с различной продолжительностью его может наблюдаться различный эффект;
3. доза-время – связь между дозой и временем наступления фиксированного эффекта.

Наибольшим вниманием исследователей пользуется связь доза-эффект, поскольку изучение, а затем математическое моделирование этой зависимости позволяет прогнозировать величину риска, в том числе в области пороговых значений доз, что особенно важно для гигиенического регламентирования.

Следует помнить, что математические модели – это большое упрощение реальных процессов, т.е. простое итоговое отражение их в виде математических функций, связывающих дозу и вероятность эффекта.

Эти модели не могут быть использованы для объяснения основных механизмов развития патологических процессов в организме, наоборот они должны отражать существующие представления об этих механизмах

Для получения функции «доза-ответ», которая является основой для количественной оценки риска, пользуются данными эпидемиологических исследований или результатами исследований на животных. Экстраполяция результатов экспериментальных исследований на животных на человеческую популяцию связана с существенными неопределенностями (видовые, размерные, метаболические и др. различия), поэтому зависимость «доза-ответ», обоснованная эпидемиологическими данными, более надежны, но имеют свои неопределенности. Например, при построении зависимости ответа от высоких уровней экспозиции (что характерно именно для производственных воздействий), ее экстраполяция на диапазон менее высоких уровней может оказаться ошибочной и обусловлена выбором математической модели. Зависимость, найденная для одной профессиональной группы, не обязательно справедлива для другой, имеющей какие-то генетические или иные отличия (возраст, пол), подвергающейся воздействию другого комплекса факторов, сопутствующих изучаемой экспозиции и т.п.

Разработаны различные виды математических моделей, отражающие зависимость эффекта от дозы: логнормальная модель, логистическая, линейно-квадратическая, линейная, логарифмическая и др. Для установления количественных соотношений между величиной экспозиции и выраженностью регистрируемого неблагоприятного эффекта наиболее часто используется **линейная модель**, для построения которой применяется корреляционно-регрессионный анализ (рис. 10). В уравнении регрессии учитывается связь дозы воздействия с ожидаемой частотой того или иного нарушения здоровья, характерного для эффектов воздействия данного фактора, либо с частотой госпитализации по поводу определенного заболевания, либо со смертностью от него и т.п. Полученные коэффициенты используются для прогноза величины показателя Y (например, частота заболеваний) при изменении показателя X (уровень воздействия фактора).

Преимущество регрессионного анализа, основанного на эпидемиологических данных (перед экспериментальными), состоит в том, что только на его базе не канцерогенный риск для людей может быть охарактеризован явно, т.е. как вероятность индивидуального нарушения

здоровья или как вероятное число случаев этого нарушения в рассматриваемой профессиональной группе, несмотря на неопределенности (экстраполяция ответа от высоких экспозиций на низкие, различия между группами, наличие сопутствующих факторов риска).

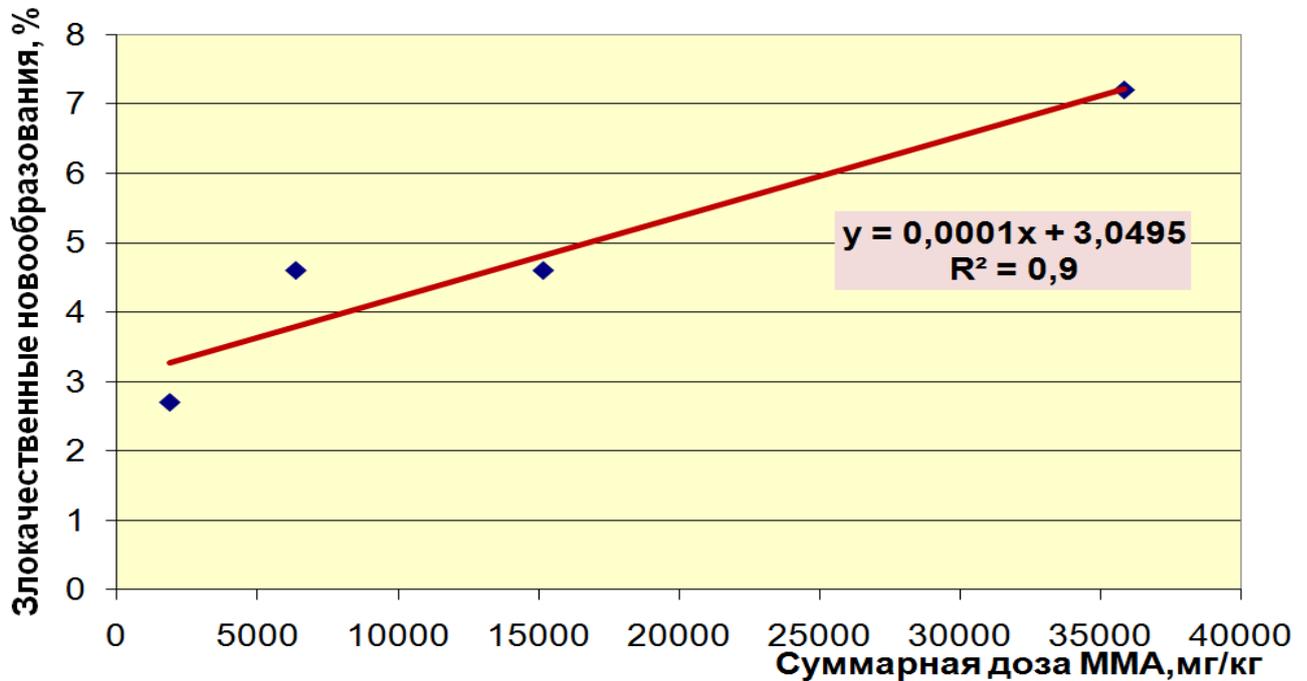


Рисунок 10 – Графическое изображение зависимости доза-эффект при использовании линейной модели (на примере данных эпидемиологического исследования канцерогенного эффекта в группе экспонированных к метилметакрилату работников производства оргстекла).

Математические модели, основанные на обобщении эпидемиологических данных, либо апробированные ими, могут быть использованы для построения зависимости «доза-ответ».

Характеристика риска – это интеграция данных, полученных на предшествующих этапах исследований. В процессе характеристики риска происходит:

- анализ всех полученных данных;
- расчет риска для популяции и ее отдельных подгрупп;
- сравнение риска с допустимыми (приемлемыми) уровнями;
- сравнительная оценка и ранжирование различных рисков по степени их статистической, медико-биологической и социальной значимости;
- установление медицинских приоритетов и тех видов риска, которые должны быть предотвращены или снижены до приемлемого уровня.

Этап является связующим мостом между оценкой профессионального риска и управлением риском. Итогом этого этапа является синтез всех результатов оценки риска и формулировка выводов, передаваемых лицу или организации, принимающим решение в сфере санитарной политики.

Ведущими принципами характеристики риска для здоровья являются:

- интеграция информации, полученной в процессе идентификации опасности, оценки экспозиции и зависимости доза-ответ;
- характеристика и обсуждение факторов неопределенностей и вариабельности результатов;
- представление информации о характеристиках риска в понятной и доказательной форме с указанием на достоверность и ограничения характеристик риска.

На этом этапе требуется также суммировать и охарактеризовать все неопределенности, возникавшие на предыдущих этапах оценки риска, поскольку они могут повлиять на окончательное решение по управлению риском, например:

- возможное несоответствие фактических уровней факторов, измеренных в настоящее время, уровню их за весь оцениваемый период воздействия этих факторов;
- некачественное проведение специальной оценки условий труда на рабочих местах;
- ошибки измерений факторов;
- неточность расчетных методов определения дозы воздействия, опирающихся на «стандарты» объема легочной вентиляции, массы тела, средней продолжительности жизни и т.п.;
- необходимость экстраполировать зависимость «доза-ответ» на другой диапазон доз, отличный от тех, для которых она была реально обоснована;
- наличие сопутствующих факторов риска, которые могут не совпадать для оцениваемых профессиональных групп;
- недооценка риска, связанная с тем, что обычно при эпидемиологических исследованиях анализируется ограниченное число эффектов (например, только смертность);
- трудность учета возможной суммации эффектов воздействия нескольких факторов и т.д.

В связи с этим результаты окончательной оценки риска не могут быть до конца точными.

Форма характеристики риска может быть самой различной: от чисто описательной до полуколичественной и количественной, но чаще используется комбинация этих подходов. Одним из количественных

показателем является кратность превышения фактического уровня фактора к его регламентированной допустимой величине. Однако этот показатель можно использовать лишь как косвенный критерий, позволяющий в какой-то степени ранжировать степень риска, но не дающий абсолютной оценки.

Только зависимость «доза-ответ», основанная на эпидемиологических данных позволяет не только дать оценку риска, но и прогнозировать вероятность связанных с ним нарушений здоровья.

РАЗДЕЛ 4. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОЦЕНКЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА

Оценка профессионального риска являются одной из важнейших проблем, как на этапе создания, так и в период эксплуатации производства, поскольку это связано с охраной здоровья работника. Профессиональный риск сопровождает любой производственный процесс, создавая для руководства организации необходимость анализа рискованной ситуации и потребность в управлении риском, которое заключается в своевременном выявлении угрожающих факторов, оценке степени их опасности и принятии мер по устранению либо снижению потенциального вреда. В действующем законодательстве отсутствуют обязательные методики по управлению рисками, то есть, каждый руководитель может самостоятельно разработать план мероприятий, опираясь на рекомендуемые национальные стандарты. Оценку профессиональных рисков, как правило, выполняют сторонние организации, получившие лицензию на проведение данного вида работ. Для организации этого процесса работодатель должен выполнить ряд действий, которые зафиксированы Приказом Министерства труда и соцзащиты РФ от 19.08.2016 № 438н «Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда» (п. 33):

- выявить опасности;
- оценить уровни профессиональных рисков;
- снизить уровни рисков.

4.1 Основные принципы организации процесса оценки профессионального риска на предприятии

Для определения уровня профессионального риска в соответствии с этапами его оценки на конкретном предприятии или в организации, или для определенной профессиональной группы, прежде всего, следует ***идентифицировать все вредные и опасные факторы***. Идентификация опасности предусматривает установление на качественном уровне весомости доказательств способности того или иного агента вызывать определенные вредные эффекты у человека.

Основной задачей ***этапа идентификации*** опасности является выбор приоритетных факторов, изучение которых позволяет с достаточной надежностью охарактеризовать уровни риска нарушений состояния здоровья работников и источники его возникновения. Если речь идет о вредных химических веществах (ВХВ), то необходимы следующие действия:

- идентификация всех веществ, загрязняющих воздух рабочей зоны, на основании изучения технологического процесса;
- характеристика потенциальных вредных эффектов ВХВ и оценка научной доказанности возможности развития этих эффектов у работника;
- выявление приоритетных для последующего изучения химических соединений;
- уточнение вредных эффектов, обусловленных воздействием этих веществ;
- определение продолжительности экспозиции;
- установление путей поступления ВХВ в организм работника (ингаляционное, накожное, пероральное).

На этапе идентификации опасности осуществляется **оценка полноты и достоверности** имеющихся данных об уровнях загрязнения воздуха рабочей зоны, определяются задачи по дополнительному сбору информации о фактических и/или моделируемых концентрациях ВХВ, оценивается наличие сведений о количественных критериях, необходимых для последующего анализа риска для здоровья (ПДК, ОБУВ, ПДУ на коже, факторы канцерогенного потенциала). Одновременно необходимо отметить органы/системы и эффекты, которые могут быть критическими (т.е. наиболее чувствительными к действию наименьших из эффективных доз или концентраций) при воздействии данных ВХВ.

Из составленного перечня ВХВ потенциально приоритетных веществ необходимо выделить вещества однонаправленного действия, выяснить возможность комбинированного или комплексного воздействия. Для таких химических соединений необходимо провести сопоставление критических органов/систем и эффектов, а также на основе имеющихся литературных данных или аналогии со структурно близкими веществами попытаться предположить тип их совместного (комбинированного и комплексного) действия.

В качестве консервативного подхода к оценке комбинированного действия не канцерогенов используется предположение об аддитивности действия веществ, воздействующих на одни и те же органы или системы организма. На этапе идентификации опасности рекомендуется сгруппировать вещества по их вредным эффектам и/или критическим органам и системам: канцерогены; вещества, воздействующие на печень, почки, органы дыхания и т.д.

Наиболее реальным способом получения информации о вредных производственных факторах является использование материалов аттестации рабочих мест, специальной оценки условий труда, результатов

производственного контроля. Эти материалы, к сожалению, имеют недостаточную информационную ценность.

Так, производственный контроль, должен проводиться в соответствии с Санитарными правилами СП 1.1.1058-01 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» (с изменениями и дополнениями от: 27 марта 2007 г.). Номенклатура, объем и периодичность лабораторных исследований и испытаний определяются с учетом санитарно-эпидемиологической характеристики производства, наличия вредных производственных факторов, степени их влияния на здоровье человека и среду его обитания. Лабораторные исследования и испытания осуществляются юридическим лицом, индивидуальным предпринимателем самостоятельно, либо с привлечением лаборатории, аккредитованной в установленном порядке. Разработанная программа (план) производственного контроля утверждается руководителем организации, индивидуальным предпринимателем либо уполномоченными в установленном порядке лицами. Часто, однако, планы производственного контроля не учитывают все вредные факторы, недостаточна периодичность их измерения, исследования проводятся не на всех рабочих местах и т.п.

Недостаточны сведения об уровнях факторов, продолжительности воздействия, которые можно получить из материалов аттестации рабочих мест, а сейчас специальной оценки условий труда. Часто она выполняется формально, один раз в пять лет в течение очень короткого периода времени, за который невозможно дать полноценную характеристику воздействия для всех экспонированных групп на обследуемом объекте (что так же часто подменяется оценкой содержания вредных и опасных веществ на определённых точках – «рабочих местах»). Кроме того, работодатели могут оказывать давление на исполнителей. В связи с этим, как правило, невозможно решение таких основополагающих задач, как:

- создание баз данных по заданным параметрам для многофакторного статистического анализа;
- выявление роли и веса каждого неблагоприятного или вредного фактора, влияющего на уровень работоспособности и состояние здоровья людей, работающих на предприятии;
- вычисление статистических характеристик и персонифицированного определения влияния комплекса неблагоприятных факторов с последующей реализацией мер по оздоровлению условий труда, охраны и укрепления здоровья групп работающих и каждого работника индивидуально;

- подготовка обобщенных данных и передача результатов вышестоящим и внешним организациям для соответствующей отчетности;
- поиск закономерностей в накапливаемых данных, для управления состоянием здоровья работников, взаимосвязей между выполняемой деятельностью и состоянием здоровья.

Наиболее полная информация может быть получена при проведении планового обследования производства органами Роспотребнадзора или (еще более достоверная) при проведении специального гигиенического исследования с участием НИИ соответствующего профиля.

В любом случае измерению вредных факторов должно предшествовать тщательное изучение технологического процесса. На химических производствах, например, следует уточнить перечень всех вредных веществ, которые используются и образуются на стадиях производственного процесса (сырьё, побочные продукты, готовая продукция), чтобы определить какие из них могут поступать в воздух рабочей зоны конкретного рабочего места и использовать адекватные методики отбора и анализа проб воздуха на содержание в них ВХВ.

На основании этого анализа и данных о токсичности веществ целесообразно определить приоритетный перечень загрязнителей с учетом следующих показателей:

- превышение допустимых регламентов (ПДК) содержания вещества в 1 м³;
- отнесение вещества к 1 и 2 классам опасности;
- наличие отдаленных эффектов воздействия – канцерогенного, мутагенного, эмбриотоксического, тератогенного;
- возможность поступления ВХВ в организм работника различными путями;
- наличие веществ с однонаправленным действием.

Следует также выяснить, какое оборудование может служить источником шума, инфра- и ультразвука, вибрации, электромагнитных излучений, инфракрасных излучений и т.д., с тем, чтобы в дальнейшем методически правильно подобрать необходимые приборы для измерения вредных факторов, присутствующих на данном рабочем месте и в дальнейшем учесть возможность их сочетанного действия.

Поскольку для правильного определения уровня воздействия какого-либо вредного фактора требуются знать продолжительность контакта с ним, необходимо проводить хронометражные исследования. Особенно это важно, когда рабочее место непостоянное и работник в течение смены может находиться на различных участках производства в контакте

с различающимися по спектру, природе и продолжительности воздействия факторами.

Нередко для оценки индивидуального риска определенного работника необходимо по возможности давать характеристику условиям труда на всем протяжении его профмаршрута с учетом продолжительности работы на том или ином рабочем месте. Такую ретроспективную оценку условиям труда часто сделать весьма затруднительно из-за нерегулярного измерения уровня вредных факторов, из-за отсутствия сведений за некоторые периоды деятельности работника и т.д. Это приводит к соответствующим неопределенностям при количественной оценке риска.

Таким образом, на этапе идентификации опасности с учетом цели и задач проводимых исследований, их материального обеспечения, наличия информации о вредных факторах или реальной возможности ее дополнительного получения, доступности данных о влиянии факторов на здоровье человека уточняются цели и задачи оценки риска, окончательно формируется план проведения последующих исследований, устанавливаются неопределенности, способные повлиять на полноту и достоверность окончательных заключений и рекомендаций. Тем самым определяются границы оценки риска, характеризующие область применения полученных результатов.

На этапе оценки экспозиции осуществляется измерение уровней вредных факторов и соотнесение их с нормативами, уточняется продолжительность их воздействия, определяется число лиц, подвергающихся воздействию. Собственно на этом этапе проводится классификация факторов по их опасности, в том числе по присвоенному на основании сравнения с гигиеническими нормативами классу условий труда. Это этап оценки **априорного риска**, которая по степени доказанности риска – самая низкая и относится к категории 2 (**подозреваемый ПР**).

Для более объективного количественного определения уровня профессионального риска на этом этапе может использоваться методика балльной оценки профессиональных факторов в зависимости от классов условий труда, которая описана в МР «Методика расчета индивидуального профессионального риска в зависимости от условий труда и состояния здоровья работника», утвержденная Председателем Научного Совета по медицине труда академиком РАМН Н.Ф. Измеровым 23 июня 2010 г. В документе изложен метод интегральной оценки условий труда (ИОУТ), по которой классы условий труда определяются в соответствие с таблицей 4.1.

Таблица 4.1 – балльная оценка классов условий труда

Показатель	Класс условий труда, установленный для производственного фактора по Р 2.2.2006-05						
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Количество баллов (v)	2	2	4	8	16	32	64

С учетом стажа работы конкретного работника можно подсчитать баллы, характеризующие степень вредности его труда (с учетом периодов работы, отличающихся по степени вредности), и отнести в ту или иную группу для дальнейшей оценки «доза-ответ» (табл. 4.2).

Таблица 4.2 – Итоговая балльная оценка с учетом всех вредных факторов на данном рабочем месте

Фактор	Класс условий труда	Баллы	Стаж работы	Число баллов
Химический	3.1	4	8	32
Химический	2	2	2	4
Шум	3.2	8	8	64
Шум	3.1	4	2	8
Вибрация	2	2	10	20
Микроклимат	2	2	10	20
Освещенность	1	2	10	20
Тяжесть	2	2	10	20
Напряженность	2	2	10	20
Итого	–	–	–	208

Балльная оценка может быть использована и без учета классов условий труда, а просто для отнесения работника к той или иной группе по фактическому уровню фактора, например, для работающих в контакте с ВХВ в концентрациях:

- менее 0,5 ПДК – 1 балл;
- от 0,5 до 1,0 ПДК – 2 балла;
- 1,1–3,0 ПДК – 3 балла;
- 3,1–5,0 ПДК – 4 балла и т.д.

Разбивка на группы по уровню фактора зависит от границ колебания фактора и от численности профессиональной группы, в которой проводится оценка риска – чем многочисленнее коллектив рабочих и чем значительнее колебание величин фактического фактора, тем больше можно выделить групп для последующего исследования зависимости «доза-ответ». Реально речь идет о 3–5-ти группах. В таблице 4.3 приведен пример разбивки работников производства оргстекла, имевших контакт с метилметакрилатом (когорта «ММА»), в зависимости от полученной дозы (т.е. с учетом стажа

работы на данном производстве), рассчитанной в условных единицах (уровень фактора в баллах, умноженный на продолжительность воздействия в годах).

Таблица 4.3 – Распределение лиц из когорты «ММА» по группам с учетом полученной дозы в условных единицах

Показатель	Группы работников			
	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа
Доза (в условных единицах)	0–14	15–28	29–56	57–170
Численность групп	427	303	226	199

Такое количество групп позволяет получить данные для построения моделей «доза-ответ». Следует отметить, что в одну и ту же группу может попасть работник, имеющий большой стаж работы, но низкий уровень воздействия фактора, и работник, с небольшим стажем, но подвергающийся интенсивному воздействию фактора.

Как уже было отмечено, *неопределенности* на этом этапе могут быть обусловлены отсутствием фактического материала об уровнях профессиональных факторов за отдаленные периоды профессиональной деятельности. Между тем эти данные могут быть очень важны при оценке, например, канцерогенного риска, поскольку в этом случае имеет значение такая особенность развития профессионального рака, как наличие латентного периода.

Следующим этапом оценки риска является *оценка зависимости «доза-ответ»*, т.е. ключевой этап всей методологии. На этом этапе устанавливаются количественные закономерности, связывающие экспозицию с распространенностью того или иного нарушения здоровья, т.е. с вероятностью его развития. На этом этапе выявляется причинная обусловленность развития вредного эффекта при действии данного вредного фактора, определяются наименьшая доза (уровень фактора), вызывающая развитие наблюдаемого эффекта, и интенсивность возрастания эффекта при увеличении дозы (уровня фактора).

Если на этапе оценки экспозиции были выделены несколько групп по ее уровню, то дальнейшие действия заключаются в сборе данных, характеризующих состояние здоровья лиц в этих группах. Для этого могут быть использованы данные периодических медицинских осмотров, показатели заболеваемости с временной утратой трудоспособности, инвалидности, смертности (например, для оценки канцерогенного риска),

специально проведенных скрининговых исследований, данные анкетного опроса.

Для моделирования зависимости «доза-эффект» часто бывает необходимым выбрать группу контроля (которая обязательна в экспериментах на животных) или, как правильнее ее называть, группу сравнения, в идеале не отличающуюся по всем признакам от опытной группы, но не подвергающуюся действию оцениваемого фактора. В этой группе изучаются те же показатели здоровья, что и в опытных группах.

Нередки случаи, когда в реальной ситуации группу для сравнительной оценки показателей здоровья в изучаемой профессиональной когорте выбрать крайне сложно, особенно в тех случаях, когда опытная группа представляет собой работников, занятых во вредных условиях труда. Поскольку в этой группе действует отбор по здоровью в рамках профилактических медицинских осмотров, а также самоотбор (т.е. люди сами уходят из производства, при субъективном ощущении его отрицательного влияния на здоровье), показатели заболеваемости в ней могут быть даже ниже, чем в группе сравнения – так называемый «эффект здорового работника». В этом случае моделирование зависимости «доза-эффект» может быть выполнено только на основе выделения групп, различающихся по уровню воздействующего фактора. Следует также подчеркнуть, что чем более редко встречается изучаемый показатель здоровья (например, злокачественное новообразование), тем для получения достоверных показателей отобранные группы должны быть более многочисленными.

Наконец, мы можем считать, что причиной того или иного нарушения состояния здоровья является оцениваемый фактор, только в том случае, если наблюдаем достоверно более высокую частоту этой патологии (доказанную статистическими методами) в группах с большим уровнем воздействия фактора.

Итак, ключевым этапом оценки риска является установление количественных соотношений между величиной экспозиции и выраженностью регистрируемого неблагоприятного эффекта. Общепринятым для анализа этих связей в социально-гигиенических исследованиях является корреляционно-регрессионный анализ, а наиболее удобной для целей прогнозирования величины риска (y) с изменением факториальных признаков (доза воздействия – x) является простая линейная зависимость:

$$y = a_0 + a_1x, \quad (1)$$

если таковая подтверждается. В этом уравнении коэффициенты a_0 и a_1 получаются расчетным путем, причем по величине показателя регрессии a_1 можно судить насколько изменится резульативный признак (y) при изменении факториального признака (x) на единицу, т.е. прогнозировать степень риска при изменении уровня воздействующего фактора (рис. 11).

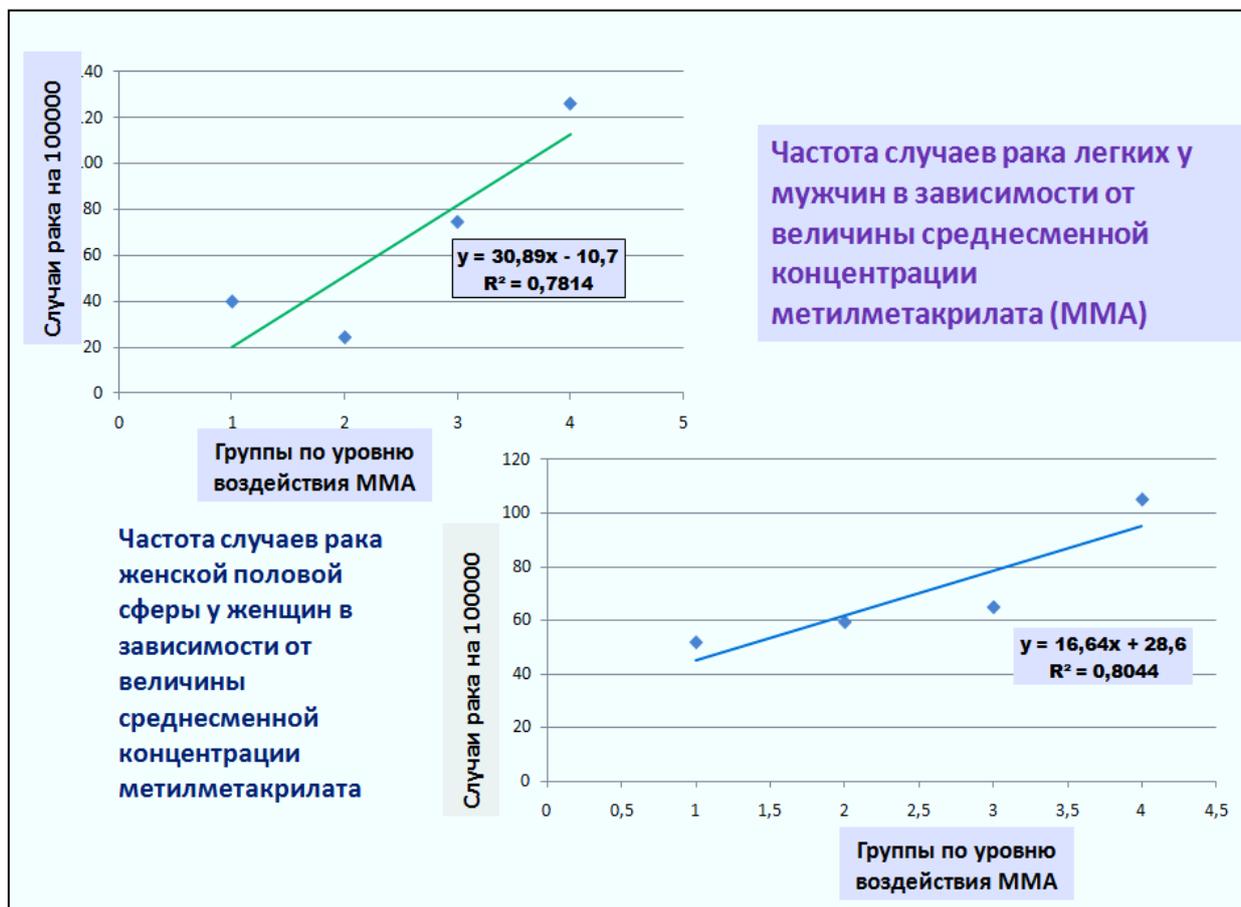


Рисунок 11 – Моделирование зависимости «доза-эффект» в группах с различным уровнем воздействия метилметакрилата с использованием корреляционно-регрессионного анализа (модель линейной зависимости).

Для проверки гипотезы о нарастании риска какого-либо нарушения здоровья с ростом уровня воздействия может быть использован метод исследования «случай-контроль». Суть этого метода заключается в том, чтобы человеку с выявленной специфической патологией подобрать «копи-пару», т.е. одного, а лучше, для повышения достоверности 2–3 человек сопоставимых по полу, возрасту, стажу, но не имеющих данной патологии. Применение этого метода на базе одной и той же профессиональной группы (гибридная схема) повышает эффективность оценки силы связи.

Для примера приводим данные определения профессионального риска среди работающих в контакте с MMA. В качестве показателя силы связи между воздействием канцерогенного фактора и возникновением опухолей

определялся относительный риск во 2-й, 3-й и 4-й группах по сравнению с 1-й в соответствии с формулой:

$$RR_i = \frac{a_i \times m_1}{a_1 \times m_i}; \quad (2)$$

где RR_i – показатель относительного риска;

a_1 – число случаев злокачественных новообразований (ЗН) в группе 1;

a_i – число случаев ЗН в группах 2, 3 и 4;

m_1 – численность «контроля» в группе 1;

m_i – численность «контроля» в группах 2, 3, и 4.

Относительный риск в 1-й группе условно принимается равным 1. В таблице 4.4 приведен пример расчета относительного риска в когорте «ММА», в группах с различным уровнем воздействия метилметакрилата.

Таблица 4.4 – Расчет относительного риска в группах с различным уровнем воздействия метилметакрилата с использованием метода «случай-контроль»

Группа наблюдения	Доза (в условных единицах)				Всего
	0–14	15–28	29–56	57–170	
Имевшие ЗН (случай)	29	37	39	46	151
Не имевшие ЗН (контроль)	84	73	75	67	302
Итого	113	113	114	113	453
Относительный риск (RR)	1,0	1,47	1,51	1,99*	–
95% ДИ RR	–	0,76–2,53	0,84–2,69	1,15–3,45	–

Примечание: * – различие достоверно относительно первой группы

Для подтверждения предположения о наличии зависимости доза-ответ, указывающей на причинный характер связи, может быть использован показатель соответствия χ^2 (хи-квадрат), выбранный как тест для проверки гипотезы о линейном нарастании риска с ростом интенсивности воздействия. В данном примере значение χ^2 , равное 7,82; свидетельствует о вероятности связи увеличения риска развития ЗН с ростом дозы у экспонированных к ММА при уровне значимости $P < 0,05$.

Содержанием завершающего этапа – *характеристики риска* – является синтез всех результатов оценки риска и формулировка выводов, передаваемых лицам, принимающим решение в сфере санитарной политике. Как было сказано выше, на этом этапе формулируются и неопределенности, которые могут влиять на результаты оценки риска. Характеристика риска служит основой для принятия решений по управлению риском с т.з.

организационных, политических, правовых и иных мер, направленных на его предупреждение, ликвидацию или хотя бы снижение.

На этом этапе на основе сравнительной оценки риска в различных профессиональных группах производится ранжирование риска, что позволяет выработать приоритеты в разработке системы мер по снижению риска, в том числе с учетом социальной и экономической целесообразности. Таким образом, этап характеристики риска либо прямо содержит элементы управления риском, либо создает важнейшие предпосылки для обоснования мер управления риском. Основы управления риска изложены в разделе 10.

4.2 Оценка уровней риска

Важным компонентом методологии оценки профессионального риска является определение границы допустимого (приемлемого) риска, не требующего применения дополнительных мер по его снижению. В США для условий профессиональных воздействий промышленных канцерогенов в качестве границы, превышение которой приводит к появлению неприемлемого риска, установлена на уровне 1×10^{-3} (риск при воздействии химического вещества на протяжении всего производственного стажа, т.е. 30 лет). Такой риск рассматривается как значительный для рабочих и как абсолютно не приемлемый для всего населения в целом. На данном этапе целесообразно при оценке рисков для здоровья, обусловленных воздействием химических веществ, ориентироваться на систему критериев допустимого риска, рекомендованную в публикациях ВОЗ, а также в методических документах РФ и ряда зарубежных стран (табл. 4.5).

Таблица 4.5 – Классификация уровней риска

Уровень риска	Индивидуальный пожизненный риск
<u>Высокий</u> – не приемлем для производственных условий и населения. Необходимо осуществление мероприятий по устранению или снижению риска	$>10^{-3}$
<u>Средний</u> – допустим для производственных условий; при воздействии на все население необходимы динамический контроль и углубленное изучение источников и возможных последствий неблагоприятных воздействий для решения вопросов о мерах по управлению риском	$10^{-3}-10^{-4}$
<u>Низкий</u> – допустимый риск (уровень, на котором, как правило, устанавливаются гигиенические нормативы для населения)	$10^{-4}-10^{-6}$

Также можно ориентироваться на систему диапазонов риска, представленную в Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (табл. 4.6).

Таблица 4.6 – Классификация диапазонов риска

Диапазон риска	Значение диапазона	Характеристика диапазона
1	1×10^{-6}	уровни риска, которые воспринимаются как пренебрежимо малые, не отличающиеся от обычных, повседневных рисков, не требуют никаких дополнительных мероприятий по их снижению, подлежат только периодическому контролю
2	$< 1 \times 10^{-6}$, $> 1 \times 10^{-4}$	соответствует предельно допустимому риску, т.е. верхней границе приемлемого риска, подлежит постоянному контролю, в некоторых случаях проводятся дополнительные мероприятия по его снижению
3	$< 1 \times 10^{-4}$, $> 1 \times 10^{-3}$	приемлем для профессиональных групп и не приемлем для населения в целом, требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий
4	$\leq 1 \times 10^{-3}$	не приемлем ни для населения, ни для профессиональных групп, при его достижении необходимо давать рекомендации для лиц, принимающих решения о проведении экстренных оздоровительных мероприятий по снижению риска

РАЗДЕЛ 5. МЕТОДЫ РАСЧЕТА И ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ РАЗЛИЧНЫХ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ

5.1 Химический фактор

При оценке риска от воздействия химической нагрузки потенциально опасные вещества, установленные на этапе идентификации опасности, необходимо разделить *на канцерогенные и не канцерогенные*, так как последующие расчеты риска имеют в каждом случае свои особенности. При оценке воздействия опасных веществ необходимо также учитывать пути их поступления в организм: ингаляционный, кожный и пероральный.

Величина экспозиции – доза (поступление) для канцерогенных и не канцерогенных рисков рассчитывается с учетом среднесменной концентрации. Аналогами термина «поступление» являются термины: нормализованная величина экспозиции, введенная доза, приложенная доза, абсорбированная доза. Поступление химических веществ обычно рассчитывается по формулам, учитывающим воздействующие концентрации, величину контакта, частоту и продолжительность воздействий, массу тела, время осреднения экспозиции и имеет размерность *мг/кг в день*.

Общая формула для расчета величины поступления химического вещества в производственных условиях имеет следующий вид:

$$I = \frac{C \times CR \times EF \times ED}{BW \times AT}, \quad (3)$$

где I – поступление (количество химического вещества на границе обмена), мг/кг массы тела – в смену;

C – концентрация химического вещества; средняя концентрация, воздействующая в период экспозиции (мг/м³ или др.);

CR – величина контакта; количество загрязненной среды, контактирующее с телом человека в единицу времени (м³/смена или др.);

EF – частота воздействий, число дней/год;

ED – продолжительность воздействия, число лет;

BW – масса тела: средняя масса тела в период экспозиции, кг;

AT – время (период) осреднения экспозиции, число дней.

Для расчета поступления используются три категории переменных:

– переменные, связанные с химическим веществом – воздействующие концентрации;

– переменные, описывающие группу работников, подвергающихся воздействию (экспонированную популяцию), – величина контакта, частота и продолжительность воздействия, масса тела;

– переменные, определяемые исследователем – время осреднения экспозиции.

Выбор времени осреднения экспозиции зависит от вида оцениваемых токсических эффектов:

– для веществ с острым действием поступление рассчитывается путем осреднения на очень короткие промежутки времени, которые могут привести к развитию неблагоприятного эффекта (на одно воздействие или на сутки);

– при изучении продолжительных воздействий химических веществ, не обладающих канцерогенным действием, поступление рассчитывают путем их осреднения в течение периода экспозиции (например, субхроническое или хроническое ежедневное поступление);

– для канцерогенов расчет поступления проводят путем деления общей накопленной дозы на продолжительность жизни или максимальный стаж (хроническое ежедневное поступление, которое часто называется пожизненным среднесуточным поступлением).

Используя сведения о концентрации вредных веществ, можно дать количественную оценку уровню воздействия ВХВ на работника на конкретном рабочем месте. Один из методов, который для этого применяется – это расчет среднедневной дозы (СДД).

Для расчета среднедневной дозы, получаемой при профессиональном воздействии химического вещества ингаляционным путем, используется формула:

$$СДД = \frac{С \times n \times 10 \times 240}{70 \times 365 \times N}, \quad (4)$$

где СДД – среднедневная доза в мг/кг/день;

С – среднесменная концентрация ВХВ в воздухе рабочей зоны на данном рабочем месте;

n – стаж работы на данном рабочем месте (в годах и его долях);

10 – средний объем вдыхаемого воздуха за рабочую смену, м³;

240 – количество рабочих дней в году;

70 – средняя масса тела взрослого человека, кг;

N – период осреднения (максимальный стаж).

Если в процессе трудовой деятельности работник подвергался различным концентрациям ВХВ (менялся технологический процесс, проводилась реконструкция и т.п.), то правильнее разбить его рабочий стаж на периоды, характеризующиеся определенной средней концентрацией, и определить СДД для каждого периода. СДД для всего профессионального стажа тогда можно рассчитать по следующей формуле:

$$СДД_{ст} = \frac{СДД_1 + СДД_2 + \dots + СДД_n}{n}, \quad (5)$$

где $СДД_{ст}$ – осредненная среднедневная доза за весь стаж работы конкретного работника, мг/кг/день;

$СДД_1 + СДД_2 + \dots + СДД_n$ – среднедневные дозы за каждый период работы;

n – число периодов работы, характеризующихся соответствующими СДД.

Персональные СДД могут быть использованы для расчета средней СДД для определенной профессиональной группы:

$$ССДД = \frac{\sum СДД_p}{P}, \quad (6)$$

где ССДД – средняя среднедневная доза, мг/кг/день;

$СДД_p$ – персональная среднедневная доза;

P – число работников в профессиональной группе.

Этот показатель может быть далее использован для оценки зависимости «доза-эффект», для чего необходим сбор данных о частоте эффектов, характерных для воздействия данного вещества в группах с различными ССДД. Чаще всего этот метод используется для оценки риска, связанного с воздействием одного какого-то вещества с выраженным негативным эффектом, например, канцерогена.

5.1.1 Оценка риска канцерогенных эффектов

Характеристика канцерогенного риска осуществляется поэтапно:

– обобщение и анализ всей имеющейся информации о вредных факторах, особенностях их действия на организм человека, уровнях экспозиции;

– расчет индивидуального канцерогенного риска для каждого вещества, поступающего в организм человека анализируемыми путями;

– расчет индивидуального канцерогенного риска для каждого канцерогенного компонента исследуемой смеси химических веществ, а также суммарного канцерогенного риска для всей смеси;

– расчет суммарных канцерогенных рисков для каждого из анализируемых путей поступления, а также общего суммарного канцерогенного риска для всех веществ и всех анализируемых путей их поступления в организм;

– расчет популяционных канцерогенных рисков;

– обсуждение и оценка источников неопределенности и вариабельности результатов характеристики риска;

– обобщение и представление результатов характеристики риска.

Расчет канцерогенного риска (CR) проводится с использованием данных о величине экспозиции и значении факторов канцерогенного потенциала (фактор наклона, единичный риск) (Руководство Р 2.1.10.1920-04).

Фактор канцерогенного потенциала (фактор наклона – *Slope Factor* – *SF*) – наклон кривой «доза-ответ» в области низких доз. Факторы наклона канцерогенного потенциала разработаны в экспериментальных исследованиях на животных на основе использования линейной многоступенчатой модели и с учетом статистической экстраполяции с высоких доз, где наблюдаются эффекты в лабораторных условиях, на малые дозы, реально встречающиеся в объектах окружающей среды, при которых эффект в эксперименте не выявляется (рис. 12). Это мера дополнительного индивидуального канцерогенного риска или степень увеличения вероятности развития рака при воздействии канцерогена. Определяется как верхняя 95% граница доверительного интервала наклона зависимости «доза-ответ» в нижней линейной части кривой как арктангенс угла наклона между прямой линейной экстраполяцией и осью абсцисс.

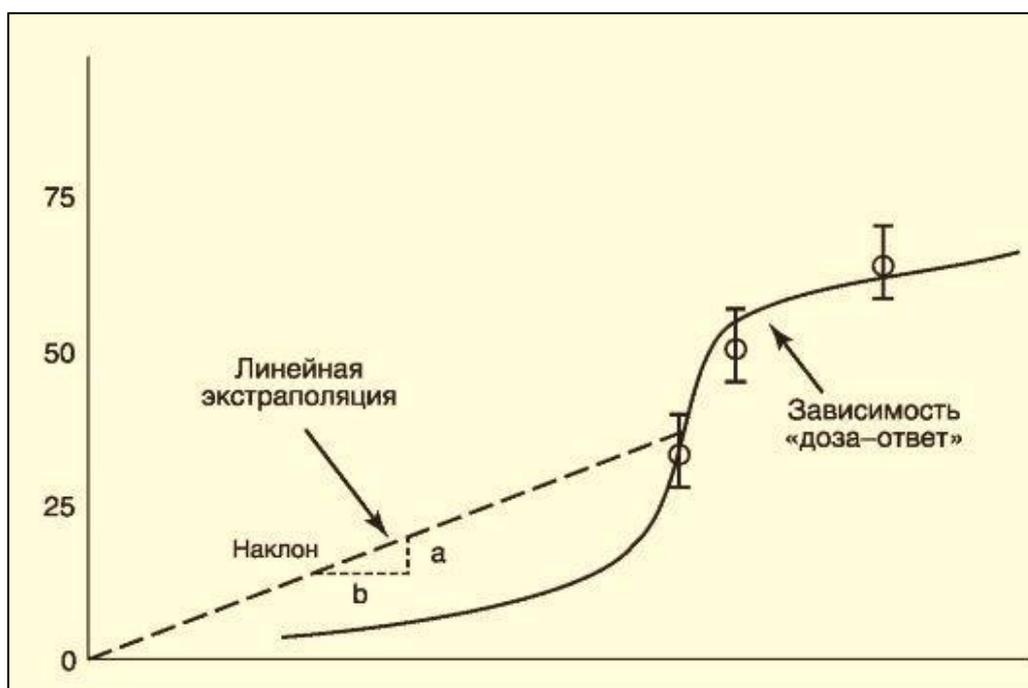


Рисунок 12 – Определение фактора наклона – slope factor (SF) канцерогена в экспериментальных исследованиях.

Факторы наклона разработаны отдельно для двух путей поступления: ингаляционного и перорального – и обычно выражаются в единицах – $1/(\text{мг}/(\text{кг}\cdot\text{день}))$ или $1 (\text{мг}/\text{кг}\cdot\text{день})^{-1}$. SF характеризует степень нарастания канцерогенных эффектов в процентах с увеличением действующей дозы.

Единый канцерогенный риск (UR) (единый фактор риска, удельный риск, единица риска) – результат применения линейной модели для определения верхней доверительной границы риска развития рака в течение всей жизни на единицу дозы, оцененной как результат воздействия агента в концентрации 1 мг/м³ в воздухе или 1 мг/л в воде. Обычно рассчитывается исходя из фактора наклона канцерогенного потенциала для ингаляционного и перорального воздействия.

Расчет показателей **индивидуального канцерогенного риска, т.е. оценка вероятности развития рака у экспонируемого индивидуума при воздействии потенциального канцерогена в течение всей жизни (средняя продолжительность жизни принимается равной 70 годам) или стажа** с использованием фактора наклона (slope factor – SF) проводится по следующим формулам:

$$UR = SF \times \frac{240}{365} \times \frac{T}{70} \times \frac{10}{20}, \quad (7)$$

где UR – единый риск при профессиональной экспозиции (мг/м³);

SF – фактор наклона или канцерогенного потенциала мг/кг/день;

240/365 – доля рабочих дней в году;

T – стаж работы, лет;

T/70 – доля продолжительности экспозиции к средней продолжительности жизни;

10/20 – доля легочной вентиляции за смену к суточной в м³.

$$CR = C \times UR, \quad (8)$$

где CR – число дополнительных случаев рака за счет воздействия канцерогенных веществ в экспонируемой группе;

C – средняя концентрация за весь период производственной деятельности, мг/м³.

Канцерогенный риск при комбинированном воздействии нескольких химических соединений рассматривается как аддитивный. Расчет суммарного канцерогенного риска проводится по формуле:

$$CR_{\text{комб}} = \sum CR_j, \quad (9)$$

где CR_{комб} – общий канцерогенный риск при ингаляционном поступлении нескольких канцерогенных веществ;

CR_j – канцерогенный риск для j-го канцерогенного вещества.

Основными источниками информации о значениях факторов канцерогенного потенциала в порядке их приоритетности являются:

- рекомендации Роспотребнадзора – Р 2.1.10.1920.04 – Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду – приложение 2, табл. 2.4;

- публикации ВОЗ и других международных организаций;
- база данных IRIS (U.S. EPA), доступная через Интернет (<http://www.epa.gov/IRIS/whatsnew.htm> Integrated Risk Information System (IRIS) EPA's Office of Research and Development), National Center for Environmental Assessment – наиболее приоритетная база данных о референтных уровнях воздействия и факторах канцерогенного потенциала, разрабатываемых экспертами Агентства США по охране окружающей среды.

Наряду с расчетами индивидуальных канцерогенных рисков проводится определение величин групповых (популяционных) рисков (PCR), отражающих дополнительное (к фоновому) число случаев злокачественных новообразований, способных возникнуть на протяжении жизни, вследствие воздействия исследуемого канцерогена:

$$PCR = CR \times POP, \quad (10)$$

где: CR – индивидуальный канцерогенный риск;

POP – численность работников, подвергающихся воздействию данного канцерогена, чел.

Индивидуальные и групповые канцерогенные риски характеризуют верхнюю границу возможного канцерогенного риска на протяжении периода, соответствующего средней продолжительности жизни человека (70 лет). Если величину группового риска разделить на 70, то мы получим ориентировочное число случаев злокачественных новообразований, способных возникнуть среди этой группы работников за год. Величину годового риска не следует использовать для проведения каких-либо прямых аналогий между уровнями фактической онкологической заболеваемости и смертности и значениями рисков. Значения канцерогенных рисков отражают, главным образом, долгосрочную тенденцию к изменению онкологического фона, при условии сохранения исходных характеристик (параметров, условий).

5.1.2 Оценка риска не канцерогенных эффектов.

Действие веществ, не являющихся канцерогенами, как правило, носит пороговый характер. Это означает, что существует доза не канцерогенного вещества, ниже которой не наблюдаются вредные эффекты на здоровье работающих. Для не канцерогенных токсических веществ (именуемых веществами с системной токсичностью) методология оценки риска исходит из концепции пороговости действия и признает возможным установить так называемую «референтную дозу» (RFD) или «референтную концентрацию» (RFC), при действии которых на человеческую популяцию, включая ее чувствительные подгруппы, не создается риск развития каких-либо

уловимых вредных эффектов в течение всего периода жизни. Аналогичное понятие в системе российской токсиметрии – ПДК, однако этот регламент не исключает риск для чувствительной части популяции.

Характеристика риска для отдельных веществ проводится на основании расчета коэффициента опасности HQ (Руководство Р 2.1.10.1920-04):

$$HQ = AC/RfC, \quad (11)$$

где AC – средняя концентрация, мг/м³;

RfC – референтная (безопасная) или предельно допустимая концентрация, мг/м³.

Допустимым считается уровень воздействия, если величина $HQ \leq 1$.

При значении HQ, равном или меньшим 1,0 риск вредных эффектов в соответствие с рассматривается как пренебрежимо малый. С увеличением HQ вероятность развития вредных эффектов возрастает и в МР 2.1.10-0156-19 (Оценка качества атмосферного воздуха и анализ риска здоровью населения в целях принятия обоснованных управленческих решений в сфере обеспечения качества атмосферного воздуха и санитарно-эпидемиологического благополучия населения) приведены критерии определения степени риска для здоровья населения при загрязнении атмосферного воздуха, однако для оценки профессионального риска такие критерии пока не разработаны.

Для оценки неканцерогенного риска, обусловленного воздействием комплекса химических веществ, а также обладающих однонаправленным вредным действием и/или воздействующих на одни и те же органы и системы организма, целесообразно использовать метод расчета индекса опасности – HI:

$$HI = \sum HQ_j, \quad (12)$$

Допустимым (приемлемым) считается воздействие группы веществ, если величина $HI \leq 1$.

А.В. Мельцер и А.В. Киселев (2009) опубликовали методику использования комбинированных моделей оценки профессионального риска, основанные на принципе пороговости вредного воздействия производственных факторов [2]. При реализации данной методологии была использована модель индивидуальных порогов действия (нормально-вероятностное распределение частоты эффектов), которая описывается следующим общеизвестным (стандартным) статистическим уравнением):

$$Risk = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} \frac{a+b \times \lg(D)}{e^{-t/2}} dt \quad (13)$$

Где π – число пи (3,14.....);
e – основание натурального логарифма,
D – воздействующая доза,
t – доверительный коэффициент,
a и b – эмпирические коэффициенты.

В априорной модели оценка риска здоровью осуществляется расчетным способом с использованием уравнений индивидуальных порогов:

а) вещества с остронаправленным механизмом действия

$$Prob = -2,1 + 2,1 \times \lg(C/ПДК_{ВРЗ}) \times \lg(T), \quad (14)$$

б) аэрозоли преимущественно фиброгенного действия

$$Prob = -2,0 + 1,55 \times \lg(C/ ПДК_{ВРЗ}) \times \lg(T), \quad (15)$$

в) металлы, оксиды металлов

$$Prob = -2,1 + 1,2 \times \lg(C/ ПДК_{ВРЗ}) \times \lg(T), \quad (16)$$

г) общее уравнение

$$Prob = -2,2 + 1,6 \times \lg(C/ ПДК_{ВРЗ}) \times \lg(T), \quad (17)$$

где C – концентрация вещества;

ПДК_{ВРЗ} – норматив;

T – рабочий стаж в годах;

Prob – промежуточный коэффициент, который связан с риском (Risk) в соответствии со стандартным нормально-вероятностным распределением частоты эффектов.

Для уравнений (15) и (16) в качестве величины C использовалась среднесменная концентрация в мг/м³, в случае отсутствия таковой возможно применяли максимально разовые концентрации за смену. В том случае, если загрязнение воздуха рабочей зоны в течение всего стажа работы отличалось значительным непостоянством, то есть величины определяемых концентраций отличались в 10 раз и более, то в качестве величины C использовалась средняя из всех измерений за весь стаж работы.

Уравнение (17) применяется в тех случаях, когда примесь невозможно отнести к группам, указанным в пунктах а, б или в. Перевод *Prob* в *Risk* проводится в соответствии с уравнением (13) или по таблице 5.1.

Безопасными условиями труда считаются такие, при которых верхняя граница вероятности развития неблагоприятных эффектов находится в пределах 0,2–0,5 (2–5%) – отклонение более 2 сигм от средней величины.

В качестве **пограничных условий** принимаются значения с нижней границей вероятности развития неблагоприятных эффектов в пределах 2–5%, а верхней – 16–25% (отклонение от 1 до 2 сигм от средней величины).

Таблица 5.1 – Нормальное вероятностное распределение

Prob	Risk	Prob	Risk
-3,0	0,001	0,1	0,540
-2,5	0,006	0,2	0,579
-2,0	0,023	0,3	0,618
-1,9	0,029	0,4	0,655
-1,8	0,036	0,5	0,692
-1,7	0,045	0,6	0,726
-1,6	0,055	0,7	0,758
-1,5	0,067	0,8	0,788
-1,4	0,081	0,9	0,816
-1,3	0,097	1,0	0,841
-1,2	0,115	1,1	0,864
-1,1	0,136	1,2	0,885
-1,0	0,157	1,3	0,903
-0,9	0,184	1,4	0,919
-0,8	0,212	1,5	0,933
-0,7	0,242	1,6	0,945
-0,6	0,274	1,7	0,955
-0,5	0,309	1,8	0,964
-0,4	0,345	1,9	0,971
-0,3	0,382	2,0	0,977
-0,2	0,421	2,5	0,994
-0,1	0,460	3,0	0,999
0,0	0,50		

Критические условия возникают при значениях нижней границы вероятности развития неблагоприятных эффектов 16–25% и более (отклонение менее 1 сигмы от средней величины).

Подставляя различные значения концентрации и стажа в соответствующие формулы, можно определить при каких из них риск развития неблагоприятных эффектов достигнет критических значений и вычислить безопасный стаж при конкретных уровнях воздействия. Этот метод также позволяет ранжировать профессии по степени опасности для здоровья, что открывает возможность для планирования профилактических мероприятий по снижению профессионального риска.

Расчет суммарного риска осуществляется в соответствии с правилом умножения вероятностей по формуле (18):

$$Risk_{\text{сум}} = 1 - (1 - Risk_1) \times (1 - Risk_2) \times (1 - Risk_3) \times \dots \times (1 - Risk_n), \quad (18)$$

где $Risk_{\text{сум}}$ – риск комбинированного действия вредных веществ;

$Risk_1 - Risk_n$ – риск действия каждой отдельного вещества.

Полученные значения риска (Risk по табл. 5.1), умноженные на 100%, могут расцениваться как прирост количества заболеваний на 100 работающих.

В условиях комбинированного воздействия суммарный индекс опасности характеризует риск развития неблагоприятных эффектов на критический орган (систему). Этот показатель позволяет выделить приоритетные органы и системы, в наибольшей степени поражаемые при воздействии химического фактора. Причем если воздействие одного вещества не превышает допустимое, то комбинированное поступление веществ, оказывающих влияние на одну систему (орган), может привести к возникновению нарушений. Наиболее вероятным типом комбинированного действия является суммация (аддитивность), пример которой приведен в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Оценка не канцерогенного риска при комплексном воздействии вредных веществ

Вещество	Доза, мг/кг	RfD, мг/кг	HQ	Орган
A	0,005	0,05	0,1	почки
B	16,0	4,0	4,0	печень
C	0,12	0,4	0,3	почки
D	0,08	0,2	0,4	печень
Суммарный риск		HI общий	4,8	
		HI почки	0,4	
		HI печень	4,4	

Для всех путей поступления вредных веществ наиболее ценными для оценки риска, как вероятностной категории, является зависимость «доза-ответ», полученная в результате проведенных эпидемиологических исследований, а иногда и обобщения результатов ряда эпидемиологических исследований (мета-анализ), которые приводят не к расчету референтной дозы, а к построению уравнения регрессии, связывающего дозу (концентрацию) токсического вещества с ожидаемой частотой того или иного нарушения здоровья, характерного для эффектов действия этого агента, либо с частотой госпитализации по поводу определенного заболевания, либо со смертностью от него и т.д. Такой подход хорошо разработан для таких загрязнителей окружающей и производственной среды как свинец, взвешенные твердые частицы, сернистый ангидрид и др.

Характеристика риска развития не канцерогенных эффектов осуществляется либо путем сравнения фактических уровней экспозиции с

безопасными уровнями воздействия (индекс опасности) – *априорный риск*, либо на основе параметров зависимости «концентрация-ответ», полученных в клинико-лабораторных и/или эпидемиологических исследованиях – *апостериорный риск* – с расчетом показателей относительного риска, отношения шансов и этиологической доли фактора (см. раздел 8).

5.2 Промышленные аэрозоли

Оценка риска при воздействии промышленных аэрозолей начинается с определения кратности превышения среднесменных концентраций. В случае превышения среднесменной ПДК обязательен расчет пылевой нагрузки (ПН): реальной или прогностической величины суммарной экспозиционной дозы пыли, которую рабочий вдыхает за весь период фактического или предполагаемого профессионального контакта с фактором.

Пылевая нагрузка рассчитывается исходя из среднесменных концентраций АПФД в воздухе рабочей зоны, объема легочной вентиляции (зависящей от тяжести труда) и продолжительности контакта с пылью (Р 2.2.2006-05):

$$ПН = K \times N \times T \times Q, \quad (19)$$

где: K – фактическая среднесменная концентрация пыли в зоне дыхания работника, мг/м³;

N – число рабочих дней в календарном году;

T – количество лет контакта с АПФД;

Q – объем легочной вентиляции за смену, м³.

Полученные значения определяемой пылевой нагрузки сравнивают с величиной контрольной пылевой нагрузки (КПН), когда в формуле (20) вместо значения K используется значение ПДК. Средневзвешенная величина фактической концентрации для определяемого времени работы рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{K_1 \times t_1 + K_2 \times t_2 + \dots + K_n \times t_n}{\sum t} \quad (20)$$

где: K₁ ... K_n – среднесменные концентрации за весь период работы;

t₁ ... t_n – периоды работы, за время которых фактические концентрации были постоянны.

5.2.1 Расчет интегрального показателя риска патологии легких

Для прогноза риска заболеваний пневмокониозами предложен метод расчета интегрального показателя «R» по формуле, приведенный в СанПиН 2.2.3.570-96 «Гигиенические требования к предприятиям угольной

промышленности и организации работ», Приложение 4 «Метод расчета вероятности (профессионального риска) заболевания работающих в контакте с пылевым фактором» (правда, в настоящее время документ не действует).

В основу метода расчета положены результаты неоднократных, выполненных специалистами НИИ медицины труда РАМН, углубленных медицинских осмотров стажированных групп рабочих, имевших длительный контакт с повышенными концентрациями аэрозолей преимущественно фиброгенного действия в условиях рудных и россыпных шахт, в том числе расположенных на Крайнем Севере России, а также поправочных коэффициентов, учитывающих специфику угольных шахт. Для расчета вероятности (риска) заболевания используется значение интегрального показателя (обоснован В.В. Ткачевым) линейной дискриминантной функции, записанной в следующем виде:

$$R = 8,6 X_1 + 6,0 X_2 + 19,4 X_3 K_1 + 6,4 X_4 K_2 K_3, \quad (21)$$

где: X_1 – возраст работающего, годы;

X_2 – общий стаж его работы, годы;

X_3 – стаж работы в контакте с пылью, годы;

X_4 – пылевая экспозиция, мг/м³;

K_1 – коэффициент, учитывающий содержание свободного диоксида кремния (СДК) (табл. 5.3);

K_2 – коэффициент, учитывающий кратность превышения ПДК ингалируемой пыли, ее минеральный состав (табл. 5.4);

K_3 – коэффициент, учитывающий тяжесть труда и связанный с этим объем легочной вентиляции (табл. 5.5).

Таблица 5.3 – Значение коэффициента K_1 в зависимости от содержания свободного диоксида кремния (СДК)

Содержание свободного диоксида кремния (СДК), %	Менее 2.0	2.1–10.0	10.1–70.0	70.1 и более
Значение K_1	0,6	0,8	1	1,2

Значение пылевой экспозиции – X_4 – или иначе пылевой экспозиционной дозы (ПЭД), как одной из составляющих риска в интегральном показателе «R», можно рассчитать по формуле:

$$ПЭД = C \times T, \quad (22)$$

где: C – средневзвешенная среднесменная концентрация пыли, мг/м³;

T – анализируемый период времени.

Таблица 5.4 – Значение коэффициента K_2 в зависимости от кратности превышения ПДК разных видов пыли в воздухе рабочей зоны

Вид пыли и содержание в ней СДК	Значения K_2 при кратности превышения ПДК		
	1,1–2,0 ПДК	2,1–5,0 ПДК	5,1–10,0 ПДК
Породная (10–70%)	2.3	2.3	2.3
Углеродная (5–10%)	2.3	2.3–1.9	1.9–1.1
Антрацитовая (до 5%)	2.3–2.0	2.0–1.3	1.3–0.75
Каменноугольная (до 5%)	2.2–1.6	1.6–0.8	0.8–0.47

Таблица 5.5 – Значение коэффициента K_3 , в зависимости от категории условий труда по показателям тяжести трудового процесса

Показатель	Категории тяжести труда				
	Ia – легкая работа	Iб – легкая работа	IIa – средней тяжести работа	IIб – средней тяжести работа	III – тяжелая работа
K_3	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8

Величина коэффициента K_2 определена в результате анализа материалов многочисленных (более 5 тыс.) двухступенчатых гравиметрических измерений концентраций пыли в воздухе рабочей зоны предприятий горнодобывающей промышленности России; величина коэффициента K_3 зависит от тяжести трудового процесса определяется по таблице 6.5. После вычисления значения R по таблице 5.6 определяется возможный процент заболеваний пневмокониозом или вероятность (риск) его развития.

Таблица 5.6 – Зависимость профессионального риска заболевания от значения интегрального показателя R

R	1000-1150*	1151-1200	1201-1250	1251-1300	1301-1350	1351-1400	1401-1450	1451-1500	1501-1550	1551-1600	1601-1700
Риск заболевания, %	до 2	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Примечание: * – значение R от 1000 до 1150 является спорной областью, где риск заболевания не превышает 2%.											

Рекомендации по регулированию пылевой нагрузки (ПН) в условиях превышения ПДК аэрозолей. Определение допустимого времени контакта с пылью, концентрации которой в воздухе превышают ПДК, за рабочую смену и/или период трудовой деятельности (ограничение стажа работы) осуществляют органы Роспотребнадзора по представлению работодателя применительно к профессиональным группам конкретного предприятия, когда снижение концентраций пыли в воздухе рабочей зоны до уровня ПДК по обоснованным технологическим причинам невозможно.

При сокращении времени контакта с пылью («защита временем») условия труда могут быть оценены как менее вредные, но не ниже класса 3.1, т.е. применение защиты временем необходимо при условиях труда, соответствующих 2-й, 3-й и 4-й степеням 3-го класса вредных условий труда (Руководство Р 2.2.2006-05).

Для работающих в указанных выше условиях должна быть создана система учета основных факторов риска заболевания и длительного хранения (не менее 40 лет) данных по персональным пылевым нагрузкам.

При создании систем учета и хранения данных по персональным ПН для расчета потенциального риска ущерба здоровью в режиме нарастания должны учитываться, как минимум, следующие основные факторы:

- возраст работающего, лет;
- общий стаж работы, годы;
- стаж работы в контакте с пылью, лет;
- средняя за период работы в контакте с пылью среднесменная концентрация пыли (допускается расчет среднесменных концентраций на основе максимально разовых величин);
- категория условий труда по показателям тяжести трудового процесса;
- вещественный и дисперсный состав аэрозоля.

Эти данные должны обновляться в персональной карточке (или на магнитном носителе электронной системы) работающего в соответствии с периодичностью пылевого контроля на рабочих местах. Предельная ПН должна соответствовать расчетному риску заболевания, не превышающему 5%.

Работающие, накопившие предельную ПН, должны направляться на медицинский осмотр независимо от периодичности, устанавливаемой нормативными документами.

При медицинском заключении о невозможности продолжения работы в условиях превышения ПДК пыли администрация обязана трудоустроить работающего на рабочее место, где содержание пыли в воздухе не превышает ПДК.

При медицинском заключении о возможности по состоянию здоровья работающего продолжать работу в условиях превышения ПДК пыли, очередной медицинский осмотр должен проводиться при каждом увеличении риска заболевания на 5%. При достижении показателя риска 20% работающий должен быть устранен от контакта с пылевым фактором независимо от состояния здоровья или трудоустроен на другую работу с допустимыми условиями труда (класс 2 в соответствии с Руководством Р 2.2.2006-05).

Работающие в условиях превышения ПДК аэрозолей фиброгенного действия должны постоянно применять средства индивидуальной защиты, обеспечивающие должную очистку ингалируемого воздуха в течение всей рабочей смены, а также регулярно получать процедуры медико-биологической профилактики и профилактической терапии.

Для оценки риска при воздействии аэрозолей за рубежом используются сведения о концентрации общих взвешенных частиц ($C_{ОВЧ}$), а также фракциях с размером частиц менее 10 мкм (PM_{10}) и менее 2,5 мкм ($PM_{2,5}$). В практике оценки риска обычно принимают стандартное соотношение между концентрациями частиц с различной дисперсностью:

$$PM_{10} = 0,55 \times C_{ОВЧ} \quad (23)$$

$$PM_{2,5} = (0,33 - 0,36) \times C_{ОВЧ} \text{ или } (0,56 - 0,6) \times PM_{10} \quad (24)$$

При оценке хронического воздействия пыли следует ориентироваться на оценку разумного (обоснованного) максимального воздействия. По данным ВОЗ, полученным в результате большого числа эпидемиологических исследований, **при возрастании среднесменной концентрации АПФД на 0,02 мг/м³** для прироста общей смертности (случаи насильственной смертности исключаются) можно использовать следующие показатели относительного риска (RR):

для фракций 2,5 мкм ($PM_{2,5}$) $RR = 1,04 - 1,24$; средняя 1,14;

для фракции 10 мкм (PM_{10}) $RR = 1,03 - 1,18$; средняя 1,1

5.3 Оценка риска при воздействии шума

Основным вредным эффектом при воздействии шума на организм человека является риск потери слуха (ПС). Следует отметить, что проблема профессиональной тугоухости является старейшей в медицине труда. В России санитарные нормы по шуму были приняты в 1956 году впервые в мире. Доля кохлеарных невритов в профессиональной заболеваемости составляет 13–16%. В группы риска по этому фактору входят работники многих профессий, в т.ч.: кузнецы, ткачи, горнорабочие и др. При прогнозировании ПС базовой является гипотеза Комитета по слуху, биомеханике и биоакустике Национальной академии наук США. Она гласит, что временное смещение порога слуха спустя 2 мин. после окончания смены при работе в шумовой среде (BCP_2) равно постоянному смещению порога слуха через 10 лет ($ПСП_{10}$) работы в этих условиях.

ПДУ шума по СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» составляет 80 дБА и совпадает с нижней

величиной экспозиции, требующей принятия мер по директиве Евросоюза 2003/10/ЕС. Расчет риска ПС от шума рекомендуется проводить по стандарту ИСО 1999.2 (1990) «Акустика. Определение профессиональной шумовой экспозиции и оценка нарушения слуха, вызванного шумом», который учитывает пол, возраст, уровень шума и стаж работы в нем. Уровень порога слышимости, связанный с возрастом и шумом H' популяции, подверженной шуму, рассчитывают по формуле:

$$H' = H + N - HN/120, \quad (25)$$

где: H – уровень порога слышимости, связанный с возрастом, дБ;

N – действительное или потенциальное постоянное смещение порога слышимости, вызванное шумом, дБ.

Последний член формулы начинает влиять при значениях $H+N > 40$ дБ. Формула (25) применима только к соответствующим квантильным величинам H' , H и N : от 0,05 до 0,95 с шагом 0,05, опорные значения квантилей 0,1, 0,5 и 0,9. Оценка ПС для квантиля 0,9 означает, что 90% лиц могут иметь данные ПС и выше (минимальные ПС); аналогично для квантиля 0,1 – 90% лиц могут иметь данные ПС (максимальные ПС). Квантиль 0,5 отражает среднее значение ПС.

Величина ПС вычисляется по таблицам 5.7 и 5.8; в которых приводятся значения потери слуха в дБ на речевых частотах (0,5, 1 и 2 кГц) в зависимости от возраста и стажа с учетом квантильного распределения. По таблице 5.9 определяется вероятность потери слуха в % и по таблице 5.10 – определяется степень ПС в зависимости от аудиометрических показателей.

Пример: оценить вероятность потери слуха (ПС) у рабочего в возрасте 50 лет, работающего 30 лет в шуме уровнем 100 дБА.

По таблице 5.7 для квантилей 0,9, 0,5 и 0,1 ПС от шума равны 8, 12 и 21 дБ, а по таблице 5.8 для этих же квантилей ПС от возраста равны – 4, 5 и 16 дБ, что дает в сумме 4, 17 и 37 дБ (минимальная, средняя и максимальная ПС). Это соответствует признакам действия шума на орган слуха, I–III степени ПС с вероятностью более 90, 50 и 10% соответственно.

По таблице 5.9 вероятность I, II и III степени ПС в данном случае равна 68, 41 и 20%; т.е. наиболее вероятно, что у данного пациента может быть I–II степени ПС (легкое или умеренное по таблице 5.10).

Оценка результатов аудиометрического исследования работников шумовых профессий может быть проведена по МР «Диагностика, экспертиза трудоспособности и профилактика профессиональной сенсоневральной тугоухости», 2012, в которых критерии определения степени тугоухости приведены для ПС на речевых частотах 500, 1000 и 2000 Гц. Показатели гармонизированы с международными классификациями степени тугоухости

и несколько отличаются от критериев, ранее применявшихся по ГОСТ 12.4.062-78 «ССБТ. Шум. Методы определения потерь слуха человека». Такой подход позволяет осуществлять единые диагностические и экспертные решения при нарушениях слуха как на стадии предварительного, так и на стадии заключительного диагнозов профессиональной сенсоневральной тугоухости (ПСНТ) (табл. 5.11).

Таблица 5.7 – Величина ПС в зависимости от уровня шума и стажа работы на речевых частотах (среднее арифметическое для частот 0,5, 1 и 2 кГц)

Уровень звука, дБ (А)	Квантили	Стаж, лет			
		10	20	30	40
		ПСН _ш , ср.реч., дБ			
85	0,9	0	0	0	0
	0,5	0	0	0	1
	0,1	0	1	1	1
90	0,9	0	1	1	1
	0,5	1	1	2	2
	0,1	2	3	3	3
95	0,9	0	2	3	4
	0,5	2	4	5	6
	0,1	6	8	9	10
100	0,9	2	6	8	10
	0,5	6	10	12	14
	0,1	14	18	21	23

Таблица 5.8 – Величина ПС в зависимости от возраста на речевых частотах (среднее 0,5, 1 и 2 кГц)

Пол	Квантили	Возраст, лет			
		30	40	50	60
		ПСН _{возр} , ср.реч., дБ			
Мужчины	0,9	-6	-5	-4	-2
	0,5	1	2	5	8
	0,1	10	12	16	22
Женщины	0,9	-6	-5	-4	-2
	0,5	1	2	5	8
	0,1	9	12	15	21

Основными опорными позициями метода количественных критериев оценки степени тяжести ПСНТ являются:

– Обязательный учет показателей пресбиакузиса, т.е. среднего показателя возрастных нарушений слуха для мужчин 40–49 лет, т.к. «шумовая» тугоухость развивается наиболее часто у работающих указанного возраста. Показатели слуха, отражающие пресбиакузис, дают возможность оценить состояние слуха в пределах возрастной нормы, без решения на

данном этапе вопроса о возможном профессиональном генезе слуховых нарушений.

– В описании статуса ЛОР-органов, на основе анализа симптомов донозологической стадии развития нарушений слуха от воздействия интенсивного производственного шума – среднеарифметических показателях потери слуха на речевых частотах до 11-15дБ, формулируется заключение «*Признаки воздействия шума на орган слуха*». Работник признаётся трудоспособным в своей профессии.

Стадия «*Признаки воздействия шума на орган слуха*» отражает начальные изменения в слуховом анализаторе.

Таблица 5.9 – Вероятность развития профессиональной ПС (%)

Возраст, лет	Стаж работы, лет											
	10			20			30			40		
	Степени снижения слуха*											
	І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ
$L_{\text{АЭКВ}} = 90 \text{ дБ(А)}$												
30	12	0	0									
40	22	0	0	25	0	0						
50	33	0	0	35	3	0	37	3	0			
60	44	6	0	46	9	0	48	10	0			
$L_{\text{АЭКВ}} = 100 \text{ дБ(А)}$												
30	39	17	0									
40	47	25	5	62	32	6						
50	50	28	7	62	36	15	68	41	20			
60	60	37	19	71	44	25	76	48	30	82	53	33
Примечание: * По ГОСТ 12.4.062-78 и МР №10-11/46 (1988) критерии степеней: I степень: 11–20 дБ, II степень: 21–30 дБ, III степень: 31 дБ и более.												

Таблица 5.10 – Степени потери слуха

Степени ПС	Величины ПС, дБ	
	На речевых частотах (среднее арифметическое значение на частотах 500, 1000 и 2000 Гц)	На частоте 4000 Гц
Признаки воздействия шума на орган слуха	Менее 10 (500 Гц – 5 дБ, 1000 Гц – 10 дБ, 2000 Гц – 10 дБ)	Менее 40
I степень (легкое снижение слуха)	10–20	60±20
II степень (умеренное снижение слуха)	21–30	65±20
III степень (значительное снижение слуха)	31 и более	70±20

Таблица 5.11 – Гармонизированная классификация тугоухости

Степень тугоухости	Международная	Для работающих в шуме *	Медико-социальная экспертиза ***
	Ср. значение слуховых порогов на 500, 1000, 2000, 4000 Гц (дБ)	Ср. значение слуховых порогов на 500, 1000, 2000 Гц (дБ)	Ср. значение слуховых порогов на 500, 1000, 2000 Гц (дБ)
Пресбиакузис		средний показатель для мужчин 40–49 лет** 10	
Признаки воздействия шума		11–15	
I степень – легкое снижение слуха	26–40	Ст. А 16–25	20–40
		Ст. Б 26–40	
II степень – умеренное снижение слуха	41–55	41–55	41–60
III степень – значительное снижение слуха	56–70	более 55	61–80
IV степень – значительно выраженное снижение слуха	71–90	–	–
Глухота	более 90	более 90	более 90
<p>* При оценке состояния слуха необходимо учитывать дополнительные критерии показателей слуховых порогов на частоте 4000 Гц у работников «шумоопасных» производств: 26–40дБ – при признаках воздействия шума; 41–50 – при ст. «А» и 51–60 – при ст. «Б» лёгкой степени; 60–65 дБ – при умеренной степени; 65±20 – при значительной степени снижения слуха.</p> <p>** Для других возрастных категорий см. табл. 1. МР «Диагностика, экспертиза трудоспособности и профилактика профессиональной сенсоневральной тугоухости», 2012 (Пороги слуха у практически здоровых людей в зависимости от возраста).</p> <p>*** Оценка состояния слуха при проведении медико-социальной экспертизы предполагает оценку восприятия шёпотной, разговорной речи и показатели порога разборчивости речи (см. приложение МР «Диагностика, экспертиза трудоспособности и профилактика профессиональной сенсоневральной тугоухости», 2012).</p>			

Диагностировать их возможно с помощью тональной пороговой аудиометрии. Выявление изменений в слуховом анализаторе на данной стадии обосновывает необходимость проведения реабилитационных и лечебных мероприятий, которые обеспечат замедление развития патологического процесса и, следовательно – пролонгирование трудоспособности и профпригодности работника.

Лёгкая степень хронической двухсторонней профессиональной тугоухости (хронической двухсторонней нейросенсорной потери слуха от воздействия производственного шума) дифференцируется на две стадии:

- стадия «А» со среднеарифметическими показателями потери слуха на речевых частотах до 16–25 дБ, не ограничивающая профессиональную трудоспособность;

- стадия «Б» со среднеарифметическими показателями потери слуха на речевых частотах до 26–40 дБ. На этой стадии возможен вывод из шумного производства при наличии опасности для жизни застрахованного, либо при наличии соматических заболеваний, в генезе которых возможны экстраауральные эффекты шума (гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца, язвенная болезнь желудка и 12-перстной кишки).

Умеренная степень снижения слуха при профессиональной тугоухости (хроническая двухсторонняя нейросенсорная потеря слуха от воздействия производственного шума) устанавливается при среднеарифметических показателях слуховых порогов на речевые частоты 41–55 дБ;

Значительная степень снижения слуха (хроническая двухсторонняя нейросенсорная потеря слуха от воздействия производственного шума) – при среднеарифметических показателях слуховых порогов на речевые частоты более 55 дБ. В обоих случаях работник признаётся нетрудоспособным в своей профессии по состоянию слуха.

В гармонизированной классификации профессиональной тугоухости приведены среднеарифметические величины слуховых порогов на речевых частотах (500, 1000, 2000 Гц), сопоставимые с величинами международной классификации тугоухости и критериями медико-социальной экспертизы, применяемыми в нашей стране (табл. 6.11).

Показатель слуха на частоте 4000 Гц использован как вспомогательный, т.к. при клинической манифестации нарушений слуха, изменение остроты слуха на частоте 4000 Гц не является социально значимым. Вместе с тем, математические расчёты показывают, что при суммировании среднеарифметических показателей слуховых порогов на речевых частотах и частоте 4000 Гц (как это принято в международной классификации тугоухости), количественные критерии нарушения слуховых порогов колеблются, практически, в тех же пределах, (около 5 дБ), что вполне допустимо, т.к. находится в пределах погрешности исследования.

При расчёте риска ПС следует иметь в виду, что по инструкции МОТ средства индивидуальной защиты (СИЗ) часто создают новые опасности. В частности, СИЗ органа слуха при длительном использовании (максимум 8 ч

в смену в течение 45 лет) сопряжены с риском нарушения церебральной гемодинамики и тем самым с риском инсультов. Кроме того, СИЗ могут создавать неудобства или сами по себе быть вредными для здоровья или опасными для работы.

В ГОСТ Р ИСО 1999-2017 «Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума» описана статистическая связь между воздействием шума и *постоянным смещением порога слышимости, вызванного шумом* (NIPTS – noise-induced permanent threshold shift, русскоязычное сокращение ПСП – постоянное смещение порога слышимости) для людей различного возраста. В документе приведены процедуры оценки потери слуха вследствие воздействия шума лиц, у которых наблюдается ухудшение слуха исключительно в результате воздействия шума (с поправкой на возраст), а также для любых других групп людей. Величина NIPTS рассматривается в качестве дополнительного фактора, независимого от других величин, определяющих пороговый уровень слышимости.

Как известно с воздействием шума связывают и развитие у работников шумовой болезни, начальными признаками которой являются признаки воздействия на ССС, нервную и другие системы. Риск этой патологии, обусловленной воздействием шума можно также оценить с помощью расчетов показателей относительного риска, отношения шансов, этиологической доли профессионального фактора при сравнении профессиональных групп с различным уровнем воздействия шума и группой сравнения, построением моделей зависимости «доза-эффект».

5.4 Оценка риска при воздействии общей вибрации

Общая вибрация (ОВ), передающаяся через опорные поверхности на теле человека (для стоящего – через ступни ног, для сидящего – через ягодицы, для лежащего – через спину и голову), вызывает развитие вибрационной болезни. Группы риска: операторы и машинисты самоходных и прицепных машин (тракторов, комбайнов, бульдозеров, скреперов, кранов и др.), водители автомобилей и городского транспорта, экипажи речных и морских судов, авиационного и железнодорожного транспорта. В СанПиН 1.2.3685-21 в таблице 5.4 приводятся нормативы ОВ для категорий: транспортная, транспортно-технологическая и технологическая. Измерение и оценка общей вибрации проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.012-2004. «Вибрационная безопасность. Общие требования», ГОСТ 31191.1-2004 (ИСО 2631-1) «Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования», ГОСТ 31319-2006 (ЕН 14253) «Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее

воздействия на человека. Требование к проведению измерений на рабочих местах», ГОСТ 31191.2-2004 (ИСО 2631-2) «Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 2. Вибрация внутри зданий».

При воздействии ОВ, превышающей допустимые уровни, отмечен повышенный риск развития вертеброгенной патологии на фоне дегенеративных изменений позвоночного столба, преимущественно пояснично-крестцового отдела. Это обусловлено биодинамическими процессами в позвоночнике, происходящими под действием ОВ: горизонтальное смещение и кручение позвоночно-двигательных сегментов на резонансных частотах. Такие процессы приводят к дегенеративным процессам: деформирующему спондилезу, межпозвонковому остеохондрозу, унко-вертебральному артрозу. Темп прироста вертеброгенной патологии пояснично-крестцового отдела при повышенных уровнях ОВ составляет 0,8–1,8%/год. Показатель зависит от уровня вибрации и стажа работы в контакте с ней, что позволяет использовать его для оценки риска при воздействии ОВ.

Степень выраженности вибрационных нарушений, а именно наличие синдрома вегетативно-сенсорной полиневропатии (СВСП) – I степень вибрационной болезни (ВБ) и СВСП в сочетании с вторичным пояснично-крестцовым корешковым синдромом (ПККС) – II степень ВБ – в зависимости от уровня ОВ и стажа использована для расчета риска развития вибрационной патологии в различных виброопасных профессиях по 1-й модели (табл. 5.12).

По таблице 6.12 можно определить, что уже при уровне ОВ 0,2 м/с² (около 105 дБ) есть опасность для здоровья – при стаже 10 лет и более имеют место начальные и умеренно выраженные проявления ВБ у небольшой доли лиц, подвергающихся воздействию такого уровня вибрации. С повышением уровня ОВ растет частота случаев ВБ: при уровне 0,4 м/с² (112 дБ – ПДУ для осей X и Y) начальные проявления ВБ наблюдаются уже при стаже 5 лет.

Частота жалоб на боли в нижней части (синдром А) и СВСП (синдром Б) использованы для расчета риска развития ВБ по 2-й модели (табл. 5.13).

Уравнения зависимости «доза-ответ» для расчета вероятности синдромов А и Б имеют следующий вид:

$$C_A = a^2 T/4, \quad (26)$$

$$C_B = (a^2 \sqrt{T})/2, \quad (27)$$

где: С – вероятность синдрома А или Б, %;

а – эквивалентное скорректированное ускорение, м/с²;

Т – стаж работы, лет.

Таблица 5.12 – Частота ВБ в зависимости от уровня ОВ и стажа работы (модель 1)

Эквивалентное корректированное ускорение, м/с ²	Частота случаев ВБ* (%) при стаже		
	5 лет	10 лет	20 лет
0,2 ¹⁾	0/0	3/1	4/2
0,4 ¹⁾	1/0	4/2	5/3
0,5 ²⁾	2/0	5/3	6/3
0,7 ²⁾	3/0	6/3	8/4
1,9 ³⁾	4/0	8/5	10/6
2,5 ⁴⁾	5/1	10/7	15/8
3,3 ⁴⁾	6/2	16/9	19/10
4,0 ^{3),4)}	10/5	18/11	21/13
5,5 ³⁾	14/11	24/16	30/20

Примечание: * в числителе – начальные проявления ВБ (I степень – СВСП), в знаменателе – умеренно выраженные проявления ВБ (II степень – ПККС);
1) – буровые станки, 2) – карьерные экскаваторы, 3) – трактора, 4) – бульдозеры

Таблица 5.13– Вероятность ВБ в зависимости от уровня ОВ и стажа работы (модель 2)

Класс условий труда	Эквивалентное корректированное ускорение, а (м/с ²)	Вероятность синдромов (А/Б)** в процентах при стаже работы		
		5 лет	10 лет	20 лет
2*	0,28	-	-	-
3.1	0,56	0,4/0,4	0,8/0,5	1,6/0,7
3.2	1,12	1,6/1,5	3/2	6/3
3.3	2,2	6/5,5	13/8	25/11
3.4	4,5	25/22	50/32	>50/45
4	>4,5	>25/>22	>50/>32	>50/>45

Примечание: * ПДУ для транспортно-технологической вибрации (категория 2);
** в числителе – вероятность жалоб на боли в нижней части спины (синдром А), в знаменателе – СВСП (синдром Б)

Уровень локальной вибрации, соответствующий вредному первой степени (3.1), уже может быть причиной развития вибрационной патологии у незначительной доли работников. С повышением класса вредности условий труда возрастает и риск развития ВБ.

5.5 Оценка риска при воздействии локальной вибрации

Источники локальной вибрации (ЛВ) – ручные машины, органы ручного управления, обрабатываемые детали, при работе с которыми возникают вибрации, передающиеся на руки. Их широко используют в машиностроении, строительстве, горнодобывающей, лесной промышленности др. Это рубильные, клепальные и отбойные молотки, перфораторы, горные сверла, шлифовальные машины, дрели, гайковерты,

бензомоторные пилы и др. Наиболее виброопасными являются профессии обрубщика, наждачника, заточника, шлифовщика, вальщика леса. ЛВ по способу передачи классифицируют на передающуюся через руки, ступни ног сидящего человека и на предплечья, контактирующие с вибрирующими рабочими поверхностями. По источнику возникновения различают:

1) ЛВ, передающуюся человеку от ручного механизированного инструмента (с двигателями), органов ручного управления машинами и оборудованием;

2) ЛВ, передающуюся человеку от ручного немеханизированного инструмента (например, рихтовочных молотков), приспособлений и обрабатываемых деталей.

Вредное влияние ЛВ определяется по следующим факторам:

– частотный спектр ЛВ и общая длительность ее действия за смену, наличие перерывов;

– физическая нагрузка (вес, приходящийся на руки в процессе работ, усилия нажатия и обхвата рукояток), т.к. ЛВ передается человеку-оператору в процессе силового взаимодействия с машиной;

– сопутствующие факторы, усугубляющие воздействие ЛВ (охлаждение, загазованность, смачивание рук, шум и др.).

Корректированный (по частоте) уровень используют для характеристики ручных машин по степени виброопасности. Эквивалентный (по энергии) корректированный уровень используют для оценки нагрузки на человека-оператора за смену. Спектр вибрации используют для прогнозирования характера нарушений здоровья и выбора мер профилактики ВБ.

Гигиеническую оценку вибрации проводят по СанПиН 1.2.3685-21 с учетом критериев Руководства Р 2.2.2006-05, а также в соответствии с ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1) «Вибрация. Измерение локальной вибрации и ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования», ГОСТ 31192.2-2005 (ИСО 5349-2) «Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Требование к проведению измерений». При воздействии ЛВ, превышающей допустимые значения, уменьшается суммарное время продолжительности работы за смену (табл. 5.14).

Работа в условиях воздействия локальной вибрации с текущими среднеквадратичными уровнями, превышающими настоящие санитарные нормы более чем на 12 дБ (в 4 раза) по интегральной оценке, не допускается.

Ориентировочную оценку виброопасности с учетом сопутствующих факторов можно проводить в баллах (табл. 5.15): при сумме баллов до 5, 5–10

и более 10 баллов степень виброопасности для данного оператора оценивают как невысокую, высокую и очень высокую соответственно.

Таблица 5.14 – Допустимое суммарное время воздействия вибрации за смену

Класс условий труда	Превышение ПДУ		Допустимое суммарное время воздействия за смену, мин
	дБ	Раз	
2	0	1	480
3.1	3	1,4	240
3.2	6	2	120
3.3	9	2,8	60
3.4	12	4	30
4	>12	>4	Проводить работы или применять машины, генерирующие такую вибрацию, запрещается

Таблица 5.15 – Ориентировочная оценка виброопасности работ

Неблагоприятный фактор	Баллы		
	0	1	2
Шум, дБА	До 80	80–100	>100
Физическая тяжесть труда:			
- категория	3.1–3.2	3.3	3.4
- масса ручной машины, кг	до 6	6–10	>10
- работа в вынужденной позе за смену, %	до 25	25–50	>50
Микроклимат	Работа в помещении при температурах не ниже 10°C	Работа на открытом воздухе	
		в условиях умеренного холода (от 10 до 0°C)	в условиях сильного холода (отрицательные температуры)
Смачивание рук	Отсутствие	Эпизодическое	Систематическое
Курение, к-во сигарет в день	До 10	10–20	>20

В литературе описывается ряд моделей («дозо-ответных» зависимостей) для расчета вероятности развития ВБ в зависимости от уровня фактора и продолжительности воздействия. Они основаны на разных клинических критериях: в зарубежной литературе – это синдром «белых пальцев», а в отечественной – ВБ разной степени (табл. 5.16).

В таблице 5.16 представлена длительность воздействия ЛВ до появления сосудистых расстройств в зависимости от эквивалентного скорректированного значения виброускорения по стандарту ИСО 5349.2 «Руководство по измерению и оценке воздействия вибрации, передаваемой руками, на человека. Международная организация по стандартизации. Женева, 1986» (ISO 5349.2. Guidelines for measurement and the assessment

of human exposure to Hand – transmitted vibration. International Organisation for standartization. Geneva; 1986); за критерий принят синдром «белых пальцев» по Стокгольмской классификации.

Таблица 5.16 – Стаж работы до развития синдрома «белых пальцев» для различных перцентилей (%) в зависимости от уровня вибрации по ИСО 5349.2 (модель 1)

Эквивалентное корректированное значение виброускорения, $a_{\text{экр.}(4)}$, м/с ²	Перцентиль группы, %				
	10	20	30	40	50
	Стаж, лет				
2	15	23	более 25	более 25	более 25
5	6	9	11	12	14
10	3	4	5	6	7
20	1	2	2	3	3
31	менее 1	менее 1	менее 1	1	1

Эта зависимость аппроксимирована формулой: $C = [(a_{\text{экр.}(4)} \times T_F) / 95]^2 \times 100\%$,
где: C – ожидаемый процент лиц с вибрационными нарушениями;
 $a_{\text{экр.}(4)}$ – частотно-взвешенное эквивалентное (по энергии), виброускорение, приведенное к 4 ч воздействия в смену, м/с²;
 T_F – время экспозиции вибрации до появления признаков «белых пальцев», лет.
Эта зависимость применима для уровней вибрации до 50 м/с², экспозиции до 25 лет и вероятности 10–50%.

Эта зависимость аппроксимирована формулой:

$$C = [(a_{\text{экр.}(4)} \times T_F) / 95]^2 \times 100\% \quad (28)$$

где: C – ожидаемый процент лиц с вибрационными нарушениями;

$a_{\text{экр.}(4)}$ – частотно-взвешенное эквивалентное (по энергии), виброускорение, приведенное к 4 час. воздействия в смену, м/с²;

T_F – время экспозиции вибрации до появления признаков «белых пальцев», лет.

Зависимость применима для уровней вибрации до 50 м/с², экспозиции до 25 лет и вероятности 10-50%.

Для прогнозирования вероятности ВБ I-ой степени для рабочих машиностроительных предприятий разработана модель 2, которая имеет вид:

$$\ln T = -20 \ln L + C_p, \quad (29)$$

где: T – латентный период развития ВБ, годы;

L – эквивалентный корректированный уровень виброскорости, дБ;

C_p – коэффициент, зависящий от частоты (или вероятности p) развития ВБ.

Модель 3, также разработанная для прогнозирования вероятности ВБ 1-2 степени у рабочих машиностроительных предприятий, имеет вид:

$$C = 10^{1,54[10 \lg(\sqrt[3]{vT}) - 38]}, \quad (30)$$

или в логарифмическом виде:

$$L_c = 1,54 (0,25 L_v + L_T - 38), \quad (31)$$

где: $L_c = 10 \lg (C/C_0)$; $C_0 = 1\%$;

C – вероятность ВБ, %;

v и L_v – эквивалентное скорректированное значение и уровень виброскорости, м/с и дБ соответственно.

Сопоставление вероятности ВБ по трем указанным выше моделям для стажа работы в контакте с вибрацией 10 и 20 лет для разных классов условий труда представлено в таблице 5.17.

Таблица 5.17 – Вероятность ВБ в зависимости от уровня вибрации

Класс условий труда	Синдром «белых пальцев» по ИСО 5349.2 (1 модель)		ВБ 1 степени (2 модель)		ВБ 1–2 степени (3 модель)	
	10 лет	20 лет	10 лет	20 лет	10 лет	20 лет
	Вероятность ВБ, %					
2	10	35	<10	<10	1	2,5
3.1	18	>50	<10	12	1,5	4
3.2	35	>50	<10	19	1,8	5
3.3	>50	>50	14	28	2,5	6
3.4	>50	>50	24	38	3,2	9
4	>50	>50	32	>50	4	12

Показателями профессионального риска при действии ЛВ являются как вероятность ВБ, так и ее латентный период. Сроки развития ВБ в зависимости от уровня вибрации представлены в таблице 5.18.

Наиболее виброопасные профессии – обрубщики, наждачники, вальщики леса, заточники, шлифовщики, у которых латентный период развития ВБ составляет 8–12 лет.

Общей характеристикой условий труда этих групп является очень высокий (экстремальный) уровень вибрации (124 дБ и более), высокочастотный спектр (125–250 Гц и выше), значительная физическая тяжесть, обусловленная весом инструментов, а также работа в охлаждающем микроклимате. Более поздние сроки развития ВБ у формовщиков при значительных уровнях вибрации обусловлены низкочастотным спектром вибрации.

Вибросиловые характеристики ручных машин, их масса и зависящий от них дополнительный риск ВБ представлены в таблице 5.19. Профессиональный риск, обусловленный воздействием вибрации, можно также оценить с помощью расчетов показателей относительного риска,

отношения шансов, этиологической доли профессионального фактора при сравнении профессиональных групп с различным уровнем воздействия и группой сравнения, построением моделей зависимости «доза-эффект» (см. раздел 8).

Таблица 5.18 – Сроки развития ВБ в виброопасных профессиях*

Профессиональные группы	Эквивалентный скорректированный уровень виброскорости, дБ	Латентный период ВБ, годы
Обрубщик литья	127	10,8±0,3
Наждачник	125	12,1±0,7
Вальщик леса	124	14,4±0,4
Шлифовщик	122	14,5±0,6
Слесарь механо-сборочных работ	119	16,8±0,6
Стерженщик	118	17,4±1,2
Горнорабочий очистного забоя	120	17,8±0,5
Бурильщик	120	17,9±0,8
Проходчик	120	18,1±1,4
Формовщик	128	18,2±0,8
Клепальщик	115	20,1±1,2
Примечание: * По данным официальной статистики; при целевых клинических осмотрах ВБ выявляется в среднем на 2–3 года раньше		

Таблица 5.19 – Дополнительный риск ВБ, зависящий от характеристик ручных машин и физических составляющих

Показатели	Масса ручной машины, кг			
	1	3	5	10
Сила нажатия F_f , Н	20	60	100	200
Сила обхвата F_{gr} , Н	5	15	25	50
Сила связи $F_{cop} = F_f + 2F_{gr}$, Н	30	90	150	300
Индекс связи, раз	1,1	1,2	1,3	1,6
Увеличение риска ВБ, раз:				
- модель 3	1,1	1,2	1,3	1,6
- модель 1 (ИСО 5349.2)	1,1	1,4	1,7	2,6

5.6 Оценка риска при воздействии микроклимата

Микроклимат, представляющий собой комплекс физических факторов, оказывающих влияние на теплообмен человека с окружающей средой (температура, влажность воздуха, скорость его движения, тепловое

излучение), определяющих его тепловое состояние, самочувствие, работоспособность, здоровье и производительность труда, является обязательным условием существования всех организмов. Процессы, начинающиеся в организме под влиянием температурного воздействия, включают биофизическую и биохимическую фазы изменений и достигают уровня сложных физиологических реакций. При определенном уровне их напряжения в организме могут развиваться патологические процессы. Микроклимат по степени влияния на тепловой баланс подразделяется на нейтральный, нагревающий и охлаждающий.

Известно, что организм человека может нормально функционировать лишь при условии сохранения температурного гомеостаза. Обеспечение последнего возможно лишь в случае, если среда, в которой протекает жизнедеятельность человека, способствует нормальному функционированию системы терморегуляции.

5.6.1 Профессиональный риск, обусловленный охлаждением

Охлаждение человека является для него стрессовым раздражителем («холодовой стресс»). Реакции на холодовое воздействие могут носить как функциональный, так и патологический характер: снижение работоспособности, заболевание, поражение, смерть. Причиной холодового стресса может быть охлаждение организма в целом или его части, чаще всего лица и органов дыхания, стоп, кистей. Он формируется как за счет метеорологических, так и целого ряда других факторов (физическая активность, одежда, продолжительность воздействия, ветровой напор и др.), влияющих на степень охлаждения человека.

Охлаждение лица и органов дыхания вызывает сокращение артериальных сосудов как в циркуляторной системе рук и ног, так и в области сердца; обуславливает урежение частоты сердечных сокращений и провоцирует появление приступа стенокардии. Под влиянием холода увеличиваются легочные и скелетно-мышечные расстройства (~ на 45 %), а также нервно-психические (у 19% мужчин и 45% женщин).

В МР 2.2.7.2129-06 «Режимы труда и отдыха работающих на открытой территории или в неотопливаемых помещениях» представлено уравнение множественной регрессии, позволяющее определить интегральный показатель условий охлаждения (ИПУО, балл), учитывающий влияние комплекса факторов:

$$\text{ИПУО} = 73,882 - 0,60361 \times t_{\text{в}} + 1,3096 \times V - 9,1985 \times I_{\text{к}} - 0,15527 \times q_{\text{м}}, \quad (32.1)$$

где: $t_{\text{в}}$ – температура воздуха, °С;

V – скорость ветра, м/с;

Ik – кло – единица измерения теплоизолирующих свойств одежды;

1 кло = 0,155 °С × м²/Вт;

qm – уровень энерготрат, Вт/м².

Уравнение применительно к конкретным условиям позволяет определить риск охлаждения (по истечении двухчасового пребывания на холоде), а приведенная номограмма – вероятность его реализации (рис. 13).

В зависимости от температуры воздуха и скорости ветра характеристика уровней риска охлаждения применительно к классам условий труда (и соответствующему тепловому состоянию человека) следующая:

- Игнорируемый (пренебрежимо малый) (+) – класс УТ 1-2
- Умеренный (++) – 3.1 – 3.2
- Существенный (+++) – 3.3 – 3.4
- Критический (++++) – 4

Каждому из уровней риска, обусловленному охлаждением организма, соответствует определенное субъективное ощущение (от слегка прохладно до очень холодно) и нарушение здоровья (от не выраженных до развития профессиональных заболеваний) – Приложение 1, таблица П1.

При существенном и критическом уровнях риска охлаждения, при которых может иметь нарушение состояния здоровья, требуется применение различных мер, направленных на уменьшение теплотерь организма, например, путем сокращения времени пребывания на холоде, повышения теплоизоляции СИЗ, использования различных автономных средств обогрева и др.

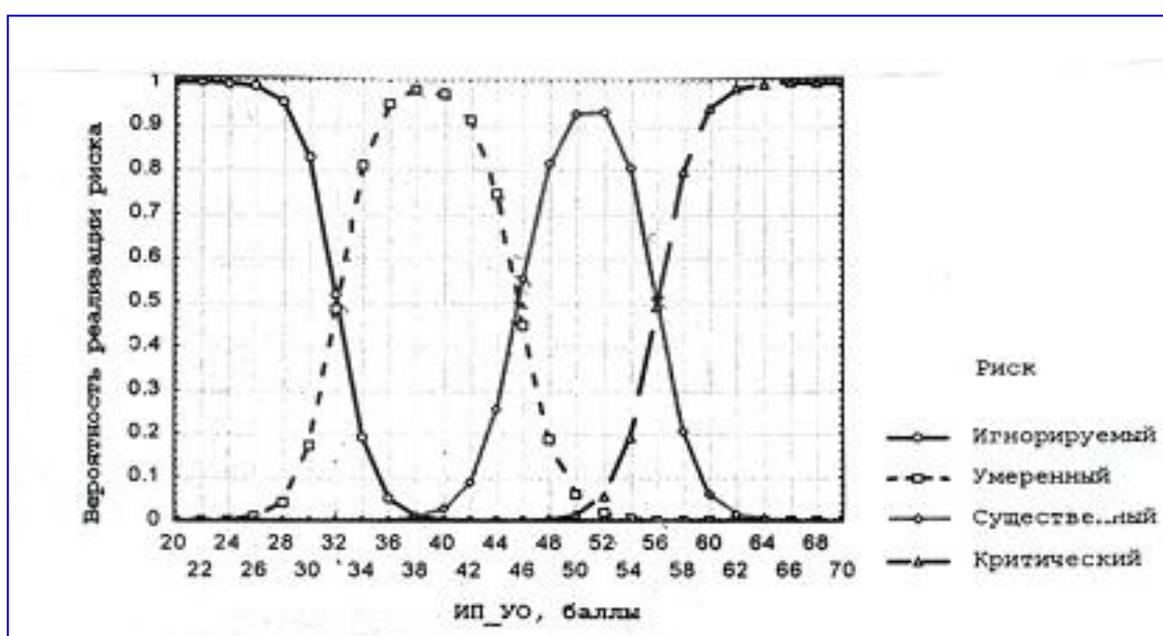


Рисунок 13 – Вероятность риска охлаждения человека при различных значениях интегрального показателя условий охлаждения в баллах.

В целях оценки риска охлаждения требуется рассмотрение его с позиций повреждения (обморожения) открытых участков тела человека, главным образом лица, которые могут иметь место при воздействии низкой температуры воздуха и ветра. Приведенное уравнение множественной регрессии (32.2), отражает условия охлаждения (ИПУО, балл) применительно к открытым участкам поверхности тела:

$$ИПУО = 34,654 - 0,4664 \times t_{\text{в}} + 0,6337 \times V, \quad (32.2)$$

Обозначения в уравнении (2) соответствуют обозначениям в уравнении (32.1). В таблице 5.20 представлены соотношения классов условий труда баллам ИПУО и уровням риска обморожения. Подставив соответствующие значения в формулу, мы получим, что уже при температуре воздуха -25°C и скорости ветра 2 м/с имеет место критический риск обморожения открытых участков тела, вероятность которого повышается с увеличением скорости ветра и снижении температуры воздуха.

Критический риск обморожения (в течение 30 сек) наблюдается с вероятностью 0,5 при температуре воздуха -35°C и скорости ветра 10 м/с, а также при температуре воздуха -40°C и -45°C и соответственно скорости ветра 6 м/с и 3 м/с.

Таблица 5.20 – Соответствие величин ИПУО классам условий труда охлаждающего микроклимата и уровням риска обморожения

Класс условий труда	Уровень риска обморожения	Балл ИПУО
(+) 1–2	игнорируемый (отсутствие обморожения)	≤ 34
(++) 3.1–3.2	умеренный (обморожение в течение 1 часа)	$34 < ИПУО \leq 47$
(+++) 3.3–3.4	существенный (обморожение в течение 1 минуты)	$47 < ИПУО \leq 57$
(++++) 4	критический (обморожение в течение 30 сек)	> 57

5.6.2 Профессиональный риск, обусловленный перегреванием

Нагревающий микроклимат обуславливает напряжение различных функциональных систем человека и приводит к нарушению состояния здоровья, снижению работоспособности и производительности труда. При остром воздействии может иметь место заболевание общего характера – тепловой коллапс. Ему предшествует головная боль, чувство слабости, головокружение, увеличивается частота сердечных сокращений. Самое опасное для здоровья – тепловой удар. Каждый пятый случай является смертельным. Смертность тем выше, чем выше температура тела.

В зависимости от класса условий труда определяют риск перегревания, которому соответствуют определенные нарушения здоровья (табл. 5.21

и 5.22). Нагревающий микроклимат является причиной ряда болезней. Согласно имеющимся данным у рабочих практически не развивается адекватная адаптация к нагревающей среде. Наблюдаются головные боли, повышенная потливость и утомляемость. Возникающее у работников в условиях горячих цехов интенсивное потоотделение сопровождается потерей солей и воды.

Таблица 5.21 – Риск перегревания при превышении верхней границы оптимального уровня ТНС-индекса в соответствии с классом условий труда

Класс условий труда	Превышение верхней границы оптимального уровня ТНС-индекса, °С	Риск перегревания
1	-	отсутствует
2	3,0	малый
3.1	3,3	умеренный
3.2	4,2	высокий
3.3	5,5	очень высокий
3.4	8,0	чрезвычайно высокий
4	более 8	критический

Таблица 5.22 – Риск перегревания и его характеристика (хронический тепловой стресс)

Класс условий труда	Характеристика риска				
	Снижение производительности труда, %		Относительный риск смерти от болезней		
	Физическая работа	Умственная работа	Артерий, артериол, капилляров	Гипертонической	Ишемической болезни сердца
1	отсутствует	отсутствует	-	-	-
2	до 15	до 20	0,96	8,2	-
3.1	до 19	до 22	1,8	9,2	1,0
3.2	до 27,9	до 22	2,60	10,4	1,8
3.3	до 36,5	до 42	3,80	11,4	2,5
3.4	до 53	до 85	4,45	14,4	6,2
4	более 53	более 85	4,45	более 14,4	> 6,2

Увеличение соотношения Na^+/K^+ в слюне обнаружено у женщин, подвергающихся термической нагрузке при работе в хлебопекарном производстве. Возрастает количество тромбоцитов в крови и ее вязкость, уровень холестерина в плазме крови, что повышает вероятность тромбоза в

кровеносных сосудах (и, в частности, мозговых артериях). Заболеваемость среди рабочих горячих цехов в 1,2–2,1 раза выше, чем среди рабочих, не подвергающихся постоянному действию нагревающего микроклимата. Термическая нагрузка в основных цехах металлургического производства обуславливает 37% всех болезней органов дыхания (БОД) и 39% – органов пищеварения (БОП).

БОД простудного характера в структуре заболеваемости с временной нетрудоспособностью составляют до 78%, что существенно выше (в 1,8–2,4 раза), чем у не работающих в нагревающей среде. Это обусловлено, в частности, снижением иммунной реактивности организма, степень которого нарастает с увеличением стажа работы.

Среди БОП ведущее место занимает гастродуоденит, который имеет язвенноподобное течение. Это заболевание рассматривается как предъязвенное состояние.

Наблюдаемое напряжение функционального состояния эндокринной системы сохраняется у рабочих и после окончания воздействия неблагоприятных условий. Изменения регистрируются уже при стаже работы в горячих цехах до 5-ти лет. Среди рабочих старше 30-ти лет эти изменения более выражены, чем среди более молодых.

Нагревающий микроклимат является фактором, инициирующим развитие миокардиодистрофии. Наблюдаются заболевания сердечно-сосудистой системы (ССС), связанные со значительным напряжением гемодинамики, проявляющиеся в виде стойких миокардиопатий, нейроциркуляторных дистоний по гипертоническому типу. Уровень заболеваемости ишемической болезнью сердца (ИБС) рабочих основных специальностей, подвергающихся гипертермическому воздействию, в 3 раза выше, чем у рабочих вспомогательных профессий. При ИБС в 5 раз чаще встречается стенокардия напряжения. Безболевая форма этой болезни наиболее часто наблюдается в возрасте 20–29 лет. Среди болезней системы кровообращения, ставших причиной инвалидности, ИБС занимает первое место (50%), далее следует гипертоническая болезнь (14,3%) и хронические ревматические болезни сердца (12,7%). Пограничная гипертензия у лиц со стажем до 5 лет и артериальная – со стажем до 10 лет встречается соответственно в 12,5 и 7,6 раза чаще, чем у работающих в более благоприятных условиях. Эпидемиологическими исследованиями выявлено достоверное повышение стандартизованных показателей смертности от заболеваний ССС.

Среди рабочих, труд которых связан со значительной тепловой и физической нагрузкой, наблюдается интенсивное биологическое старение,

особенно в возрастной группе старше 50-ти лет. В Приложении 1, таблицах П2 и П3 приведена степень риска развития различных нарушений состояния здоровья в зависимости от класса условий труда.

В целях оценки риска перегревания организма можно воспользоваться уравнением множественной регрессии (33), которое позволяет определить накопление тепла в организме в результате воздействия комплекса факторов, обуславливающих теплообмен, приведенное в МР 2.2.8.0017-10 «Режимы труда и отдыха работающих в нагревающем микроклимате в производственных помещениях и на открытой местности в теплый период года»:

$$PRI = 4,5537 - 0,0863 \cdot t_g - 0,001 \cdot f + 0,0931 \cdot V_g - 0,0052 \cdot R - 0,1501 \cdot T_{од} - 0,0121 \cdot Из.од. - 0,0107 \cdot q_m, (33)$$

где PRI – прогностический индекс (далее используется для определения предельно допустимого времени непрерывного пребывания на рабочем месте $\tau = 88,077 + 16,244 \cdot PRI$);

t_b – температура воздуха на рабочем месте, °С;

f – относительная влажность, %;

V_b – скорость ветра, м/с;

R – тепловое излучение, Вт/м²;

$T_{од}$ – тип одежды (0–3): 0 – плавки, 1 – двухслойная одежда, 2 – трехслойная одежда (изготовленная из материалов с воздухопроницаемостью не менее 20 дм³/м²·с), 3 – воздухонепроницаемый комплект одежды (куртка и брюки, комбинезон, воздухопроницаемость 0–10 дм³/м²·с);

Из.од. – процент поверхности тела, закрытого воздухо- и паронепроницаемыми элементами одежды и снаряжения, %;

q_m – энерготраты, Вт/м².

В приложении 7 Руководства Р 2.2.2006-05 приводится рекомендуемая продолжительность термической нагрузки в зависимости от класса условия труда и риска перегревания (табл. 5.23).

Таблица 5.23 – Рекомендуемая продолжительность термической нагрузки за рабочую смену в зависимости от риска перегревания

Класс условий труда	Риск перегревания		Рекомендуемая продолжительность пребывания на рабочем месте, час
	Уровень	обозначения	
2	Малый	+	8
3.1	Умеренный	++	7
3.2	Высокий	+++	5
3.3	Очень высокий	++++	3
3.4	Чрезвычайно высокий	+++++	1
4	критический	+++++	>1

Профессиональный риск, обусловленной воздействием микроклимата можно также оценить с помощью расчетов показателей относительного риска, отношения шансов, этиологической доли профессионального фактора при сравнении профессиональных групп с различным уровнем воздействия и группой сравнения, построением моделей зависимости «доза-эффект».

В таблице 5.24 представлена величина стандартизованного относительного риска смерти от болезней ССС работников, занятых работой в нагревающем микроклимате с вредными условиями труда 3 и 4 степени в зависимости от стажа работы.

Таблица 5.24 – Стандартизованный относительный риск смерти от болезней ССС в зависимости от стажа работы в нагревающей среде

Стаж работы	Стандартизованный относительный риск смерти					
	Болезни артерий, артериол, капилляров		Гипертоническая болезнь		Ишемическая болезнь сердца	
	КУТ 3.4	КУТ 3.3	КУТ 3.4	КУТ 3.3	КУТ 3.4	КУТ 3.3
До 10 лет	9,40	4,60	14,89	3,00	3,48	0,80
10–19 лет	2,11	3,40	10,27	14,02	9,20	4,72
20 лет и более	5,02	3,73	16,94	15,15	5,27	1,42

5.7 Оценка риска при воздействии электромагнитных излучений (ЭМИ)

Производственные воздействия ЭМИ могут приводить к развитию острых и хронических нарушений в состоянии здоровья человека (табл. 5.25). Острые поражения могут проявляться развитием катаракты, выраженной астенизацией, диэнцефальными расстройствами, угнетением функции половых желез, фибрилляцией желудочков сердца. Хронические нарушения от воздействия ЭМИ не имеют специфических проявлений. Выделяют три ведущих синдрома: астенический, астено-вегетативный (синдром нейроциркуляторной дистонии) и гипоталамический.

Таблица 5.25 – Биологическое действие ЭМИ микроволнового диапазона

Диапазоны частот	Интенсивность ППЭ, мкВт/см ²	Биологическое действие
>300 МГц	>80	Острые радиопоражения, катаракта
	10–80	Хронические радиопоражения
	1–10	Переход физиологических реакций в патологические
	<1	Реакции в пределах физиологических

Острые поражения могут проявляться развитием катаракты, выраженной астенизацией, диэнцефальными расстройствами, угнетением функции половых желез, фибрилляцией желудочков сердца. Хронические нарушения от воздействия ЭМИ не имеют специфических проявлений. Выделяют три ведущих синдрома: астенический, астено-вегетативный (синдром нейроциркуляторной дистонии) и гипоталамический. В качестве отдаленных последствий возможно развитие раннего атеросклероза, ишемической болезни сердца, гипертонической болезни, онкологических заболеваний, нарушений течения беременности и врожденных пороков развития у детей. Отмечается возможность развития синдрома депрессии, болезней Альцгеймера и Паркинсона, прогрессирующей мышечной атрофии. С воздействием ЭМИ связывают и развитие ЗН, в частности лейкоemий. В таблице 5.26 представлены значения относительного риска лейкоemий в отдельных профессиональных группах США.

Степень производственной обусловленности патологии по величине относительного риска (RR) оценивают по следующей шкале: при значениях $1 < RR \leq 1,5$ ее считают малой; при $1,5 < RR \leq 2$ средней; при $2 < RR \leq 3,2$ высокой; при $3,2 < RR \leq 5$ очень высокой, а при $RR > 5$ (EF = 81–100%) почти полной.

Таблица 5.26 – Риск развития лейкоemии в результате производственных воздействий ЭМП в США

Профессия	Относительный риск (RR)	95%-ный доверительный интервал
Операторы телеграфа, радио и РЛС	1,8*	1,4–2,6
Техники-электронщики	1,3	0,9–1,8
Инженеры-электрики и электронщики	1,2	1,0–1,5
Электрики	1,1	0,9–1,2
Сборщики электрооборудования	2,4	1,0–4,8
Операторы энергетических подстанций	1,6	0,8–3,0
Линейный персонал	1,3	1,0–1,6
Персонал по ремонту и установке телефонов	0,9	0,6–1,3
Рабочие алюминиевой промышленности	1,9*	1,2–2,9
Водители городского транспорта, трамвая	1,7	0,7–3,3
Осветители киностудий	1,1	0,5–2,2
Сварщики	0,9	0,7–1,2
ВСЕГО	1,2*	1,1–1,3
Примечание: * P<0,05		

5.8 Профессиональный риск, обусловленный тяжестью труда

Тяжесть физического (мышечного) труда определяется качественными и количественными показателями основных факторов трудового процесса, которые оказывают различные влияния на состояние основных функциональных систем организма работающих, в том числе и неблагоприятные (утомление, переутомление, перенапряжение). Длительное и интенсивное воздействие факторов, обуславливающих тяжесть трудового процесса, является причиной развития профессиональных заболеваний опорно-двигательного аппарата (ОДА) и периферической нервной системы (ПНС). Анализ данных физиолого-клинических исследований позволил выявить зависимость частоты случаев профессиональных заболеваний ПНС и ОДА исследуемых профессиональных групп от тяжести трудового процесса (в соответствии с классом условий труда по Руководству Р 2.2.2006-05. Так, множественный регрессионный анализ показал наличие положительной корреляционной связи ($P < 0,01$) между:

- числом выполняемых движений за смену и степенью утомления нервно-мышечной системы работающих ($r = 0,96$);
- числом движений за смену и частотой профессиональных заболеваний ПНС и ОДА ($r = 0,92$);
- степенью утомления нервно-мышечного аппарата и частотой профессиональной патологии ($r = 0,72$).

Расчет зависимости частоты случаев профессиональных заболеваний (945 случаев) от класса тяжести труда при мышечной нагрузке локального характера позволил определить, что коэффициент корреляции между классом условий труда и числом случаев профзаболеваний равен 0,73 ($p < 0,01$).

Изучение физического труда, связанного с региональными и общими мышечными нагрузками, показало, что факторы трудового процесса, определяющие тяжесть труда (масса поднимаемого и перемещаемого груза, величина динамической и статической нагрузки, число движений, время нахождения в физиологически нерациональных позах и др.), существенно различаются в различных профессиональных группах. Комплексные физиолого-клинические исследования выявили тесную зависимость степени развивающегося утомления нервно-мышечной системы, а также характера и глубины патологических нарушений ПНС и ОДА от величины физических нагрузок. Результаты множественного линейного регрессионного анализа показали наличие достоверной ($p < 0,001$) корреляционной взаимосвязи изучаемых физиологических показателей с воздействием указанных выше факторов тяжести труда: так, коэффициент корреляции с выносливостью

мышц составил +0,79; биоэлектрической активностью мышц при работе +0,92; частотой сердечных сокращений +0,88. Коэффициент корреляции между классом условий труда и числом случаев профзаболеваний равен 0,64 ($p < 0,05$). Корреляционный анализ свидетельствует, что с увеличением локальных, региональных и общих нагрузок возрастает риск развития профессиональных заболеваний (табл. 5.27).

Таблица 5.27 – Вероятность развития случаев производственной патологии в зависимости от уровня тяжести трудового процесса (в %)

Характер мышечных нагрузок	Тяжесть трудового процесса				
	1 класс, оптимальный (легкая физическая нагрузка)	2 класс, допустимый (средняя физическая нагрузка)	3 класс, вредный (тяжелый труд)		
			1 степень	2 степень	3 степень
Локальные	0–2,0	2,1–13,0	13,1–20,0	20,1–28,0	более 28,0
Региональные и общие	0–6,0	6,1–17,0	17,1–28,0	28,1–37,0	более 37,0

5.9 Профессиональный риск, обусловленный напряженностью труда

На основе полученных результатов производственных и физиолого-клинических исследований были выделены шесть категории напряженности трудового процесса:

- Малая – I (лаборанты)
- Средняя – II (телефонисты, конструкторы, научные работники и др.)
- Высокая – III (телеграфисты, медсестры реанимации, руководители, телеоператоры и др.)
- Очень высокая – IV (врачи-реаниматологи, врачи-инфекционисты и др.)
- Изнурительная – V (авиадиспетчеры)
- Сверхинтенсивная или экстремальная – VI (пилоты)

Проведённые психофизиологические исследования у профессий с различной категорией напряженности труда (НТ) позволили определить у них среднесменные уровни показателей центральной нервной, ССС и провести корреляционный анализ между этими показателями и напряжённостью труда. Было установлено что, между интегральной величиной НТ и показателями эффективности и стабильности ведущих функций центральной нервной системы существует обратная зависимость.

С увеличением напряженности труда возрастает нервно-психическое напряжение, но у мужчин за счёт такой характеристики ведущих функций ЦНС как эффективность, а у женщин – стабильность. Между уровнем напряженности и показателями ССС наблюдается прямая зависимость, описываемая уравнением логарифмической регрессии

С возрастанием категории НТ наблюдается повышение напряжения регуляторных механизмов ССС, проявляющееся увеличением ряда показателей гемодинамики. Одновременно установлено нарастание активности симпатико-адреналовой системы. Существенно возрастает общее напряжение организма работающих, которое может перейти в перенапряжение, а в последующем к развитию производственно-обусловленных заболеваний.

На примере 10 профессиональных групп, проведён корреляционный анализ между процентом выявленных лиц с некоторыми формами общесоматической патологии и уровнем НТ. Выявлена высокая прямая взаимосвязь между величиной НТ и процентом лиц с такой патологией, как: гипертоническая болезнь, ИБС и невротические расстройства (общее число), т.е. чем выше величина НТ, тем больше профессиональный риск развития указанной патологии. Характерной особенностью является более высокий у мужчин процент патологии ССС, а у женщин – нервной системы. В этой связи, прогнозирование вероятности развития производственно-обусловленной патологии в зависимости от уровня напряжённости труда следует осуществлять отдельно для мужчин и женщин. В таблице 5.28 представлены полученные результаты вероятности риска болезней, связанных с работой.

Таблица 5.28 – Вероятность (в %) развития производственно-обусловленной патологии в зависимости от уровня напряжённости труда

Формы патологии		Категории напряженности труда				
		I мало напря- женная	II средне напря- женная	III высоко напря- женная	IV Очень высоко напря- женная	V Изнури- тельно напря- женная
		КУТ 1	КУТ 2	КУТ 3.1	КУТ 3.2	КУТ 3.3
Гипертоническая болезнь	Ж	до 3,4	3,5–11,4	11,5–17,6	17,7–22,6	22,7–36,9
	М	0	0,1–10,3	10,4–20,7	20,8–29,1	29,2–36,2
Ишемическая болезнь сердца	Ж	до 0,2	0,3–3,8	3,9–7,0	7,1–8,9	9,0–10,8
	М	0	0,1–6,1	6,2–21,2	21,3–33,5	33,6–43,8
Невротические расстройства (общее число)	Ж	до 20	20,4–37,3	37,4–50,5	50,6–61,3	61,4–70,3
	М	0	0,1–11,1	11,2–24,2	24,3–34,9	35,0–43,9

РАЗДЕЛ 6. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕСЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА

К числу неблагоприятных эффектов воздействия вредных факторов производственной среды и трудового процесса могут быть отнесены как показатели, характеризующие отклонения в состоянии индивидуального здоровья на уровне биохимических, иммунологических, функциональных изменений, так и показатели коллективного здоровья, регистрируемые официальной статистикой. Показатели профессиональной заболеваемости, заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ВУТ), инвалидности и смертности работающих, средней продолжительности их жизни, т.е. вероятные характеристики профессионального риска, являются результатом комплексного воздействия различных факторов и условий и с большой степенью неопределенности могут быть использованы при оценке профессионального риска. Неопределенности связаны с множеством факторов (социально-экономических, биологических, медицинских и др.), которые наряду с производственно-профессиональными, оказывают влияние на формирование показателей здоровья работающих.

6.1 Профессиональная заболеваемость

Показатели профессиональной заболеваемости относятся к важнейшим критериям при оценке профессионального риска для здоровья работающих, так как в отличие от других показателей здоровья наиболее точно отражают эффект влияния вредных факторов производственной среды на здоровье работников. Высокие уровни профессиональной заболеваемости на предприятии служат критерием высокого профессионального риска. Следует учитывать, что объективные показатели могут быть получены только при расчете на численность работающих с вредными и опасными факторами производства, а не на численность работающих в отраслях экономики, как это часто бывает.

6.2. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности

Показатели заболеваемости с ВУТ (ЗВУТ) могут быть использованы для оценки профессионального риска только как ориентировочные. На многих предприятиях, не имеющих медсанчасти, не проводится учет и анализ этого вида заболеваемости, так как больничные листки в настоящее время не являются статистическим документом. В больничных листах в настоящее время указывается только продолжительность случая заболевания.

Поэтому статистика ЗВУТ по б/л ограничивается подсчетом таких показателей, как число больных, случаев и дней нетрудоспособности на 100 работающих. Структуру ЗВУТ можно выяснить только предприняв специальную выкопировку данных из ЛПУ, выдавших б/л. В связи с этим, официальная статистика заболеваемости с ВУТ очень ограниченно может служить для оценки риска.

Другим важным фактором неопределенности при использовании показателей ВУТ для оценки риска является полиэтиологичность общих заболеваний, приводящих к временной утрате трудоспособности. Это касается также инвалидности и смертности работающих. Даже если уровни заболеваемости с ВУТ на предприятиях можно отнести к высоким, это требует дальнейшего углубленного исследования причин с целью выявления доли влияния факторов производственной среды на формирование заболеваемости с ВУТ.

6.3 Результаты периодических медицинских осмотров

Целью периодических медицинских осмотров является динамическое наблюдение за состоянием здоровья работников в условиях воздействия профессиональных вредностей, профилактика и своевременное установление начальных признаков профессиональных заболеваний, выявление общих заболеваний, препятствующих продолжению работы с вредными, опасными и производственными факторами, а также предупреждение несчастных случаев.

Результаты периодических медицинских осмотров постоянного контингента работающих должны быть основой для расчета показателей профессионального риска. Создание информационных баз данных, куда заносятся сведения о состоянии условий труда работающих, а также данные динамического наблюдения за состоянием здоровья работников за ряд лет, позволяет построить корреляционные зависимости между вредными условиями труда и показателями состояния здоровья, выявить регрессионную зависимость нарастания неблагоприятных эффектов от увеличивающейся дозы воздействия вредного фактора, т.е. более точно установить зависимость «доза-ответ». Эти результаты в дальнейшем могут использоваться для расчета профессионального риска в аналогичных производственно-профессиональных условиях.

6.4 Показатели смертности

В последние годы в медицине труда получили развитие эпидемиологические методы исследования, суть которых состоит в изучении

последствий (в том числе отдаленных) воздействия профессиональных факторов на уровни хронической заболеваемости, смертности и среднюю продолжительность жизни работающих. Основным критерием, количественно характеризующим меру воздействия вредных производственных факторов на эти показатели, является стандартизованный относительный риск (СОР). Результаты эпидемиологических исследований, проведенных в различных профессиональных группах, свидетельствуют о повышенном и высоком риске смерти рабочих основных профессий на предприятиях машиностроения, шинного производства, металлургии, электроэнергетики и других. Для оценки профессионального риска, наносимого воздействием неблагоприятного производственного фактора здоровью работающих, занятых на предприятии или в отрасли экономики, можно использовать следующую формулу:

$$E_{\text{сум}} = (OP - 1) \times K_{\text{зАБ}} \times f \times 10^n; \quad (34)$$

где: $E_{\text{сум}}$ – суммарный эффект воздействия;

OP (СОР) – относительный (стандартизованный) риск (OP – отношение частоты случаев в экспонированном и контрольном контингенте);

СОР – отношение фактической частоты случаев в экспонированном контингенте к ожидаемым показателям с учетом частоты случаев и возрастного распределения в группе сравнения;

$K_{\text{зАБ}}$ – фоновый уровень заболеваемости;

f – доля экспонированных работников.

Эту формулу можно применять, если известен стандартизованный относительный риск, фоновый уровень смертности (заболеваемости) и доля лиц, подвергающихся воздействию вредного фактора, среди занятых на предприятии или в отрасли.

Пример: установлено, что СОР смерти работников от ИБС при воздействии вредного профессионального фактора составил 2,0. Фоновый уровень смертности трудоспособного населения от этого заболевания – 200 на 100 тысяч. На предприятии численностью 5 тысяч человек воздействию оцениваемого фактора подвергалось 20%. Тогда:

$$E_{\text{сум}} = (2-1) \times 200/10^5 \times 5 \times 10^3 \times 0,2 = 2 \text{ (случая смерти в год).}$$

Кроме того, можно пользоваться показателем разности рисков, но только в тех случаях, когда есть доступ к первичному материалу и можно получить абсолютные риски в каждой из сравниваемых групп.

Показатели смертности применяются для оценки профессионального канцерогенного риска (профессионального рака). Для этого используются различные методы когортных эпидемиологических исследований:

– ретроспективный – позволяет изучить возможные причины

заболевания для группы лиц с уже определенным видом ЗН, т.е. исследование направлено от свершившегося события (заболевания или смерти от рака) к возможным его причинам. Информация может собираться как ретроспективно по архивным материалам, так и у выявленных больных

– проспективный – основывается на изучении частоты ЗН, которые возникнут в будущем за время наблюдения в определенных группах людей. Выделяют два вида: *параллельные* – время начала наблюдения и организации исследований совпадает; *непараллельное* – время наблюдение начинается с какой-то даты в прошлом (проспективное исследование с ретроспективно набранной когортой).

6.5 Оценка риска для репродуктивного здоровья

Целью оценки ПР для репродуктивного здоровья (РЗ) является определение вероятности нарушений РЗ работников, мужчин и женщин, во все периоды репродуктивной жизни, а также здоровья их будущих детей. Согласно Руководства Р 2.2.2006-05 начиная с класса условий труда 3.1 показатели нарушения РЗ и здоровья потомства входят в число медико-биологических показателей для оценки риска.

Беременные и кормящие матери относятся к группам повышенного риска (уязвимые группы), требующим дополнительной защиты. Так по директиве Евросоюза 92/85/ЕЕС с момента наступления беременности или кормления грудью проводится дополнительная оценка ПР.

При оценке риска женщин репродуктивного возраста (15–49 лет) следует подразделять на группы: женщины, не достигшие 18-летнего возраста; беременные; недавно родившие и кормящие грудью; планирующие беременность.

По результатам оценки условий труда на рабочих местах (предварительная оценка ПР) определяют класс условий труда, в которых работает женщина. В различных литературных источниках приводятся данные, характеризующие связь различных нарушений РЗ с классами условий труда, в том числе уровни RR для матери и новорожденных также обусловленные классом условий труда (рис. 14–16). Особую опасность представляют вещества, вызывающие нарушения РЗ – репротоксиканты, перечень их приводится в Приложении 2 СанПиН 2.2.0.555-96 «Гигиенические требования к условиям труда женщин» (в настоящее время, к сожалению, не действует) – «Перечень потенциально опасных химических веществ по действию на репродуктивную функцию». Он включает 156 веществ, обладающих опасным воздействием на гонады и/или эмбрион по данным клинических и экспериментальных исследований.

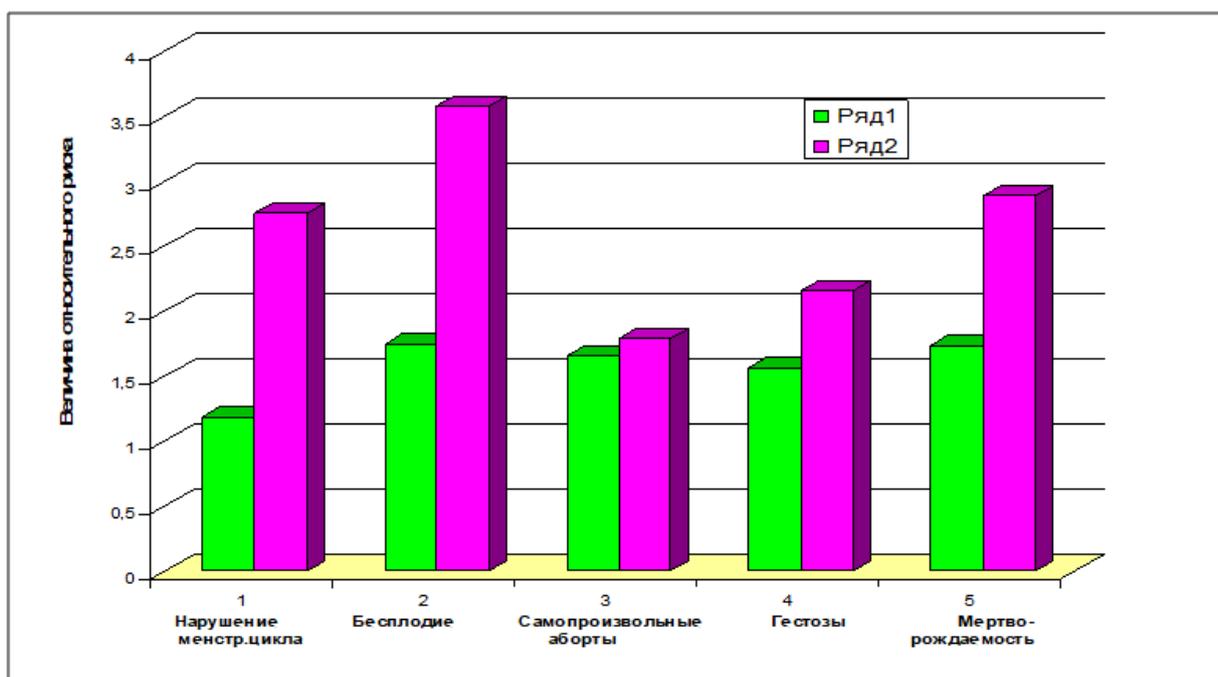


Рисунок 14 – Относительный риск нарушений репродуктивного здоровья женщин-работниц в зависимости от класса условий труда.
Здесь и далее 1 ряд – класс условий труда 3.2; 2 ряд – класс условий труда 3.3.

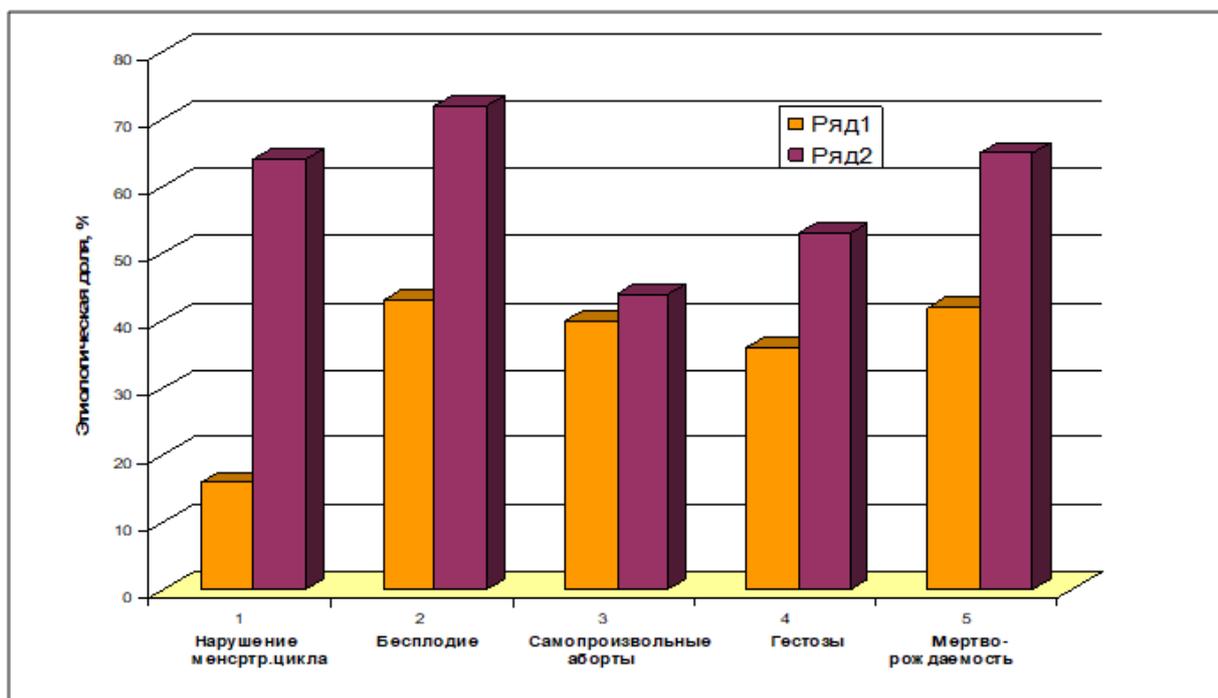


Рисунок 15 – Этиологическая доля профессиональных факторов в развитии нарушений репродуктивного здоровья женщин-работниц в зависимости от класса условий труда.

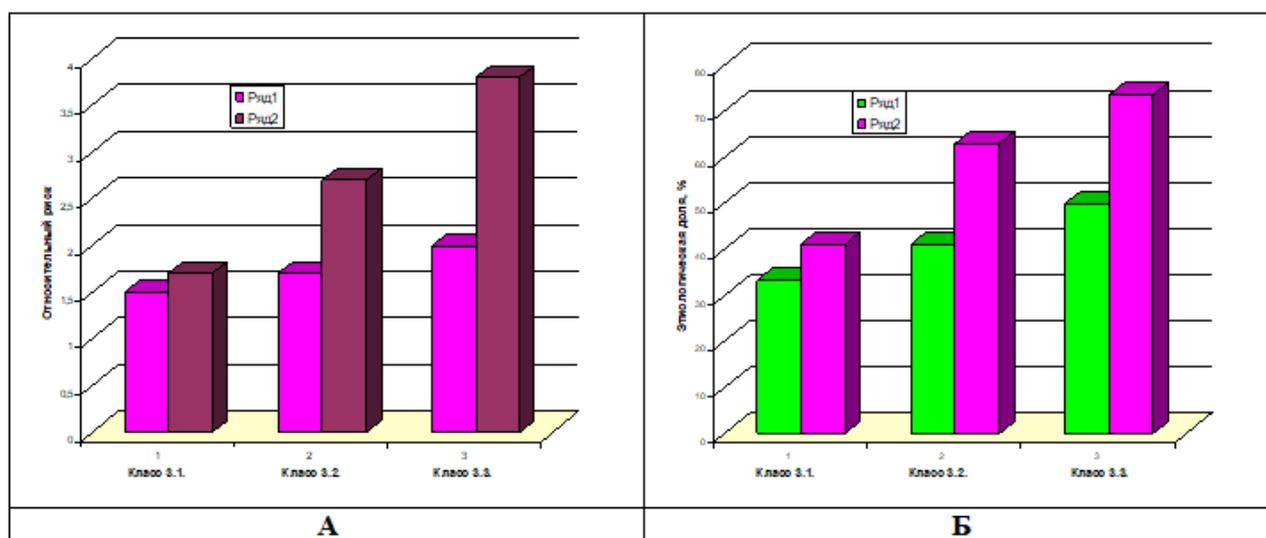


Рисунок 16 – Относительный риск (А) и этиологическая доля профессиональных факторов (Б) в зависимости от класса условий труда при оценке ущерба здоровью матери (1 ряд) и плода (2 ряд).

Оценка риска влияния профессиональных факторов на РЗ проводится по *критериям специфического воздействия на репродуктивную функцию, к которым* относятся следующие нарушения состояния здоровья женщин и их потомства:

- **Нарушения менструальной функции** – гипо- и гиперменструальный синдром, раннее наступление климакса, бесплодие и др.
- **Нарушение нормального течения беременности, родов и послеродового периода** – ранние и поздние токсикозы беременных, преждевременные и патологические роды, слабость родовой деятельности, кровотечение в родах, качественные и количественные изменения лактации и др.
- **Нарушение внутриутробного развития плода**, что приводит к увеличению частоты спонтанных аборт, мертворождений, врожденных пороков развития; ухудшению физического состояния новорожденных (снижение массы тела, низкая оценка по шкале Апгар, гипоксия и т.д.), снижению сопротивляемости к воздействию факторов внешней среды и увеличению заболеваемости и смертности; повышению частоты злокачественных новообразований в потомстве.
- **Повышение частоты гинекологических заболеваний** (вульвиты, аднекситы, вагиниты и др.), стойкие изменения положения половых органов (опущение матки, влагалища и др.) 2 и 3 степени в возрасте до 35 лет.

Заключение о повышенном риске нарушений репродуктивной функции дается на основании статистического анализа частоты этих нарушений по сравнению с группой сравнения или данными официальной статистики.

6.6 Производственный травматизм

Наряду с вредными производственными факторами на ряде рабочих мест существует опасность или вероятность возникновения (риск) производственной травмы в результате несчастного случая. При проведении аттестации рабочих мест помимо оценки производственных факторов проводится оценка травмобезопасности рабочих мест. Если данное рабочее место признается травмоопасным, необходимо рассчитать риск производственного травматизма (ПТ). Для этого используются накопленные на предприятии статистические данные о ПТ на конкретном или аналогичном рабочем месте. Если такие сведения отсутствуют, то используют показатели травматизма в данной профессии, на данном предприятии, данной отрасли промышленности. Статистика ПТ представляется предприятиями по отчетной форме № 7 – травматизм Госкомстата.

Одним из показателей ПТ, определяемым в процессе окончательной оценки профессионального риска, является коэффициент частоты несчастных случаев на производстве в расчете на 1000 работающих. Данный показатель может быть рассчитан по статистическим данным с учетом численности работников, подвергающихся риску ПТ, класса условий труда и половозрастных характеристик работников предприятия. Кроме того, при оценке уровня ПТ учитывается тяжесть производственных травм по количеству дней нетрудоспособности на одного пострадавшего, количество групповых и смертельных случаев на 1000 или 100 работников.

РАЗДЕЛ 7. ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ И ОЦЕНКИ РИСКА НЕИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОНТИНГЕНТАХ

Профессиональная деятельность человека наряду со стихиями и эпидемиями была одной из самых ранних опасностей окружающей среды. Эпидемиологические исследования, проводимые на промышленных предприятиях, позволяют не только изучить проблемы охраны здоровья рабочих, но и лучше понять этиологию и патогенез многих хронических заболеваний и процессы старения населения.

Важными направлениями при проведении эпидемиологических исследований на промышленном предприятии являются:

1) выявление профессиональных факторов риска с целью принятия мер профилактики, например их нормирование;

2) измерение выявленных профессиональных факторов риска, а также оценка степени предохранения коллектива от их воздействия;

3) выявление других источников опасности для здоровья рабочих, в особенности тех, которые хотя и не служат причиной профессиональных заболеваний, но, снижая психобиологическую сопротивляемость человека, отрицательно влияют на общее состояние здоровья;

4) выявление и усиление воздействия тех факторов производственной среды, которые оказывают положительное воздействие на здоровье человека;

5) обеспечение информацией по проблемам здоровья населения, которая, хотя первично не связана с профессиональным трудом, может служить для формулирования выводов общего характера.

Условия, в которые помещаются экспериментальные животные при необходимости нормирования того или иного вредного фактора, несравнимы с теми, в которых находятся люди. Это затрудняет экстраполяцию полученных в эксперименте результатов на человека. Возникающие проблемы невозможно объяснить, основываясь только на экспериментальных данных. В особенности это относится к тем случаям, когда стремятся выяснить роль воздействия определенного вредного агента в сочетании с другими факторами, снижающими способность организма компенсировать стрессы непрофессионального (непроизводственного) происхождения. Значение эпидемиологических исследований определяется возможностью оценки одновременного влияния различных факторов окружающей среды, которые могут влиять на человека независимо друг от друга, усиливая один другой или находясь в антагонистических отношениях.

Неправильное питание, например, может усугублять последствия экспозиции к вредным веществам. Такие факторы, как курение и загрязнение атмосферного воздуха по месту жительства, обуславливают индивидуальные реакции организма на воздействие вредностей производственной среды.

При проведении эпидемиологических исследований, нацеленных на выявление вредных профессиональных факторов, а также на определение связи состояния здоровья с производственной средой, возникает необходимость глубоко изучить и провести анализ степени воздействия вредных факторов внешней среды на работающих по сравнению с соответствующим образом подобранными контрольными группами.

Довольно часто состояние здоровья работника рассматривают односторонне, лишь с точки зрения влияния на него физико-химических факторов. Представляется неверным анализ роли производственной среды без связи и интеграции ее с совокупностью условий, в которых живет и работает коллектив. В современном обществе, основанном на промышленной цивилизации, большое значение имеет воздействие психологических факторов. Предприятие является определенной социальной системой, системой социальных групп и отношений, которые могут иметь формальный и неформальный характер.

Такие факторы, как мотив выбора рода занятий, адаптация к технологическому процессу и рабочей группе, а также степень удовлетворения своей профессией через цепь связей организма с внешней средой влияют на здоровье работающего, целого коллектива, что отражается на деятельности всего предприятия. В связи с этим важной является связь личностных качеств работающего, уровня профессиональной квалификации, отношения к работе, ориентации на достижение определенных жизненных целей и запросов с характером труда, а также с системой межличностных отношений, зависящих от условий труда. Вследствие этого цели эпидемиологии в промышленности должны быть расширены таким образом, чтобы на основе эпидемиологических исследований на предприятии составить полную и динамичную картину связей среды с состоянием здоровья работающих.

Задачи современной эпидемиологии трактуются очень широко: она исследует влияние различных факторов и условий среды на частоту и распространение инфекционных и неинфекционных заболеваний.

Цели эпидемиологии:

- изучение распространение болезней среди населения
- определение факторов, обуславливающих развитие болезней среди населения

– определение факторов, снижающих риск развития болезней среди населения.

На схеме, представленной на рисунке 17, показана взаимосвязь факторов среды, факторов хозяина и патогенных факторов.



Рисунок 17 – Модель взаимодействия триады факторов.

Для решения этой главной задачи можно выделить следующие 3 этапа:

1. Описание частоты и способов распространения болезней среди всего населения и в его подгруппах, а также сравнение показателей состояния здоровья в различных популяциях. Подобные наблюдения составляют основу формулирования этиологических гипотез и дают нужную информацию для оценки состояния здоровья населения, а также являются необходимыми для управления службой здравоохранения и планирования лечебно-профилактической работы.

2. Формулирование этиологических гипотез. Описательные данные в сочетании с клиническими и лабораторными (экспериментальными) исследованиями создают основу для формулирования гипотез, направленных на выяснение частоты развития болезни в зависимости от более или менее специфических особенностей популяции и среды, в которой популяция находится.

3. Проверка гипотез в экспериментальных или обсервационных исследованиях на материале выбранных определенным способом различных групп населения (аналитическая и экспериментальная эпидемиология).

7.1 *Описательная эпидемиология*

Задачей описательной эпидемиологии является определение численного значения показателей заболеваемости в различных популяциях, что необходимо для формулирования этиологических гипотез. Описание частоты развития болезней в популяции проводится в соответствии с характерными чертами, относящимися к лицам (возраст, пол, профессия и т.д.), времени (изменения долгосрочные, сезонные, дневные, часовые), месту (страна, область, район, производство и др.).

В выделенных группах наиболее часто используются такие показатели состояния здоровья, как заболеваемость, распространенность, смертность.

Измерение болезненности – используются:

– *показатели заболеваемости* – характеризуют частоту новых случаев болезни в течение какого-либо периода времени:

$$З/N \times K, \quad (35)$$

где З – число случаев заболеваний, впервые зарегистрированных за определенный период времени;

N – численность населения, подверженного риску;

K – основание для расчета на определенную долю населения (100, 1000, др.).

– *показатели распространенности* – показывают, какая доля населения страдает данными заболеваниями в определенный момент времени:

$$Б/N \times K, \quad (36)$$

где Б – число случаев болезни (или число больных).

Приблизённо взаимоотношение показателей заболеваемости и распространенности можно выразить так:

$\text{Распространенность} = \text{заболеваемость} \times \text{длительность} \\ \text{заболевания}$
--

При выборе показателей для исследования следует помнить, что *с помощью показателей заболеваемости мы можем оценить риск, а с помощью показателей распространенности – измерить воздействие.*

Показатели смертности – целью изучения смертности является определение вероятности наступления смерти в данной популяции от каких-то причин и за определенный период времени:

$$С/N \times K, \quad (37)$$

где С – число умерших.

Смертность является далеко неполным показателем состояния здоровья населения, поскольку вероятность смерти неодинакова при различных

заболеваниях, а некоторые заболевания, как правило, не заканчиваются смертью. Этот показатель является ценным в отношении болезней с высоким уровнем летальности (ЗН, заболевания ССС). Однако, по сравнению с изучением показателей болезненности анализ смертности является более легким для интерпретации, поскольку не возникает проблем в идентификации случаев и лиц, т.к. смерть – есть событие одноразовое, происходит в определенный момент времени и может быть легко отождествлена с определенным заболеванием.

Показатели смертности (как и показатели заболеваемости) могут быть вычислены в соответствии с возрастом, полом, причиной смерти и т.д.).

Могут использоваться пропорциональные (или структурные) показатели, например:

$$(\text{Число смертей от БСК} / \text{Общее число смертей}) \times 100\% \quad (38)$$

7.2 Аналитическая эпидемиология

Задачами аналитической эпидемиологии является выявление причин и условий (факторов риска), приведших к заболеванию (смерти), формулировка и проверка гипотез об этих причинах и разработка противоэпидемических мероприятий.

Для этих целей используются различные методы:

✓ **«Случай-контроль»** – сопоставление информации о подверженности действию изучаемого фактора лиц с каким-то заболеванием и лиц, у которых данное заболевание отсутствует.

✓ **Ретроспективный метод** – позволяет изучить возможные причины заболевания для группы лиц с уже определенным диагнозом, т.е. исследование направлено от свершившегося события (заболевания или смерти) к возможным его причинам. Информация может собираться как ретроспективно по архивным материалам, так и у выявленных больных. На основании анализа собранной информации определяют факторы риска, которые с наибольшей вероятностью могут считаться причинами развития данной патологии.

✓ **Проспективный метод** – основывается на изучении частоты отдельных заболеваний, которые возникнут в будущем за время наблюдения в определенных группах людей.

Выделяют два вида проспективных исследований:

• **параллельное** – время начала наблюдения и организации исследований совпадает. Формируют две (или более) группы населения: подвергающиеся воздействию подозреваемого (профессионального) фактора риска и не подвергающиеся.

• **непараллельное** – время наблюдения начинается с какой-то даты в прошлом.

Формирование когорты при параллельном ретроспективном методе происходит следующим образом:

- производят случайную выборку населения из генеральной совокупности;
- собирают данные о состоянии здоровья обследуемых и о факторах среды (экспозиции), на основании чего формируют подгруппы с различной экспозицией к подозреваемому фактору риска;
- постоянно в течение нескольких лет анализируют состояние здоровья членов когорты;
- определяют заболеваемость и смертность в подгруппах в зависимости от экспозиции.

Как при *параллельном*, так и *непараллельном* ретроспективном исследовании может формироваться *закрытая когорта*, которая остается стабильной на протяжении дальнейших лет наблюдения (члены когорты могут выбывать из-под наблюдения в результате смены места жительства, увольнения, смерти) или в нее могут включаться новые лица, оказывающиеся под воздействием фактора риска, на протяжении всего периода наблюдения – *открытая когорта* или проспективное исследование с *ретроспективно набранной когортой*. Результаты проспективного исследования оценивают путем сопоставления исходов, зафиксированных в различных наблюдаемых группах населения.

В связи с тем, что состав когорты за время наблюдения меняется вследствие присоединения новых лиц, исключения ряда членов когорты из-за изменения условий труда (переход в другую группу), выбытия из-под наблюдения, заболевания, смерти, естественного старения когорты, при вычислении показателей заболеваемости в сравниваемых группах населения необходимо учитывать не только число наблюдаемых лиц, но и сроки наблюдения за ними. Такая возможность представляется при выражении знаменателя показателя заболеваемости в человеко-годах. Возрастные и стандартизованные показатели частоты вычисляют по отношению к человеко-годам обычными методами (рис. 18).

Важным преимуществом параллельного проспективного исследования перед ретроспективным является большая надежность собираемой информации:

1) исследование основано на объективных сведениях, получаемых из однородного источника:

2) исключается необходимость основываться на памяти больного для сбора сведений, имеющих отношение к периоду до развития заболевания;

Возрастные группы	Годы включения в когорту и выхода из нее															Всего человеко-лет наблюдения		
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009		2010	
20–24	23						23											4
25–29																		10
30–34																	x	8
35–39				39													x	5
40–44																		5
45–49																		5
50–54	54																x	3
55–59																		5
60–64																		5
65–69																	x	4
70–74																		
75–79																		
80–84																		
85+																		
Итого																		54

Рисунок 18 – Пример расчета человеко-лет наблюдения в когорте при использовании проспективного метода с ретроспективно набранной когортой.

3) исключается пристрастность исследователя, так как сбор информации осуществляется у здоровых лиц и исследователь не может знать, у кого из них разовьется заболевание.

Основными недостатками проспективного метода являются трудности организации, а также большие затраты времени и средств. Поэтому проспективное исследование целесообразно применять:

1) когда данные, полученные в результате ретроспективного анализа, убедительно свидетельствуют о наличии определенной взаимосвязи данной патологии с изучаемыми факторами. В этом случае проспективное исследование может дать более детальные и более надежные сведения;

2) при относительно распространенных заболеваниях. В таком случае исследование может быть осуществлено в ограниченной по численности группе населения;

3) если интервал между началом действия изучаемых факторов и развитием заболевания невелик. В этом случае исследование облегчается за счет уменьшения срока наблюдения, а последнее повышает достоверность исследования (уменьшается число выбывших из-под наблюдения).

Примером такого масштабного проспективного исследование может служить, так называемое, Фрамингемское исследование сердца. Сразу же

после второй мировой войны в США было отмечено значительное повышение заболеваемости и смертности от сердечно-сосудистой патологии. В связи с этим было решено с 1948 года организовать проведение когортного проспективного исследования. В качестве объекта выбрано две трети жителей (всего 6507 человек в возрасте от 30 до 59 лет) небольшого города Фрамингем (Массачусетс). Согласились на сотрудничество 4469 человек и к ним присоединилось еще 740 добровольцев. Участники обследовались каждые два года в течение 30 лет. При этом оценивались артериальное давление, содержание в крови холестерина, масса тела и статус курения. Исследователями выявлена прямая связь между уровнем артериального давления и риском возникновения ИБС, а также между уровнем артериального давления и частотой инсульта. Было установлено, что с увеличением холестерина, массы тела, а также факта курения значительно возрастала частота ИБС. Фрамингемское исследование послужило началом для разработки профилактических программ, основанных на теории роли факторов риска в развитии сердечно-сосудистых заболеваний. Внедрение этих программ в практику привело к значительному снижению заболеваемости и смертности. Это исследование продолжается до сих пор, в нем участвовало уже 4 поколения американцев.

На завершающем этапе аналитической эпидемиологии важен выбор контрольной группы (или группы сравнения). Способы отбора:

– внутреннее сравнение – внутри когорты выделяются подгруппы с достаточным количеством экспонированных и неэкспонированных лиц;

– внешнее сравнение – экспонированную когорту сравнивают с другой когортой, неэкспонированной к изучаемому фактору риска, но сопоставимой с опытной когортой по другим характеристикам (например, по социально-экономическим);

– сравнение с общей популяцией – заболеваемость (смертность) в когорте сравнивается с показателями всего населения конкретного географического района (которое рассматривается как неэкспонированное).

Полученные в результате проведенных эпидемиологических исследований данные о количестве человеко-лет наблюдения в различных возрастных и стажевых группах используют для вычисления возрастных и стандартизованных показателей частоты. Например, их можно использовать для вычисления показателя соотношения стандартизованной заболеваемости (ССЗ) или смертности (ССС), определяемого как процентное отношение фактического числа случаев заболеваний (Φ) к ожидаемому (O) по формуле:

$$ССЗ (ССС) = \Phi/O \times 100\%, \quad (39)$$

где Φ – число случаев заболевания (смерти), зарегистрированных в данной когорте за определенный период наблюдения;

O – ожидаемое число случаев – $O = \sum Z_i \times n_i / 100000$,

где Z_i – повозрастные показатели заболеваемости (смертности) в группе, выбранной за стандарт (в качестве контроля);

n_i – число человеко-лет наблюдения в возрастных группах; 100000 – основание.

Подробнее алгоритм расчета показателей ССЗ (ССС) приведены в 1 разделе Приложения 2.

При сопоставлении исходов в опытной и контрольной когортах либо в отдельных подгруппах одной когорты, выделенных по степени подверженности действию изучаемого фактора, результаты проспективного исследования могут быть выражены просто, в форме коэффициентов заболеваемости, а степень риска заболевания может быть измерена количественно с вычислением показателя относительного риска.

Для определения статистической значимости различий в распределении случаев заболеваний в группах наблюдения применяют критерий χ^2 . Формулы и примеры расчета приведены в разделе 2 Приложения. 2.

7.3 Оценка состояния здоровья населения методом скрининга

Методом, специально предназначенным для обнаружения и охвата врачебным контролем каждого случая, требующего наблюдения, является сплошное массовое обследование – скрининг. **Скрининг – это предположительная идентификация болезни или дефекта с помощью теста или других процедур, проводимых без больших затрат времени** (например флюорография как способ выявления больных туберкулезом). Важной практической задачей скрининга является выявление болезней в самой ранней стадии. Основные требования к скрининговым тестам: достаточная чувствительность, специфичность, достоверность, удобность, практичность, доступность, должен хорошо восприниматься населением (лучше не инвазивный тест).

Важными параметрами, характеризующими тест, является его чувствительность и специфичность:

– чувствительность – способность теста давать положительный ответ, когда исследуемый пациент действительно болен рассматриваемым заболеванием (т.е. способность к выявлению больных)

– специфичность – способность теста дать отрицательный ответ, когда исследуемый пациент не страдает данным заболеванием.

На практике предпочитают специфичность. Показатели, характеризующие скрининговый тест, приведены в разделе 3 Приложения 2.

РАЗДЕЛ 8. МЕТОДЫ РАСЧЕТА И ОЦЕНКИ РИСКА

Одним из достаточно ранних, существовавших в нашей стране методов оценки риска, применяющимся для планирования мероприятий профилактического характера, является метод определения *индекса профессионального заболевания* ($I_{ПЗ}$), который вычисляется по формуле:

$$I_{ПЗ} = 1/(K_P \cdot K_T) \quad (40)$$

где: K_P – категория риска; K_T – категория тяжести.

Категории риска K_P устанавливаются на уровне по частоте выявления профессиональных, а *категории тяжести* K_T устанавливаются на основе медицинского прогноза профессиональных заболеваний и типа нетрудоспособности. K_P и K_T определяются по табл. 3 и 4 «Методических рекомендаций по оценке профессионального риска по данным ПМО».

Значения индекса ПЗ лежат в пределах от 0 до 1; при многократных воздействиях и риске развития нескольких профессиональных заболеваний их индексы суммируются:

$$I_{сум} = \Sigma \cdot I_i \quad (41)$$

В данных МР приведен также алгоритм расчета индекса профессионально обусловленных заболеваний – ИПОЗ, формула расчета которого следующая:

$$ИПОЗ = \sum i [1/(K_p \times K_m \times K_c)], \quad (42)$$

где K_c – категория связи с работой, которая определяется шкале оценки связи нарушений здоровья с работой (5 степеней, в основе которых лежит значение этиологической доли условий труда в развитии болезни – EF);

i – 1,2,3... = n – число болезней.

Данные, полученные при изучении состояния здоровья работников используют для количественной оценки степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой, в частности рассчитывают относительный риск RR и этиологическую долю EF вклада факторов рабочей среды в развитие патологии и в зависимости от их величины заболевание относят к общим, профессионально обусловленным или профессиональным.

Относительный риск или соотношение рисков (обозначаемый латинскими буквами RR, от англ. Relative Risk) позволяет сравнить в двух группах риск развития некоторых явлений, связанных со здоровьем, таких как заболевание, отклонение определенных показателей (биохимических, иммунного статуса и др.), инвалидность, летальные исходы. В аспекте оценки профессионального риска эти 2 группы должны отличаться по степени подверженности фактору риска, т.е. уровню воздействия фактора, его продолжительности, полу (если нас интересует гендерные различия

влияния профессионального фактора). Строится, так называемая «четырёхпольная таблица» (табл. 8.1).

Таблица 8.1 – Четырёхпольная таблица для расчета относительного риска

Группы	Число заболевших	Число здоровых	Всего
1 группа – подвергающиеся воздействию (например, КУТ – 3.2)	a	b	a + b
2 группа – неподвергающиеся воздействию (например, КУТ – 2)	c	d	c + d

Относительный риск рассчитывается по формуле:

$$RR = (a/(a + b))/(c/(c + d)) \quad (43)$$

Относительный риск, равный 1, означает, что вероятности заболевания в обеих группах одинаковы. Относительный риск больше единицы свидетельствует о повышенной вероятности заболевания лиц в группе, стоящей в числителе, т.е. подвергавшихся воздействию вредного фактора. Величина соотношения меньше 1 говорит о том, что вероятность заболевания лиц в группе, стоящей в числителе меньше, чем в группе, стоящей в знаменателе (возможно указывая на то, что фактор, воздействующий на группу «подверженных», оказывает защитный эффект или проявляется «эффект здорового работника», когда среди работающих во вредных условиях труда происходит «отбор по здоровью» на основании медицинского отбора и самоотбора). Относительный риск называют также «мерой ассоциации» т.к. он количественно определяет связь между воздействием и заболеванием.

Для более полной оценки различий показателей используют дополнительную величину, называемую *этиологическая доля* (etiological fraction – EF), которая отражает *удельный вес* (долю) случаев в группе риска, связываемых с непосредственным влиянием фактора риска:

$$EF = \frac{RR - 1}{RR} \times 100 \quad (44)$$

Еще одним, широко используемым показателем для оценки риска является *отношение шансов* – статистический показатель (в русскоязычных работах его название принято сокращать как ОШ, а в англоязычных – OR от «odds ratio»), который позволяет в численном выражении описать, насколько отсутствие или наличие определённого исхода связано с присутствием или отсутствием определённого фактора в конкретной статистической группе.

Шанс (odds) – отношение вероятности, что событие произойдет, к вероятности, что событие не произойдет.

$$OR = (a/b) / (c/d) \quad (45)$$

В научной медицинской литературе показатель отношения шансов был впервые упомянут в 1951 году в работе Дж. Корнфилда. Впоследствии данным исследователем были опубликованы работы, в которых отмечалась необходимость расчета 95% доверительного интервала для отношения шансов [3].

Отношение шансов позволяет оценить связь между определенным эффектом и фактором риска, сравнить группы исследуемых по частоте выявления этого эффекта. Важно, что результатом применения ОШ является не только определение статистической значимости связи между фактором и исходом, но и ее количественная оценка.

Отношение шансов при сравнении двух групп рассчитывается как частное от деления шансов развития исхода в основной группе к шансам развития исхода в контрольной группе. В свою очередь, шансами называют отношение числа исследуемых с наличием исхода к числу исследуемых с отсутствием исхода. Также для рассчитанного ОШ рассчитывается 95% доверительный интервал (95% ДИ).

Условия и ограничения применения отношения шансов:

1. Результативные и факторные показатели должны быть измерены в номинальной шкале. Например, результативный признак – наличие или отсутствие врожденного порока развития у плода, изучаемый фактор – воздействие на матерей вредного профессионального фактора (есть или нет).

2. Данный метод позволяет проводить анализ только четырехпольных таблиц, когда и фактор, и исход являются бинарными переменными, то есть имеют только два возможных значения (например, воздействие вредного профессионального фактора – подвергающиеся или не подвергающиеся, эффект воздействия – наличие или отсутствие).

3. Сопоставляемые группы должны быть независимыми, то есть показатель отношения шансов не подходит для сравнения наблюдений «до» и «после».

4. Показатель ОШ используется как в когортных исследованиях, когда группы формируются по признаку наличия или отсутствия фактора риска (например, первая группа – работающие в контакте с изучаемым фактором, вторая группа – не контактирующие), так и в исследованиях по типу «случай-контроль» (например, первая группа – больные гипертонической болезнью, вторая – относительно здоровые люди).

Расчет показателя ОШ приведен также в разделе 4 Приложения 2.

К показателям количественной оценки риска относится также показатель атрибутивного риска:

Атрибутивный риск – это разница в степени риска между лицами, имеющими фактор риска (подвергшихся действию фактора риска) и группами без фактора риска.

$$AP = P(a/b - c/d) / B \quad (46)$$

P – доля экспонированных в общей популяции N – (a + b)/N

B – доля заболевших в общей популяции N – (a + c)/N

$$\text{Или: } AP = P(RR - 1) / P(RR - 1) + 1 \quad (47)$$

Используется также такой показатель как абсолютный риск:

Абсолютный риск – разность показателей заболеваемости лиц, экспонированных и неэкспонированных к изучаемому фактору риска.

Исходными данными для проведения расчетов по оценке ПР являются результаты:

- производственного контроля, проводимого согласно СП 1.1.1058-01 (с изменениями от 27.03.2007 года);
- государственного санитарно-эпидемиологического надзора;
- санитарно-эпидемиологической оценки производственного оборудования и продукции производственного назначения;
- специальной оценки условий труда, проводимой в соответствии с Федеральным законом от 28.12.2013 N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»;
- периодических медицинских осмотров работников в соответствии со ст. 213 Трудового Кодекса РФ, принятого 21 декабря 2001 г. с изменениями;
- специально предпринятые клинико-гигиенически исследования условий труда и состояния здоровья работников. Для оценки профессионального риска может быть проведено специальное исследование, направленное на изучение и измерение уровней воздействующих факторов и при необходимости определение возможности экстраполяции полученных данных на конкретный период наблюдения за профессиональной группой, а также исследование состояния здоровья работников, с использованием объективных данных на момент исследования и(или) медицинских документов (амбулаторных карт, историй болезни, свидетельств о смерти и др.).

Расчеты профессионального риска по отдельным факторам приводятся в ряде руководств и справочников. В частности, по адресу <http://medtrud.com/> можно найти директориий-справочник «ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ РИСК».

Этот Электронный интерактивный директориий-справочник (редакторы-составители: академик РАН Н.Ф. Измеров, проф. Э.И. Денисов, д.б.н.

И.В. Степанян) одобрен Бюро Отделения профилактической медицины Российской академии медицинских наук (Постановление № 18, протокол № 6 от 13.05.2011). Справочник содержит ряд программ, которые в режиме online позволяют рассчитать профессиональный риск развития профессиональной патологии при воздействии шума, вибрации (локальной и общей), работе стоя (риск варикозной болезни), дать оценку связи боли в спине и работой, а также информационной нагрузки и инновационного труда.

В 2011 г. Научным Советом по медицине труда была утверждена «Методика расчета индивидуального профессионального риска (ИПР) в зависимости от условий труда и состояния здоровья работника» [4] Авторы документа предлагают оценку суммарной вредности и опасности условий труда на рабочих местах при комплексном воздействии различных производственных факторов производить на основе разработанной интегральной оценки условий труда. В соответствии с предложенным методом взвешивание классов условий труда, определенных при аттестации рабочих мест, выполняется с помощью присвоения им баллов в зависимости от возможного воздействия факторов рабочей среды на организм работника, характеризуемого индексом профзаболеваний – Ип (Руководство Р 2.2.1766-2003). Чем выше балл, тем больше несоответствие фактического состояния условий труда по данному фактору действующим гигиеническим нормативам и тем более выраженным становится опасное и/или вредное его действие на организм. Об этой методике уже упоминалось в разделе 4.1.

Одночисловое значение показателя ИПР вычисляется умножением суммы взвешенных значений параметров (оценка условий труда, показатель трудового стажа работника во вредных и (или) опасных условиях труда, показатель возраста работника, показатель состояния здоровья работника), приведенных к относительным значениям, на показатели травматизма и профессиональной заболеваемости на рабочем месте (48):

$$ИПР = (w_m k_m ИОУТ + w_z k_z Зд + w_v k_v В + w_c k_c С) \times Птр \times Ппз, \quad (48)$$

где: ИОУТ – интегральная оценка условий труда на рабочем месте;

Зд – показатель состояния здоровья работника;

В – показатель возраста работника;

С – показатель трудового стажа работника во вредных и (или) опасных условиях труда;

Птр – показатель травматизма на рабочем месте;

Ппз – показатель профессиональной заболеваемости на рабочем месте;

w_T, w_B, w_Z, w_C – весовые коэффициенты, учитывающие значимость параметров;

k_r, k_b, k_z, k_c – коэффициенты перевода параметров из абсолютных величин в относительные величины.

В соответствующих таблицах и приложениях указаны уровни показателей и взвешивающих коэффициентов, приведенных в формуле.

В документе подробно описан алгоритм интегральной оценки условий труда (ИОУТ), которая определяется на основе трех показателей:

Первый – показатель вредности условий труда на рабочем месте – характеризует суммарную вредность условий труда на рабочем месте. Условное обозначение показателя – ПВ;

Второй – показатель риска травмирования работника на рабочем месте – характеризует опасность условий труда на основе риска травмирования на рабочем месте. Условное обозначение показателя – РТ;

Третий – показатель защищенности работника средствами индивидуальной защиты – характеризует защищенность работника средствами индивидуальной защиты – СИЗ. Условное обозначение показателя – ОЗ.

ИОУТ как уже говорилось в разделе 4.1. определяется в баллах в зависимости от классов условий труда, установленных на основе измерения и оценки уровней факторов производственной среды и трудового процесса при аттестации рабочих мест

В соответствующих таблицах МР «Методика расчета индивидуального профессионального риска (ИПР) в зависимости от условий труда и состояния здоровья работника» указаны критерии оценок защищенности и риска травмированности. Полученное значение ИОУТ по шкале, приведенной в таблице Пб данного документа, оцениваются от допустимых до высокоопасных (табл. 8.2).

Предлагаемая методика расчета ИПР позволяет оценить как априорный, так и апостериорный профессиональный риск.

Априорный риск рассчитывается на основе оценки условий труда на рабочем месте конкретного работника, причем используется одночисловая оценка условий труда с учетом вероятности травмирования работника на рабочем месте и обеспеченности его средствами индивидуальной защиты.

Апостериорная компонента оценки риска базируется на учете абсолютных чисел зарегистрированных в истекшем году несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний на рабочем месте данного работника и аналогичных рабочих местах, которые определяются так же, как при аттестации рабочих мест по условиям труда.

Исходными материалами для оценки риска являются, как правило, результаты специальной оценки условий труда и периодических

медицинских осмотров, однако для расчета индивидуального профессионального риска могут быть использованы и данные иных исследований, к примеру, дополнительной диспансеризации и производственного контроля.

Таблица 8.2 – Шкала интегральной оценки условий труда

Шкала интегральной оценки условий труда	Значение ИОУТ	Условия труда на рабочем месте
1	< 0,04	Допустимые
2	0,04 – 0,51	Вредные
3	0,52 – 1,54	Очень вредные
4	1,55 – 3,60	Неприемлемо вредные
5	3,61 – 7,50	Опасные
6	> 7,50	Высокоопасные

В последнее время оценке ПР уделяется большое внимание. В 2016 году вышло Постановление Правительства РФ N 806 (17.08.2016) «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» с «Правилами отнесения деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей и (или) используемых ими производственных объектов к определенной категории риска или определенному классу (категории) опасности».

Правила устанавливают порядок отнесения деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей к определенной категории риска или определенному классу (категории) опасности, обозначаемому как классы опасности или категории опасности. Для отдельного вида государственного контроля (надзора) применяются категории риска либо классы опасности, перечень которых включает от 3 до 6 категорий риска или от 3 до 6 классов опасности. Критерии отнесения объектов государственного контроля (надзора) к определенной категории риска или определенному классу опасности, если таковые не установлены федеральным законом, устанавливаются с учетом настоящих Правил. Категории риска или классов опасности и критерии отнесения к ним объектов государственного контроля (надзора) основываются на необходимости минимизации причинения вреда охраняемым законом ценностям при оптимальном использовании материальных, финансовых и кадровых ресурсов органа государственного контроля, а также должны учитывать тяжесть потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения юридическими лицами и

индивидуальными предпринимателями требований, установленных федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

В Приложении к Правилам приведены категории риска и классы (категории) опасности (табл. 8.3).

Таблица 8.3 – Особенности проведения плановых проверок организаций с учетом категории риска и класса опасности

Категории риска	Классы (категории) опасности	Особенности проведения плановых проверок	
		для федерального государственного контроля (надзора)	для регионального государственного контроля (надзора)
Чрезвычайно высокий риск	1 класс	плановая проверка проводится 1 раз в период, установленный положением о виде федерального государственного контроля (надзора) или положением о лицензировании конкретного вида деятельности	плановая проверка проводится 1 раз в год
Высокий риск	2 класс		плановая проверка проводится 1 раз в 2 года
Значительный риск	3 класс		плановая проверка проводится 1 раз в 3 года
Средний риск	4 класс	плановая проверка проводится не чаще 1 раза в период, установленный положением о виде федерального государственного контроля (надзора) или положением о лицензировании конкретного вида деятельности	плановая проверка проводится не чаще 1 раза в 4 года и не реже 1 раза в 5 лет
Умеренный риск	5 класс		плановая проверка проводится не чаще 1 раза в 6 лет и не реже 1 раза в 8 лет
Низкий риск	6 класс	плановые проверки не проводятся	

В документе приведен также «Перечень видов федерального государственного контроля (надзора), в отношении которых применяется риск-ориентированный подход» (27 видов) и «Перечень видов регионального государственного контроля (надзора), при организации которых риск-ориентированный подход применяется в обязательном порядке» (8 видов). Документ содержит «Типовую форму ежегодного плана проведения плановых проверок юридических лиц и индивидуальных предпринимателей» и пояснения к его составлению.

В Национальном стандарте Российской Федерации ГОСТ Р 58771-2019 «Менеджмент риска. Технологии оценки риска» (ИЕС 31010:2019, NEQ)

утвержденном и введенном в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 декабря 2019 г. № 1405-ст, содержатся рекомендации по выбору и применению различных технологий, которые могут быть использованы для оценки риска в широком спектре задач. В частности, технологии оценки риска рекомендуется использовать в тех случаях, когда:

- требуется понимание того, какие риски существуют, или углубленное понимание конкретного риска;
- при необходимости выбора, сравнения и оптимизации альтернативных решений с учетом риска;
- в рамках процесса управления рисками, для выбора оптимальных методов обработки риска.

Технологии оценки риска, описанные в настоящем стандарте, дополнены с учетом российской практики управления рисками организаций. В таблице А2 документа приводятся описание конкретных технологий оценки риска и их индикативные характеристики – более 30 методик. Приложение Б (справочное) «Описание технологий» содержит некоторые детали, которые необходимо знать и соблюдать при использовании того или иного метода оценки риска.

В «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022) в статье 218 «Профессиональные риски» говорится об **обязанности работодателя** проводить системные мероприятия по управлению профессиональными рисками на рабочих местах, связанные с выявлением опасностей, оценкой и снижением уровней профессиональных рисков. Выбор методов оценки уровней профессиональных рисков и мероприятий по их снижению утверждаются федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда.

Выбор метода оценки профессионального риска может быть сделан в соответствии с Приказом Минтруда России от 28.12.2021 N 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков». Данный документ разработан в целях оказания методической и практической помощи руководителям и специалистам по охране труда организаций, представителям профсоюзов и другим лицам, заинтересованным в создании системы управления профессиональными рисками в рамках системы

управления охраной труда. Следует, однако, помнить, что документы Минтруда нацелены в основном на оценку уровня технической безопасности и профилактику несчастных случаев и травм. Медицинские аспекты безопасности труда оценивают и направлены на сохранения всех аспектов благополучия работника. С этой точки зрения заслуживает внимания Вопросник по оценке благополучия работников Национального института безопасности и гигиены труда США NIOSH (Well BQ), в создании которого принимали также участие Департамент здравоохранения и социальных служб и Центры по контролю и профилактике заболеваний США (<https://doi.org/10.26616/NIOSH/PUB2021110revised52021>). Возможности использования вопросника заключаются в следующем:

- обеспечивает комплексную оценку благополучия работников во многих сферах, включая качество трудовой жизни отдельных лиц, обстоятельства вне работы, а также состояние физического и психического здоровья;
- позволяет измерить благополучие «работника» как целостную конструкцию, а не просто благополучие «на рабочем месте» или «связанное с работой»;
- помогает исследователям, работодателям, работникам, практикам и политикам понять благосостояние работников и разработать целевые мероприятия по его улучшению.

Вопросник включает пять областей благополучия работников – worker well-being (рис. 19), определенных NIOSH в рамках расширения Парадигмы безопасности и гигиены труда «Новые основы благополучия работника»:

- (1) оценка работы и опыт;
- (2) политика и культура на рабочем месте;
- (3) физическая среда на рабочем месте и климат безопасности;
- (4) состояние здоровья;
- (5) дом, сообщество и общество.

Вопросник предназначен для сбора данных для лучшего понимания общего благосостояния работников различных профессиональных или отраслевых секторов, на организационном уровне или среди различных демографических групп работников, а также для выявления направлений профилактики, требующих особого внимания.



Рисунок 19 – Пять сфер благополучия работника.

Его можно использовать для наблюдения за изменениями в благосостоянии работников в связи с определенными экономическими условиями, социальными тенденциями или изменением государственной или организационной политики.

Целесообразно применение вопросника для прикладных исследований при изучении последствий преднамеренных вмешательств, влияющих на благополучие работников и связанных с этим результатов, таких как производительность труда, инвалидность работников и затраты на здравоохранение на организационном или социальном уровне.

РАЗДЕЛ 9. МЕТОДОЛОГИЯ ИЗУЧЕНИЯ КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА В ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ГРУППАХ

Онкологические заболевания сопровождают человечество на протяжении всей его истории. В настоящее время они занимают второе место среди причин смерти после сердечно-сосудистой патологии, а в некоторых странах в последнее десятилетие переместились на первое место. Общеизвестны тяжесть заболевания, трудности своевременного распознавания его и успешного лечения. Помимо личной трагедии для заболевшего и его близких, рак представляет проблему для всего человечества, так как решение ее уходит корнями в выяснении таких сложных общебиологических проблем, как дифференцировка и размножение клеток, биохимические особенности тканей, генетика и молекулярная патология, адаптационные возможности целого организма.

Число ежегодно регистрируемых в России новых ЗН превышает полумиллиона. Доля ЗН, обусловленных действием производственных факторов, среди них по разным оценкам составляет 5–20%. Наиболее распространенный оценочный диапазон доли профессионального рака в формировании смертности от ЗН, принятый в странах Западной Европы и США, составляет 4–5%.

В России количество реально регистрируемых случаев профессионального рака далеко от этих расчетных показателей. По данным В.Б. Смулевича (1990 г.), впервые поднявшего вопрос о чрезвычайно низкой выявляемости профессионального рака в нашей стране, за 24 года (1963–1986 гг.) в СССР было зарегистрировано всего 160 случаев профессиональных ЗН [5]. За последующее двадцатилетие (1987–2007 гг.) в России зарегистрировано 686 случаев профессионального рака [6]. На современном этапе мониторинг профессиональной онкозаболеваемости свидетельствует о том, что в стране ежегодно регистрируется, в среднем, около 35 случаев профессионального рака, т.е. *доля регистрируемого в России профессионального рака составляет менее 0,3% минимально ожидаемого количества случаев.*

Однако, с учетом значительного числа российских работников (особенно на микро-, малых и средних предприятиях с негосударственной формой собственности), трудящихся во вредных условиях труда, онкологическая профессиональная заболеваемость должна быть, как минимум, не меньше, чем в других странах (табл. 9.1) [7].

Таблица 9.1 – Количество случаев профессионального рака, ежегодно регистрировавшихся в некоторых странах

Страна	Среднее число случаев профессионального рака, зарегистрированных ежегодно	Годы
Франция	1779*	2008–2012
Канада	395*	2006–2009
Польша	104*	1998–2011
СССР	6–7*	1963–1986
Россия	33	1987–2007
	40	2004–2009
* – рассчитано на основании приведенных авторами данных за указанные годы.		

Из анализа индивидуальных карт учета профессионального заболевания следует, что 53% случаев профессионального рака были выявлены в ходе профилактических медицинских осмотров (ПМО), 47% – при обращении в медицинские учреждения. Необходимо учитывать, что при ПМО обследованию подвергаются практически здоровые люди. Выявление и регистрация профессиональных ЗН во многом зависит от компетентности врача-гигиениста при согласовании списков работников, направляемых работодателем на медосмотр, а также врачей в области онкологической профпатологии. При составлении таких списков следует владеть исчерпывающей информацией о возможном бластомогенном действии вредных профессиональных факторах, которые могут воздействовать на работников на всех этапах технологического процесса.

9.1 Профессиональные канцерогены и рак

В настоящее время уже никем не оспаривается наличие определенной связи между ростом заболеваемости некоторыми формами рака, с одной стороны, и индустриализацией и урбанизацией, с другой. Важную роль в этом процессе играет также факт все большего проникновения в нашу жизнь различных химических веществ. Считают, что именно внешние (экзогенные) факторы прямо или косвенно влияют на возникновение многих опухолей кожи и ротовой полости, дыхательных путей, желудочно-кишечного тракта, мочевыводящих путей, гормонозависимых опухолей (молочная железа, щитовидная железа, матка), кроветворной и лимфатической систем, на которые вместе приходится около 75% всех ЗН.

Уточним, что к внешним факторам или факторам окружающей среды, играющим определенную роль в развитии рака, относят вирусные инфекции, радиацию, недостаточное или избыточное питание, репродуктивную активность, другие факторы, определяющиеся образом жизни индивидуума, а также химические вещества, влияние которых, как считают, обуславливает развитие до 90% всех опухолей, инициированных экзогенными факторами.

Понятие о *профессиональных канцерогенных факторах* возникло на основании наблюдения за случаями, так называемого, профессионального рака у человека, возникающего в результате трудовой деятельности. Еще в 18 веке (1775 год) врач Персиваль Потт описал рак кожи мошонки у английских трубочистов и указал на его связь с загрязнением кожи сажей и другими продуктами сгорания каменного угля. В конце 19 века многими исследователями было отмечено чрезвычайно частое заболевание раком мочевого пузыря работников анилинокрасочных производств в Германии и Швейцарии. В течение первой половины 20-го века число видов рака, причиной развития которых было воздействие профессиональных факторов, значительно возросло. Увеличилось и число больных профессиональным раком.

Как указывалось выше, в настоящее время по наиболее реалистичным оценкам доля умирающих от этой патологии лиц составляет 5% от общего числа людей, погибающих от ЗН в промышленно развитых странах. Однако, среди специалистов в области эпидемиологии рака, существует мнение, что около 25% случаев развития ЗН у работников химических производств могут быть связаны с профессиональными факторами, а ЗН лимфатической и кроветворной ткани обусловлены контактом с производственными вредностями в половине всех случаев.

Однако и в том случае, если доля профессионального рака не превышает 4%, в абсолютных цифрах в масштабе страны это составляет огромное число человеческих жизней, которые, в принципе, могут быть спасены, поскольку профессиональные причины являются наиболее легко устранимыми из всего многообразия факторов, приводящих к развитию ЗН.

В 1971 году в Женеве состоялось заседание Комитета экспертов ВОЗ, посвященное раку профессионального генеза (РПГ). На этом заседании рассматривались отдельные вопросы методологии изучения РПГ, законодательства, санитарного просвещения, общее состояние проблемы. Здесь было предложено определение понятия «канцероген» («канцерогенный агент»):

– Канцерогеном (физическим, химическим или вирусным) называют агент, способный вызвать или ускорить новообразование независимо от механизма или механизмов его действия или степени специфичности эффекта.

– Канцероген – это агент, который в силу физических или химических свойств может вызвать необратимые изменения или повреждения в тех частях генетического аппарата, которые осуществляют гомеостатический контроль над соматическими клетками.

– Профессиональный канцероген – фактор, который вызывает опухоли у мужчин или женщин в результате их профессии.

Особенности течения канцерогенного процесса, с которыми мы познакомимся далее, предопределяет трудности постановки диагноза «профессиональный рак». Можно смело предположить, что подавляющее большинство случаев РПГ в стране остаются неучтенными, что снижает эффективность социальных и медико-профилактических мероприятий, направленных на улучшение качества и продолжительность жизни этих больных.

Какими трудностями, связанными с особенностями патогенеза профессионального рака, обусловлена такая ситуация?

Коротко рассмотрим механизмы канцерогенеза.

В общем упрощенном виде этот процесс может быть представлен следующим образом – канцерогенный фактор, воздействуя на биохимические механизмы регуляции, прямо или косвенно (т.е. через продукты метаболизма) превращает нормальные клетки в злокачественные. Возможно также, что уже существующие «дремлющие» раковые клетки активизируются и возникает опухоль. Итак, **канцерогенез – это многоступенчатый процесс накопления изменений в геноме клеток, приводящий к появлению «асоциальных клеток», характеризующихся морфологическим, функциональным, биохимическим атипизмом, автономным ростом, «ускользанием» клеток от гуморальных и нервных влияний** [8]. В процессе канцерогенеза выделяют три стадии: инициации, промоции и прогрессии (рис. 20).

Отметим наиболее существенные черты канцерогенного процесса, которые часто затрудняют своевременную постановку диагноза рака и имеют значение в процессе оценки риска:

– наличие длительного латентного периода, т.е. времени между 1-м воздействием канцерогена и возникновением опухоли (обычно составляет 1/5–1/7 жизни индивидуума);

– существование зависимости «доза-эффект» – чем больше доза канцерогена, тем выше риск развития опухоли (сокращение латентного периода, большая частота заболевших в группе);

– действие различных канцерогенов суммируется или даже потенцируется (*синканцерогенное* действие) или напротив действие одного канцерогена тормозится при одновременном действии другого (*антагонизм*);

– различные не канцерогенные вещества могут во много раз усиливать действие канцерогенов (выполняют роль промотора, т.е. вызывают пролиферацию инициированных клеток), оказывают *коканцерогенное*

действие. Наиболее известным коканцерогеном является кротоновое масло, которое резко усиливает выход опухолей после предварительной обработки кожи экспериментальных животных не бластомогенной дозой канцерогена, но само по себе образование опухолей не вызывает;

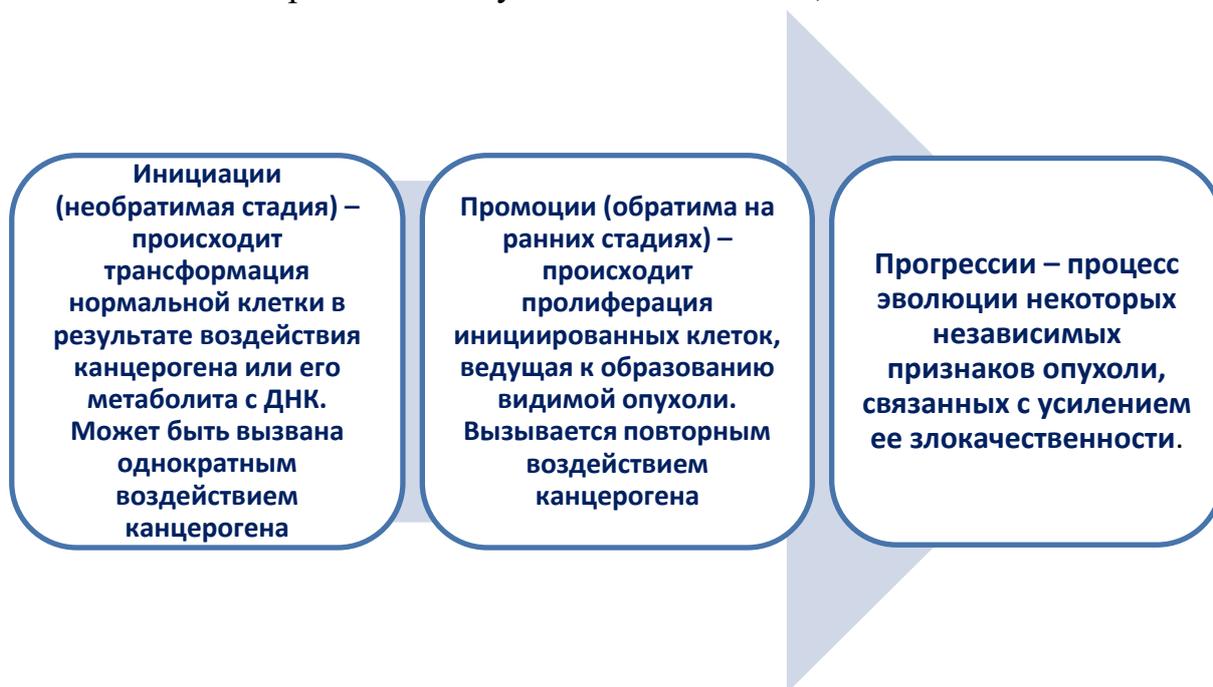


Рисунок 20 – Стадии канцерогенеза.

– выделяют группу «модифицирующих факторов», присутствие которых влияет на действие канцерогена – усиливают или ослабляют, меняют направленность действия. Модифицирующие факторы способны влиять как на степень выраженности эффекта, вызванного канцерогенным агентом; так и на его качественное проявление. Изучение влияния модифицирующих факторов является весьма важным в связи с тем, что многие из них находятся в окружающей человека среде, а также являются составляющими диеты, и оказывают влияние непосредственно на человеческий организм. Некоторые из модифицирующих факторов действуют как коканцерогены, усиливая влияние истинных канцерогенов, тогда как другие тормозят процесс возникновения и развития рака, играя роль антиканцерогенных агентов.

– при действии канцерогенов характерно последовательное развитие изменений: хроническое заболевание, предраковые изменения и рак как последнее звено нарушений;

– неодинаковая активность разных канцерогенов, существование, так называемых, «сильных» и «слабых» канцерогенов, т.е. при одинаковой дозе различные по активности канцерогены оказывают и различное по степени выраженности действие;

– избирательность поражения, свойственная многим канцерогенам, которая лежит в основе термина «орган-мишень», т.е. орган, в котором наиболее вероятно развитие опухоли под действием конкретного канцерогенного агента. Например, для бензидина – это мочевой пузырь, бенз(а)пирена – кожа, винилхлорида – печень, асбеста – плевра, ионизирующей радиации – костная ткань и т.д.

По характеру действия канцерогены можно разделить на 3 группы: *местного, отдаленного или множественного (смешенного) действия.*

Яркими представителями первой группы являются некоторые виды излучений, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ – бенз(а)пирен, 7,12-диметилбензантрацен, 1,2,5,6-дибезантрацен и др.). При нанесении этих веществ на кожу возникают папилломы, а затем рак, при п/к введении – саркомы, при распространении по организму на путях выделения: через легкие – аденомы легких, с мочой – новообразования почек и лоханки, сальными железами – аденоматозные опухоли кожи, с молоком – рак молочной железы. Причем во всех этих случаях действует сами введенное вещество, а не его метаболит, поскольку образовавшиеся продукты метаболизма в данном случае менее канцерогенны, чем исходные вещества, т.е. в результате превращений в организме происходит ослабление активности канцерогена.

По-другому обстоят дела с канцерогенами второй группы, характерными представителями которой являются некоторые амины и аминокислоты. Так, установлено, что аминокислота, независимо от пути введения, вызывает у экспериментальных животных опухоли печени. Это, по-видимому, связано с тем, что печень является единственным органом, способным превращать данное вещество в его активное в бластомогенном отношении производное. То же относится к β -нафтиламину, вызывающему в условиях профессионального воздействия у людей и в опытах на животных опухоли мочевого пузыря, независимо от пути введения. Причем при введении его непосредственно в мочевой пузырь экспериментального животного не приводило к развитию опухоли. В обоих этих случаях действующим канцерогенным агентом является не первично введенное вещество, а его метаболит. В отношении β -нафтиламина такие метаболиты установлены – это 2-амино-1-нафтон и 2-нафтилоксиамин.

Менее выясненным является механизм бластомогенного действия веществ «смешенного» действия, которые могут вызывать развитие опухолей как непосредственно на месте введения, так и в ряде отдаленных органах и тканях за счет действия метаболитов. Это относится к бензидину и его производным, к ряду других бластомогенных веществ.

Химические канцерогены, в свою очередь, подразделяют на «прямые», т.е. не требующие метаболической активации на ткани и «непрямые» или «проканцерогены». Промежуточные продукты, возникающие в начале преобразования проканцерогена в организме, обозначаются как «проксимальные» метаболиты, а те, что непосредственно реагируют с макромолекулами клеток, называются «конечными», «прямыми» или «непосредственными» канцерогенами.

Большинство известных в настоящее время химических канцерогенов (ХК) являются проканцерогенами и становятся канцерогенными уже в организме. Эти последние в той или иной форме связываются нуклеиновыми кислотами и белками клеток и приводят к их малигнизации.

При метаболизме ХК может наблюдаться не только активация, но и детоксикация, деградация, ведущая к утрате канцерогенных свойств.

Активные канцерогены или «конечные» канцерогены, взаимодействуя с молекулой ДНК, кроме изменений, приводящих к появлению раковых соматических клеток, параллельно вызывают образование мутаций в половых клетках и, таким образом, представляют мутагенную опасность для человека. Этот эффект может вызвать негативные последствия в потомстве, что проявляется учащением спонтанных абортов, мертворождений, увеличением числа детей с врожденными пороками развития, увеличением онкологической заболеваемости среди родившихся детей, родители которых подвергались воздействию канцерогенных факторов.

Говоря о профессиональном раке, нужно помнить о ряде особенностей этого профессионального заболевания:

- неотличимость в биологическом и клиническом отношении ЗН, вызванных воздействием канцерогенов на производстве, от опухолей, возникших под влиянием других причин. Этиология большинства ЗН носит многофакторный характер. Профессиональная экспозиция к канцерогенам и некоторые факторы образа жизни (курение, злоупотребление алкоголем, особенности питания) часто действуют синергически, многократно увеличивая канцерогенный риск;

- длительный латентный период – в среднем 15–18 лет, что осложняет установление связи ЗН с профессией, особенно у лиц, уволившихся из канцерогеноопасных производств;

- наличие дозоответной связи между уровнем воздействия и/или его длительностью и вероятностью возникновения ЗН, что проявляется в различной частоте случаев ЗН в профессиональных группах с различным уровнем воздействия канцерогенных факторов;

– неоднородность популяции, в том числе и профессиональных групп, в отношении чувствительности к канцерогенному воздействию (возрастные, половые, генетические, состояние здоровья, особенности образа жизни).

Это вызывает необходимость идентификации канцерогенной опасности с применением эпидемиологических методов, позволяющих выявить отличия в распространенности конкретного вида рака в профессиональных группах подвергающихся или не подвергающихся канцерогенному риску, или в группах с различным уровнем действия канцерогенного фактора.

Итак, профессиональный рак возникает при контакте работника с канцерогенными факторами, которые могут иметь как физическую, так химическую и биологическую природу.

9.1.1 Физические канцерогенные факторы

Физические канцерогенные факторы или лучевые агенты – это все виды радиоактивных (ионизирующих) излучений (α , β и γ), ультрафиолетовое облучение (УФО), электромагнитные неионизирующие излучения низкой частоты.

К профессиональным источникам ионизирующих излучений относятся атомные реакторы различного назначения, радиоактивные вещества в открытом и закрытом виде, электронно-физические установки (ускорители заряженных частиц, рентгеновские установки), которые используются для получения энергии, для питания различных приборов, стерилизации различных материалов, дефектоскопия и т.д. в различных отраслях промышленности и медицине, а также с научно-исследовательскими целями.

Ионизирующее облучение. Открытие *рентгеновских лучей* произошло в 1895 году, а уже через 7 лет был описан первый случай «рентгеновского рака» у человека. Это был рентгенотехник, который проверял рентгеновские снимки, помещая под пучок лучей собственную руку. В результате на коже руки после тяжелого дерматита с изъязвлениями возник рак. Многие пионеры рентгенологии и радиологии, как врачи, так и техники погибли от профессионального рака кожи, который начинался чаще всего на пальцах рук. Лучевой рак кожи возникает на почве хронического рентгенодерматита, средний латентный период которого равен 26 годам. Длительность его зависит от дозы облучения и увеличивается с ее уменьшением. Рентгеновские излучения могут быть причиной лейкозов. Так, у врачей-рентгенологов риск смертности от лейкозов значительно выше, чем среди врачей других специальностей, притом, что профессиональный рак кожи в настоящее время, благодаря четко разработанным мерам профилактики, у них практически исчез.

Дочерние продукты распада радона, содержащимися в воздухе шахт, являются источником естественного облучения легких шахтеров, занятых добычей урана, плавикового шпата и других минералов. Отмечено увеличение частоты рака кожи, главным образом базально-клеточных карцином лица, у шахтеров урановых рудников.

Рак легких наблюдали также у работников радиевых лабораторий. Попадая в организм, радиоактивные вещества становятся причиной остеогенных сарком. Так, у красильщиц циферблатов (профессиональная популяция США, имевшая непосредственный контакт с радийсодержащими красителями) при дозе больше 10 Гр возникали остеосаркомы, происходившие из скелета.

Вопросы зависимости состояния здоровья от профессионального радиоактивного облучения остаются актуальными для целого ряда производственных процессов, в первую очередь связанных с производством полония и другими отраслями военно-промышленного комплекса и ядерной промышленности.

Ультрафиолетовое облучение может быть причиной рака кожи у людей, профессия которых связана с длительным пребыванием на открытом воздухе под лучами солнца – моряки, рыбаки, сельскохозяйственные рабочие и т.д. Появлению рака у них предшествуют иногда определенные изменения кожи, выражающиеся в своеобразном ее огрубении, что в старой литературе обозначалось термином «кожа моряка».

С канцерогенностью УФО связывают возникновение многих доброкачественных и злокачественных опухолей человека. Наиболее аргументировано представление о причастности УФО к индукции плоскоклеточной карциномы, базальной карциномы эпидермиса, а также саркомы, которая встречается редко. В последнее время большую озабоченность вызывает рост частоты заболеваний меланомы кожи. Уровень этой патологии в последние 20 лет увеличивается на несколько процентов ежегодно. Проводятся исследования с целью выявления роли УФО как этиологического фактора этого заболевания.

Накоплен большой фактический материал, который свидетельствует о том, что избыточное УФО кожи – важнейшая причина появления опухолей кожи человека. Он базируется на следующих группах наблюдений:

– В наибольшей степени заболеванию подвержены лица со светлой кожей, в которой имеется мало защитного пигмента; альбиносы негроидной и других рас с темной кожей часто страдают раковыми заболеваниями.

– Риск заболевания для лиц со светлой кожей повышен при проживании в районах низких широт, где уровень солнечной УФ-радиации повышен.

– Лица, работающие на открытом воздухе, страдают заболеваниями чаще тех, кто работает в закрытых помещениях.

– Опухоли чаще обнаруживаются на открытых участках кожи, которые подвергаются УФО в естественных условиях.

– В эксперименте на животных канцерогенез в коже индуцируется облучением искусственных УФ-излучений (УФИ).

В зависимости от биологической активности УФИ разделяются на три области:

- УФ-А – 400–320 нм (длинноволновое, ближнее УФИ);
- УФ-В – 320–280 нм (средневолновое УФИ, загарная радиация);
- УФ-С – 280–200 нм (коротковолновое, далекое УФИ, бактерицидная радиация).

Волны менее 200 нм не оказывают существенного биологического действия, т.к. поглощаются в атмосферном воздухе.

Экспериментами показано, что **спектр канцерогенного действия занимает интервал длин волн 285–320 нм (УФ-В)**. Опухоли кожи можно наблюдать и при более коротковолновом излучении, но при гораздо более высокой кумулятивной дозе. Так, при 254 нм такая доза примерно на порядок выше, чем при 300 нм. Установлено также, что излучение области УФ-А в высоких дозах (в 100–1000 раз выше доз в области УФ-В) также оказывает канцерогенное действие.

В последнее время появляются сообщения о канцерогенной опасности **неионизирующих электромагнитных излучений**. Это показано некоторыми экспериментами на животных. Есть данные, свидетельствующие о повышенном риске развития лейкозов и опухолей мозга у лиц, подвергающихся интенсивному профессиональному и не профессиональному воздействию ЭМИ (работники электрораспределительных станций, лица, проживающие вблизи мощных линий электропередач). Магнитные поля диапазона 30–300 Гц относятся к потенциальным канцерогенам (*группа 2В*) по классификации Международного агентства по изучению рака (МАИР). Однако не все ученые разделяют эту точку зрения. Во многих исследованиях, посвященных этой проблеме, получены результаты, не подтверждающие канцерогенный эффект воздействия ЭМИ. Проблема возможной канцерогенной опасности ЭМИ находится под пристальным вниманием Всемирной организации здравоохранения и, по-видимому, в ближайшее время появится большая ясность в этом вопросе.

9.1.2 Химические канцерогены

Широкое использование химических веществ в различных отраслях промышленности создает значительную угрозу повышения риска развития ЗН, так как многие соединения в той или иной степени обладают канцерогенными свойствами. Среди них следует отметить *группу полициклических ароматических углеводородов*, которая включает целый ряд канцерогенных веществ. Бенз(а)пирен – повсеместно распространенное вещество – является своеобразным маркером этой группы. ПАУ могут встречаться в продуктах природного происхождения, например в сырой нефти. Однако в основном все ПАУ – продукты искусственного происхождения, образующиеся при термической обработке или неполном сгорании различных горючих ископаемых – каменного угля, сланцев, нефти, древесины, газа. Соответственно, профессиональный контакт работников с ПАУ возможен в тех отраслях и на тех участках, где образуются или применяются продукты их содержащие: угле-, газо- и нефтеперерабатывающая промышленность, машиностроение, полиграфическая промышленность, дорожное строительство, металлургическая промышленность и т.д. Высокая частота рака мочевого пузыря, почки и легкого у рабочих, занятых в производственном процессе коксования угля и в алюминиевой промышленности, также обусловлена контактом с ПАУ.

При выполнении работ, которые связаны с загрязнением ПАУ кожных покровов и одежды, у работников может возникать рак кожи с локализацией в области лица, шеи, половых органов. Выявления такой редкой опухоли, как рак мошонки, прямо указывает на профессиональный характер заболевания.

Еще одним достаточно обширным классом химических канцерогенов являются *ароматические амины*. В конце 19 века у рабочих, занятых получением некоторых красителей, были выявлены случаи рака мочевого пузыря. Тогда считали, что причиной заболевания является анилин, и рак получил название «анилинового». Исследования показали, что опухоли вызываются не анилином, а другими ароматическими аминами: бензидином, 4-аминодефинилом, β -нафтиламином. Последний может содержаться в каменноугольном дегте и смоле газовых заводов. Присутствие его в воздухе перегонных цехов этих заводов может значительно увеличить смертность рабочих от рака мочевого пузыря. Повышенный канцерогенный риск для работников резиновой промышленности, скорее всего, связан с использованием на этом производстве 2-нафтиламина.

Известно канцерогенное действие ряда металлов: хрома, никеля, бериллия, мышьяка. *Хром и его соединения* применяются во многих отраслях промышленности – сталелитейной, машиностроительной,

горнорудной, стекольной, химической, при производстве органических красителей и др. Работающие на этих производствах подвергаются повышенному риску заболевания раком органов дыхания, который у них в 10 раз более высокий, чем среди населения.

Несомненной является связь между раком придаточных полостей носа и воздействием **никеля** и его соединений в условиях производства. У работающих на заводах получения никеля этот вид рака встречался в десятки раз чаще, чем среди населения. Повышена в этой профессиональной группе и смертность от рака легкого. Необходимо отметить, что канцерогенная опасность литейного производства не ограничивается воздействием ПАУ. Литейщики также подвержены воздействию паров хрома, никеля, формальдегида, а также кремниевой пыли (последние также являются канцерогенами I-го класса по классификации МАИР).

У рабочих, занятых извлечением **бериллия** из руд и при его использовании, также выявляются случаи рака легкого на фоне бериллиоза.

Кадмий был открыт в начале 1800-х годов, использование кадмия и различных солей кадмия в промышленности началось в конце 19-го столетия. Большая часть кадмия – побочный продукт при плавлении руд цинка, свинца или меди, его используют для изготовления батареек. Канцерогенное действие кадмия сначала было обнаружено на животных и только впоследствии на людях. Кадмий и его соединения были классифицированы МАИР как канцерогенные вещества для человека на основании эпидемиологических исследований, в которых установлена связь воздействия кадмия с раком легкого и, возможно, раком предстательной железы. Канцерогенность кадмия подтверждена в экспериментальных исследованиях, в которых обнаружено, что кадмий вызывает опухоли множественной локализации при различных путях воздействия на некоторые виды и породы животных. Эпидемиологические исследования, опубликованные с момента оценок его канцерогенности, заставляют предположить, что воздействие кадмия также взаимосвязано с раковыми новообразованиями грудных желез, почек, поджелудочной железы и мочевого пузыря.

Длительный контакт с **соединениями мышьяка** как в условиях различных производств (химические предприятия, шахты, плавильные заводы), так и при применении мышьяксодержащих ядохимикатов в сельском хозяйстве может привести к развитию рака различных органов. Опухоли органов дыхания у рабочих при контакте с соединениями мышьяка выявляется в 2 и более раз чаще, а кожи – в 10 раз чаще, чем в контрольной группе.

Широкое применение в промышленности строительных материалов, технических текстильных изделий, в качестве термостойкого материала для тормозных колодок и муфт сцепления автомобиля, как прокладочный материал в химической и нефтяной промышленности находит *асбест*. Асбест – наименование ряда веществ, относящихся к двум группам минералов класса силикатов – амфиболам и серпентинам. К амфиболам относятся такие разновидности асбеста, как крокидолит, амозит, антофиллит и др.; к серпентинам – хризотилы (рис. 21). Разные виды асбестов обладают отличными друг от друга физико-химическими свойствами и разным строением. Так, серпентины – кремнеземно-бруситовые пластины скрученного в полые трубочки листового силиката; волокна амфиболов состоят из цепочек кремнеземных тетраэдров, в них полая сердцевина отсутствует. Эти различия сказываются на биологической активности асбестов.



Рисунок 21 – Разновидности асбеста.

Асбестообусловленные заболевания (АОЗ), к которым относятся асбестоз, пылевой бронхит, рак легких, мезотелиома плевры и брюшины возникали у работающих в результате длительного воздействия высоких концентраций асбеста. Асбестоз, как и силикоз, может развиваться через много лет после прекращения контакта с асбестом. Признаком высокой экспозиции асбеста считается сочетание фиброза легких с плевральными изменениями в форме двусторонних утолщений, бляшек и кальцификации плевры.

Наибольшей канцерогенной активностью обладает амфиболовые асбесты, поэтому их использование повсеместно запрещено.

Биологическая активность хризотилового асбеста в 10–100 раз меньше, чем у амфиболов, однако в 1999 г. комиссия Европейского сообщества

приняла Директиву 1999(77) ЕС, запрещающую использование хризотилового асбеста, с некоторыми исключениями и мерами на 5-летний переходный период (запрет введен с 1 января 2005 г.). В России считается, что нет достаточных медико-биологических данных для этого решения. Последнее подтверждено официальной позицией Российской Федерации, ибо Государственная Дума ратифицировала в 2000 г. Международную конвенцию № 162, разработанную Международной организацией труда (МОТ) в 1986 г. и одобренную ВОЗ. Главное содержание этой конвенции – применение асбеста должно быть контролируемым. Оно обеспечивается нормированием и контролем за содержанием пыли асбеста в воздухе производственной зоны и медицинским наблюдением за состоянием здоровья работающих (СанПиН 2.2.3.2887-11 «Гигиенические требования при производстве и использовании хризотила и хризотилсодержащих материалов»).

Установлено, что асбест может быть причиной двух типов злокачественных опухолей – бронхогенного рака и мезотелиомы плевры и брюшины. Первый из них, несомненно, связан с массивным отложением асбеста в легких – с асбестозом. Мезотелиома может быть вызвана и небольшими количествами асбеста и встречается не только у работников промышленности, добывающей и перерабатывающей асбест, но и среди населения прилегающих районов.

Значительную долю в промышленности полимерных материалов, составляют производства пластмасс на основе *винилхлорида* (ВХ). В 70-е годы 20 столетия было замечено, что среди работников данных производств наблюдаются случаи редкой опухоли – ангиосаркомы печени. Многочисленными исследованиями было установлено, что в этой профессиональной группе смертность от опухолей печени наблюдается в 300–600 раз чаще, чем среди остального населения. Более часто развиваются у них и ЗН мозга, легких, пищеварительной системы, лимфатической и кроветворной ткани. Канцерогенность ВХ была подтверждена многочисленными экспериментальными исследованиями на разных видах животных. Проведенные в 80-е годы 20 столетия эпидемиологические исследования на производствах ВХ и поливинилхлорида в нашей стране также выявили повышенный риск развития у работников рака мозга, ЗН лимфатической и кроветворной тканей. ВХ, как, несомненно, канцерогенный для человека агент, был включен в *1-ую группу* по классификации МАИР.

И это, конечно, далеко не все канцерогенные вещества, которые могут встречаться на различных стадиях и участках в промышленности и даже в сфере обслуживания (медицина, например). В Приложении 3 приведен

перечень веществ, продуктов, производственных процессов, канцерогенных для человека, и локализации ЗН, с которыми связывают их воздействие

9.1.3 Классификация и особенности регламентирования канцерогенов

Проблеме снижения канцерогенного риска в различных группах населения уделяется значительное внимание во всех странах мира. По решению ВОЗ в 1969 году было создано Международное агентство по изучению рака, в которое входят эксперты из многих стран мира, в том числе из нашей страны. С 1972 года МАИР публикуются монографии по отдельным факторам или группе канцерогенных агентов, в которых суммируются все сведения, касающиеся исследований их канцерогенной активности, и дается заключение экспертов об опасности этих веществ для человека и животных. Монографии МАИР признаны в качестве наиболее авторитетного источника информации по канцерогенам окружающей, в том числе производственной, среды. Наиболее употребительна и классификация канцерогенных факторов, предложенная МАИР:

- *Первая группа* включает факторы и производственные процессы с достоверно установленной канцерогенной опасностью (в том числе при эпидемиологических исследованиях) (120 агентов на 2020 г.).

- *Во вторую группу* отнесены факторы и производства возможно канцерогенные для человека, доказанность канцерогенной опасности не достаточна (нельзя исключить возможность случайности или действия дополнительных факторов). Эта категория разделена на две подгруппы с более высокой (2А – 83 агентов) и более низкой (2В – 314 агента) степенью доказанности.

- *В третью группу* отнесены факторы и производственные процессы, которые не могут быть классифицированы с т.з. их канцерогенности для человека, поскольку результаты исследований противоречивы или признаны неадекватными (500 агентов).

- *К четвертой группе* отнесены факторы, воздействие которых вероятно не канцерогенно для человека (есть доказательства отсутствия канцерогенности для человека и животных) (таковые отсутствуют в 2020 году).

В нашей стране в 1957 году была создана Комиссия по канцерогенным факторам и мерам профилактики при Государственной санитарной инспекции Минздрава СССР, которая чуть позднее была переименована в Комитет. Эта организация проводила экспертную работу по запросам Министерства здравоохранения и других ведомств по оценке канцерогенной

опасности различных агентов, координировал научные исследования по изучению канцерогенов [9].

В настоящее время эту деятельность продолжает «Комиссия по канцерогенным факторам». В работе Комиссии можно выделить три наиболее важных направления: нормотворческое, профилактика профессионального рака, а также информационная поддержка специалистов.

Разработке нормативно-правовых и методических документов Комиссия уделяла особое внимание. По инициативе Комиссии разработаны многие нормативно-правовые и методические документы федерального уровня, определяющих канцерогенную опасность химических, физических, биологических факторов и производственных процессов для человека, а также основные профилактические мероприятия. Эти документы формировали и продолжают формировать отечественную нормативную базу первичной профилактики рака». Перечень документов, разработанных Комиссией, представлен в таблице 9.2.

Важным звеном в комплекс профилактических мероприятий является регламентация канцерогенов в производственной среде. В отношении канцерогенных агентов эта проблема оказалась весьма непростой. В некоторых странах предельно допустимые концентрации для канцерогенных веществ не устанавливаются и в перечнях ПДК указывается только группа, к которой они отнесены по имеющимся данным об опасности для человека. Это связано с научно доказанным для некоторых канцерогенных агентов фактом достаточности однократного действия, чтобы вызвать необратимые изменения в клетке, которые в последствии приведут к развитию опухоли. Тем не менее, в нашей стране разработаны ПДК для ряда веществ с учетом их канцерогенного действия (бенз(а)пирен, ВХ, бензол, хром и др.) на основании зависимости «доза-эффект», в существовании которой никто не сомневается. Норматив принимается с таким расчетом, что время возможного появления опухоли как бы отодвигается за пределы продолжительности жизни человека.

В настоящее время базовым документом в области профилактики профессионального рака в нашей стране является СанПиН 1.2.2353-08 «Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности» (с дополнениями и изменениями). В нем перечислены канцерогенные факторы:

- Вещества, их смеси, продукты и их комбинации (118 соединений)
- Производственные процессы (18)
- Физические факторы (7)
- Биологические факторы (10)

- Факторы образа жизни (4)
- Изложены мероприятия по профилактике канцерогенной опасности на производстве
- Приведены канцерогены, производство которых запрещено (6)

Таблица 9.2 – Нормативно-правовые документы Российской Федерации в области первичной профилактики рака (ППР), разработанные Комиссией по канцерогенным факторам в 1990–2017 гг.

№	Документ	№ документа	Год введения в действие
1	Перечень веществ, продуктов, производственных процессов и бытовых факторов, канцерогенных для человека	№ 6054-91 от 19.11.91 (Минздрав СССР)	1991
2	Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека	ГН* 1.1.029-95	1995
3	Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека	ГН 1.1.725-98	1998
4	Дополнения и изменения №1 к ГН 1.1.725-98	ГН 1.2.1841-04	2004
5	Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности	СанПиН 1.2.2353-08	2008
6	Дополнения и изменения 1 к СанПиН 1.2.2353-08	СанПиН 1.2.2834-11	2011
7	Изменения в СанПиН 1.2.2353-08	Постановление Главного государственного санитарного врача РФ № 87 от 22.12.2014 г.	2015
8	Проект СанПиН-2018 «Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности»	Проект представлен в Роспотребнадзор в ноябре 2017 г.	
Примечание: * ГН – гигиенические нормативы.			

В Приложении приводятся ПДК соединений и продуктов, включенных в документ, в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе, воде, продуктах питания

В соответствии с действующим в нашей стране законодательством применение химических веществ без оценки их опасности не допустимо. Каждое вновь синтезированное вещество или недостаточно изученное подлежит исследованию, в том числе и на возможную его канцерогенную

активность. Результаты таких исследований в ряде случаев могут быть использованы для обоснования изъятия канцерогенов из производства или для принятия соответствующих мер безопасности. В различные годы в нашей стране было запрещено использование в промышленности β -нафтиламина, 3,3-диоксибензидина, 3,3-дихлорбензидина, ортоаминоазотолуола и др.

Все большего числа сторонников находит концепция определения такой дозы или концентрации канцерогена, при воздействии которой риск развития ЗН не превысил бы допустимого уровня. Таким «*допустимым риском*» для профессионального воздействия канцерогена считается 1 дополнительный к фоновому уровню онкологической заболеваемости случай рака на 1000 работающих в контакте с этим агентом лиц с учетом максимального рабочего стажа. Эта концепция детально разработана Агентством по охране окружающей среды США, принята во многих странах и адаптируется к использованию в нашей стране (о ней подробно рассказано в разделе 3 и 6.1.1 настоящего пособия).

Достоинством этого метода является возможность рассчитать индивидуальный и популяционный риск для рабочих в реальных условиях воздействия канцерогена и определить приоритетные профилактические мероприятия, вплоть до трудоустройства лиц с опасным уровнем индивидуального канцерогенного риска на рабочих местах, исключаящих контакт с канцерогеном, проведения активных медицинских мероприятий, направленных на повышение резистентности организма и т.п.

9.2 Особенности изучения распространенности злокачественных новообразований профессионального происхождения

Оценка опасности возможных канцерогенных влияний на обширные контингенты работающих в современном индустриальном обществе являются весьма актуальной проблемой, особенно в связи с широким распространением химических веществ, внедрением в производство канцерогенных физических агентов.

Известный онколог, академик Л.М. Шабад писал: «Профессиональным раком следует считать лишь те заболевания, которые непосредственно связаны с производственной деятельностью» [10]. Таким образом, термин «профессиональный рак» применим к заболеваниям человека раком, связанным с длительным воздействием определенной производственной вредности, которой эти люди подвергаются вследствие своей профессии. Четкое определение заболевания как профессионально обусловленного всегда связано с серьезными выводами социального характера.

Эксперимент на животных неадекватен контакту человека с канцерогенным агентом в условиях производства, однако доказательство канцерогенности какого-либо агента в эксперименте безусловно должно настораживать. Наличие в производственной среде фактора, который по надежным экспериментальным данным или по химической структурной аналогии вещества может рассматриваться как канцерогенный, является одной из наиболее важных предпосылок к планированию эпидемиологического исследования. По поводу этого еще один известный онколог Чаклин А.В. сказал, что «таким образом, мы имеем дело со своего рода экспериментом, который ставит сама жизнь в так называемых человеческих лабораториях» [11].

Для того, чтобы признать какую-либо форму рака профессиональным заболеванием, необходимо доказать статистически, а также соответствующими наблюдениями, что данная опухоль встречается достоверно чаще у лиц данной профессии, чем среди остального населения.

Профессиональный характер опухолевого заболевания становится особенно ясным, если данная форма опухоли в общей популяции встречается редко. Так, например, связь мезотелиомы плевры с бластомогенным действием асбеста или злокачественной эндотелиомы или гемангиосаркомы печени с винилхлоридом потому бросилась в глаза, что эти новообразования среди населения встречаются чрезвычайно редко. Гораздо труднее установить профессиональный характер часто встречающихся опухолей, например рака легких или рака желудка. В этих случаях, даже если известно, что в производственной среде присутствует канцерогенный агент, необходимо показать, что данная форма рака наблюдается у лиц этой профессии достоверно чаще или возникает в более раннем возрасте, чем в контрольных группах. Подтверждением развития опухоли вследствие воздействия профессиональных факторов является связь частоты новообразований с длительностью контакта (экспозицией) заболевших и с величиной общей дозы канцерогенной вредности в условиях производства. Этот факт является отражением общей закономерности действия вредных факторов – «доза-время-эффект».

Общей чертой всех профессиональных опухолей является то, что они появляются не сразу, а после скрытого (латентного) периода, длительность которого связана с дозой воздействия, и как последнее звено длинной цепи изменений, начиная с нарушений в системах, поддерживающих равновесие в состоянии организма, предопухолевых и предраковых заболеваний. Так, бронхогенный рак легких часто развиваются у лиц, подвергающихся массивному воздействию различных видов пыли на фоне профессиональных

заболеваний легких – пылевых бронхитов: антракозов, асбестозов, бериллиозов и т.д. Рак кожи при воздействии рентгеновских лучей возникает на фоне тяжелого хронического дерматита, злокачественные опухоли мочевого пузыря развиваются из папиллом. Следует также подчеркнуть факт, что при злоупотреблении алкоголем и, особенно, курением, риск развития злокачественных опухолей у лиц, работающих на канцерогенно опасных производствах, значительно возрастает.

Сложность и не однозначность процесса канцерогенеза, многообразие этиологических факторов и недостаточная изученность механизмов патогенеза определяет и трудности ранней диагностики, профилактики и лечения этого заболевания.

9.2.1 Методология изучения профессионального рака

Для того, чтобы выявленные ЗН у работников того или иного производства были признаны профессиональными, необходимо показать эпидемиологическими методами, что данная форма рака у лиц этой профессии наблюдается достоверно чаще, чем в контрольных группах [12].

Нужно отметить, что ни одно ЗН, чаще всего связанное с канцерогенным воздействием, обусловленным профессией, не несет каких-либо специфических черт, позволяющих клинически или морфологически дифференцировать его от соответствующей опухоли, в происхождении которой профессиональный контакт отсутствует. Даже такие профессиональные опухоли необычной локализации, как рак носа (у работников никелевого производства) или мезотелиома плевры (у контактирующих с асбестом), имеют своих «двойников» в населении, не связанном со специфическим профессиональным воздействием. Соответственно, ни один случай подобного новообразования у рабочего не может с абсолютной уверенностью рассматриваться как связанный с профессией.

Важнейшей особенностью эпидемиологии опухолей в производственных коллективах является относительная **малочисленность производственных групп**. Даже число работающих на крупных предприятиях всегда недостаточно для того, чтобы получить достоверные результаты при анализе онкологической заболеваемости или смертности (даже при повышенном канцерогенном риске) от какой-либо редкой опухоли в течение одного года или короткого периода. Для тех же опухолей, которые встречаются чаще (рак желудка, рак легких и др.), сказанное отнюдь не теряет значения, поскольку и в населении распространение этих новообразований более высокое.

В связи с этим для получения достоверных показателей необходимо применение различных методических приемов: исчисление показателей заболеваемости и смертности на суммарном материале, полученном за ряд лет по отношению к суммарной численности изучаемого профессионального контингента за тот же период; расчет показателей с помощью методики «человеко-лет наблюдения» или «человеко-лет риска» и др.

В некоторых случаях в эпидемиологическом исследовании можно использовать данные нескольких однотипных предприятий, расположенных иногда в разных регионах. Последнее обстоятельство само по себе создает дополнительные трудности в виде региональных различий в уровнях онкологической заболеваемости и смертности населения.

Однако и «местный контроль» не лишен, существенных недостатков. Так, на показателях онкологической заболеваемости (смертности) населения относительно небольшого города может существенно отразиться наличие других предприятий с не менее, а то и более выраженной канцерогенной опасностью. В такой ситуации необходимо исключить из разработки все случаи, связанные с работой не только на изучаемом, но и на этих предприятиях, а это значительно увеличивает трудоемкость сбора материала.

Другая трудность возникает в тех случаях, когда изучаемое производство является практически единственным градообразующим фактором (населенные пункты типа «город-завод») и население, не работающее на этом предприятии, заведомо отличается от работающего контингента по своей социальной и возрастной структуре и нередко еще малочисленнее, чем этот контингент. В таком случае в качестве контроля (для сопоставления уровней заболеваемости) целесообразнее использовать данные другого населенного пункта, области, города или общенациональные данные.

Поскольку возрастная структура контингентов работающих обычно значительно отличается от возрастной структуры всего населения, особого внимания заслуживает корректный подбор метода для сравнения показателей.

Недостаточная численность изучаемого контингента, компенсируется за счет увеличения периода наблюдения. Его продолжительность, необходимая для обоснования надежных выводов, должна определяться с учетом данных предварительного анализа материалов за 2–3 года или более по общепринятым правилам статистики. Опыт показывает, что для единичных, даже крупных предприятий, период наблюдения чаще всего должен быть не менее 5–10 лет, а нередко и больше, однако это указание ни в коей мере не должно рассматриваться в качестве правила.

Увеличение периода наблюдения осуществляют различными способами. Можно учитывать лишь те случаи заболевания раком (или смерти от него), которые произошли среди заранее определенной группы лиц (когорты). Такую группу формируют обычно из лиц, поступивших на работу в изучаемое производство в какой-то определенный год или к моменту, когда начинается исследование (проспективный метод).

Иногда вносят те или иные ограничения: например, исключают лиц, ранее работавших в другом производстве с известной канцерогенной опасностью; отбирают для исследования только тех, кто на начальный момент имели стаж не менее заданного или возраст не менее заданного. Обычно группы формируют по признаку совпадающего количественного уровня воздействия канцерогенного фактора. Затем прослеживают судьбу каждого члена этой группы.

Принципиально другой подход заключается в том, что исследователь абстрагируется от численности конкретной группы лиц, а число заболеваний (или случаев смерти), зарегистрированное среди работающих (или ранее работавших) на данном производстве за определенный период, относит к числу человеко-лет. Такое число человеко-лет получают путем суммирования числа работающих на начало каждого года, или устанавливают только среднюю численность за весь период и перемножают на число лет, или прослеживают каждого работника с переходом его в последующие возрастные группы.

Одной из характерных особенностей патогенеза ЗН является **длительность латентного периода**, исчисляемого десятилетиями, что часто затрудняет выявление причинно-следственных связей. Таким образом, реализация канцерогенного воздействия может отстоять на значительный срок от периода, когда данный конкретный работник экспонировался к канцерогенному агенту. В связи с этой особенностью патогенеза также требуется применение определенных методических приемов при изучении эпидемиологии опухолей в профессиональных коллективах.

Многие авторы отдают предпочтение изучению эпидемиологии злокачественных опухолей в так называемых усеченных по возрасту популяциях, исходя из обоснованного взгляда на меньшую достоверность материалов, касающихся распространенности опухолей в старших возрастных группах. Подобный подход в отношении профессиональных контингентов приводит к потере ценнейшей информации и таким образом к искажению роли отдельных производственных факторов в канцерогенезе человека.

По этой причине было бы принципиально неверным ограничивать исследование распространенности опухолей контингентами работающих. Поэтому при исследовании эпидемиологии опухолей в профессиональном контингенте большое значение должно придаваться изучению лиц старших возрастных групп: лиц, покинувших производство, включая пенсионеров. В этих группах могут более четко реализоваться неблагоприятные, в том числе канцерогенные воздействия. Исследования подобных групп представляют собой весьма трудную с организационной и методической точки зрения задачу.

Трудностями изучения эпидемиологии злокачественных опухолей в производственных контингентах являются:

- длительный срок, прошедший с момента начала экспозиции к подозреваемому агенту;
- перемена профессии, места работы и жительства;
- редкое отсутствие архивных материалов – списочного состава рабочих за период, взятый для исследования;
- отсутствие материалов об условиях труда и технологии производства за достаточно длительный срок;
- значительные дефекты в регистрации профессии в первичных документах заболевших и умерших.

Исследование взаимоотношения «доза-эффект» в человеческих популяциях до сих пор встречаются не часто, а это является одной из основных задач эпидемиологического исследования в производственных коллективах. Поэтому на современном этапе развития эпидемиологии злокачественных опухолей следует считать необходимым прямое включение в программу ***определения количественных характеристик неблагоприятных факторов***, действовавших и действующих на изучаемую профессиональную группу, и оценки этих характеристик с позиции роли этих факторов в этиологии рака и разработки мер профилактики.

Известно, что вероятность связи заболеваний с воздействием профессиональных канцерогенов тем ниже, чем короче был контакт. Однако, при интенсивном воздействии даже такой контакт достаточен для последующего, иногда спустя долгие годы проявления бластомогенного эффекта. Для повышения надежности выводов о связи рака с профессией рекомендуется исключать из разработки лиц со стажем работы менее 3 лет. Это особенно целесообразно, когда речь идет о таких распространенных опухолях, как рак легких или рак желудка. Вместе с тем для редких профессиональных опухолей (например, рак носа, мезотелиома плевры, первичная злокачественная гемангиома печени), а также при изучении нового,

неизвестного по канцерогенным свойствам вещества подобное ограничение связано со значительной опасностью недооценки онкологического риска и едва ли может быть рекомендовано. Следует внимательно рассмотреть этот вопрос в каждом конкретном случае с учетом всех указанных соображений.

Профессиональное канцерогенное воздействие не только увеличивает общее число случаев опухолей в изучаемом контингенте, но и приводит иногда к *более раннему их появлению*. Поэтому одним из дополнительных критериев связи рака с профессией может служить развитие опухоли определенной локализации в более молодом возрасте, чем в контрольных группах, что диктует необходимость проведения анализа повозрастных показателей.

Другим дополнительным эпидемиологическим критерием производственного канцерогенного воздействия (особенно значительной интенсивности) является *сглаживание различий в уровнях распространенности ЗН у мужчин и женщин*, обычно свойственных опухолям определенных локализаций. В профессиональных группах эти различия чаще всего сохраняются, однако выражены могут быть не столь сильно, как среди населения.

Важным фактором, требующим анализа и затрудняющим исследование, является отбор по здоровью, осуществляемый посредством профилактических медицинских осмотров, поскольку благодаря ему из профессиональной группы исключаются лица с признаками неблагоприятного воздействия профессиональных факторов или общими заболеваниями, являющимися противопоказаниями для дальнейшей работы в данных условиях труда. Не менее важен и самоотбор, постоянно происходящий в контингентах работающих и, естественно, более выраженный на производствах с особо тяжелыми и вредными условиями труда. Таким образом, контингент стажированных работников может состоять из лиц, оказавшихся наиболее устойчивыми к специфическому действию вредных профессиональных факторов, искажая картину дозо-эффективной зависимости. Этот эффект, неоднократно проявляющийся в научных исследованиях состояния здоровья работников в различных стажевых группах, получил в научной литературе название *«эффекта здорового работника»*.

Исследование можно вести ретроспективно, проспективно или путем сочетания обоих методов. Сведения о работающих (работавших) группируют по детальным профессиям, дифференцированным по степени воздействия изучаемого канцерогенного агента и других вредных факторов, длительности экспозиции (стажу). Группировку занятых на изучаемом производстве и

анализ результатов следует проводить по периодам, в соответствии с имевшими место изменениями условий труда (модернизация оборудования, изменение технологического процесса и т.п.). Для этого необходимо изучение гигиенических характеристик производства, получение всех доступных материалов, характеризующих уровень загрязнения канцерогенными и другими вредными факторами за максимально длительный срок, предшествующий наблюдению, и накопление аналогичных материалов по ходу проспективного исследования.

Учитывая длительность латентного периода развития опухолей и относительно молодой состав работающих на новых предприятиях, при ретроспективном изучении в качестве объекта исследования используют предприятия (или производства), достаточно долго существующие.

На многих предприятиях, особенно новых отраслей промышленности, среди работающих, а также покинувших производство, практически могут отсутствовать представители более старших возрастных групп, поэтому следует при подборе и формировании контрольных контингентов проводить «усечение» в них по отсутствующим возрастам в случаях, когда таковых нет среди опытной когорты.

Особый интерес при изучении эпидемиологии злокачественных опухолей представляют лица с большим стажем работы на изучаемом производстве как при ретроспективном, так и при проспективном исследовании. Экспозиция к канцерогенным агентам может быть весьма непродолжительной, а латентный период – длительным. Это особенно важно при изучении эпидемиологии злокачественных опухолей в контингентах с интенсивной экспозицией к сильному канцерогену, а также в контингентах, занятых на производствах, где в технологическом цикле имеются подозреваемые на канцерогенность ранее не изученные вещества, латентный период развития опухолей под воздействием которых неизвестен.

Учитывая трудоемкость и значительные средства, необходимые для осуществления проспективных исследований, в тех случаях, когда имеются данные о большой длительности латентного периода развития опухолей, в качестве объекта целесообразно брать под наблюдение группу лиц с достаточно большим стажем, что приводит к сокращению срока наблюдения.

Исследование начинают с анализа полученных на предприятии детальных данных о выбранных для наблюдения контингентах за определенный период. Далее по материалам медицинских учреждений, обслуживающих изучаемый контингент работающих, выявляют заболевших и умерших. В случае отсутствия ведомственного медицинского обслуживания, а также для дополнения сведений используют все доступные

материалы общей сети и специализированных учреждений всех уровней, в которых проводилось обследование и лечение онкологических больных из этого контингента, а, также материалы отдела ЗАГС.

Такой подход, несмотря на трудоемкость, обеспечивает достаточную полноту сведений и высокую долю верифицированных диагнозов.

Ценную дополнительную информацию об изучаемом контингенте могут дать также имеющиеся на предприятиях картотеки работников, находящихся (или находившихся) под диспансерным наблюдением по поводу хронических заболеваний. Другим источником данных о поражаемости ЗН изучаемого контингента являются материалы инвалидности.

При проспективном исследовании прослеживаются судьбы всех покинувших изучаемое производство. Следует подчеркнуть, что это весьма трудоемкий этап, не всегда позволяющий получить достаточно полные сведения вследствие миграции населения, смены фамилий и т.п. Недоучет этих лиц приведет к известному искажению показателей заболеваемости или смертности в изучаемой группе, и это нужно иметь в виду, особенно учитывая упомянутые выше относительную малочисленность профессиональных групп и относительно небольшую интенсивность поражаемости ЗН.

Одним из путей (этапов) может быть изучение профессионального состава больных со ЗН (или умерших от них) на обширных сводных материалах (например, истории болезни), позволяющее выделить профессиональные группы с наибольшим риском поражения.

Важно также накапливать данные, которые позволили бы уточнить связь развития опухолей с иными проявлениями хронического действия соответствующего профессионального фактора. Так, например, установлена связь рака у рабочих асбестовой промышленности с предшествующим развитием асбестоза, связь «хроматного» рака с хронической хромовой интоксикацией, связь арсеницизма и рака легкого, профессиональных дерматитов и рака кожи и т.п. Эпидемиологическое подтверждение или опровержение положения, что наличие соответствующих заболеваний повышает вероятность развития рака, даст дополнительный критерий для признания конкретных видов опухолей профессиональными и может углубить наши представления о предраковых заболеваниях.

Следует учитывать, что производственные условия, как правило, отличаются от экспериментальных чрезвычайной сложностью и многофакторностью вредных влияний на организм человека. Поэтому доказательство канцерогенной опасности производственной среды какого-

либо предприятия чаще всего неравнозначно доказательству этиологической роли конкретного компонента этой среды. Только сравнительный анализ результатов эпидемиологических исследований, дающий основание для вычленения какого-то *общего* для различных видов производств агента, в сопоставлении с экспериментальными данными, может доказать его роль в повышении канцерогенного риска в данной профессиональной группе.

Весьма сложным при определении значения в канцерогенезе в профессиональных группах является вопрос о взаимодействии и дифференциации роли профессиональных и не профессиональных факторов (например, сочетания курения и различных производственных загрязнений воздушной среды на рабочих местах). Для этого необходимо выделение и исследование групп с различной степенью подверженности как профессиональным, так и иным (например, бытовым) факторам.

Уровни заболеваемости ЗН или смертности от них в изучаемых профессиональных группах целесообразно сравнивать в первую очередь с соответствующими показателями в населении той зоны (города, области, республики), где данное предприятие расположено. Однако, в связи с возможностью и внезаводского распространения канцерогенов, а также наличием профессиональных групп, подвергавшихся влиянию канцерогенных факторов другой природы, различия между уровнями поражаемости опухолями в изучаемой производственной группе и в населении могут быть сглажены. Итак, сформулируем некоторые специфические задачи планируемого эпидемиологического исследования профессионального канцерогенного риска.

Первая задача – обнаружение или подтверждение повышенного риска развития ЗН у работников производств. Эта дескриптивный этап эпидемиологического исследования. Важным критерием оценки степени риска является соотношение ожидаемых и фактически выявленных показателей поражаемости ЗН.

Вторая задача – оценка зависимости этого риска от уровня и продолжительности воздействия канцерогенного фактора, т.е. аналитический этап эпидемиологического исследования, позволяющий приблизиться к вскрытию причинно-следственных («доза-эффект») взаимоотношений.

Решение рассмотренных выше задач имеет значение и с практической точки зрения для выделения производственного контингента, являющегося группой повышенного риска развития ЗН. Такое выделение используется для проведения профилактических мероприятий, направленных на снижение профессионального риска, в первую очередь для проведения комплекса технических и гигиенических мероприятий по устранению или уменьшению

экспозиции, нормированию канцерогенных веществ. Оно также способствует повышению онкологической настороженности медицинских работников, обслуживающих соответствующий контингент работающих; проведению целенаправленных профилактических осмотров и соответствующей санитарно-просветительной работы.

9.2.2 Классификация профессиональных опухолей

Наиболее простой классификацией является классификация по характеру действующего канцерогенного агента: химическими веществами, лучевыми агентами, биологическими агентами.

Первые в свою очередь подразделяются по группам химических веществ на индуцируемые циклическими аминами, ПАУ, асбестами, хроматами и т.д. Вторые подразделяются на ЗН, вызываемые ионизирующей радиацией того или иного вида, УФ-лучами, ЭМИ. Третьи – возникающие под действием вирусов или токсинов.

Наконец, в каждой группе опухоли должны быть классифицированы по своей локализации (тот или иной орган, ткань), по своему характеру (раку, папиллома, саркома, лейкоз), микроскопической картине.

В приложении к Приказу МЗ и СР РФ № 417н от 27.04.2012 (Перечень профессиональных заболеваний) включено 4 группы профессионального рака:

- 1.54. ЗН соответствующих локализаций, связанных с воздействием ХВ, обладающих канцерогенным действием;
- 2.1.6. ЗН соответствующих локализаций, связанных с воздействием УФ-излучений;
- 2.5.10. ЗН соответствующих локализаций, связанных с воздействием ионизирующего излучения;
- 3.10. ЗН печени, вызванные воздействием вирусов В и С.

9.2.3 Основы профилактики профессионального рака

Повышенный профессиональный канцерогенный риск предполагает разработку профилактических мероприятий, направленных на обеспечение безопасных условий труда в целом на всем производстве:

- изъятие канцерогенного вещества и(или) других агентов из производства и замена их менее опасными;
- при невозможности изъятия – проведение мероприятий по снижению уровней канцерогенных агентов до регламентируемых значений (применение соответствующих технологических решений с целью снижения загрязнения

производственной среды, повышение эффективности работы вентиляции и т.д.);

- применение средств индивидуальной защиты и др.

Разрабатываются и внедряются технологические процессы, позволяющие предотвратить или свести к минимуму контакт рабочих с канцерогенами: непрерывные технологические процессы с использованием автоматизации и дистанционного управления, герметичного оборудования и коммуникаций; применение методов деканцерогенизации (уменьшение количества канцерогенных веществ в используемом сырье и продукции), технологическое нормирование и контроль содержания канцерогенов в выбросах установок сжигания и двигателей внутреннего сгорания (соблюдение термического режима сжигания топлива, своевременное устранение неполадок и т.д.).

При организации предварительных и периодических осмотров лиц, имеющих контакт с канцерогенными факторами, необходимо предусматривать участие врача-онколога. Работникам с повышенным канцерогенным риском – работающие в условиях воздействия канцерогена выше ПДК, при продолжительности профессионального стажа работы в контакте с канцерогенным фактором 10 и более лет, с измененными показателями состояния здоровья, свидетельствующими о признаках влияния канцерогена; при наличии хронических предопухолевых заболеваний – показано диспансерное наблюдение с проведением медикаментозной профилактики (витамины, антиоксиданты, иммунокорректоры, биопротекторы), лечением хронических предопухолевых заболеваний.

Работники должны быть информированы о возможном воздействии канцерогенных факторов на производстве, о правилах, обеспечивающих максимальное снижение канцерогенного риска, в том числе о необходимости применения средств индивидуальной защиты при определенных операциях; о возможном усугублении канцерогенного эффекта профессионального фактора табакокурением и злоупотреблением алкоголя; о соблюдении правил личной гигиены. Кстати, последняя мера может быть весьма действенной, особенно при воздействии канцерогенов, опасных при кожном пути поступления, вызывающих рак кожи – например, ПАУ. В практическом исчезновении рака трубочистов решающую роль сыграли разработанные и внедренные правила личной гигиены.

Важную роль в организации эффективной противораковой деятельности играет паспортизация канцерогеноопасных организаций, которая должна вестись в соответствии с МУ 2.2.9.2493-09 «Санитарно-гигиеническая паспортизация канцерогеноопасных организаций и

формирование банков данных». Главной целью паспортизации является профилактика профессионального рака и снижение онкологической заболеваемости населения. Она проводится организациями в соответствии с положением СанПиН 1.2.2353-08 «Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности» по предписанию Главного государственного санитарного врача по курируемой территории согласно ФЗ N 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» по результатам мероприятий по контролю.

Методические указания предназначены:

- для выявления и учета организаций и их структурных подразделений (производств, технологических процессов, цехов, производственных участков и рабочих мест), на которых работники могут подвергаться воздействию химических канцерогенных факторов;

- для унификации паспортизации канцерогеноопасных организаций;

- для принятия решений об устранении выявленных нарушений санитарного законодательства;

- для формирования региональных банков данных по канцерогеноопасным организациям;

- для оценки канцерогенного риска, связанного с воздействием производственных канцерогенов;

- для формирования региональных программ по профилактике рака;

- для совершенствования социальной защиты работников канцерогеноопасных организаций;

- для проведения аттестации рабочих мест по условиям труда и сертификации организаций;

- для проведения профилактической, санитарно-просветительной и информационной работы.

Контроль за осуществлением паспортизации проводится органами Роспотребнадзора.

Еще один важный документ, направленный на профилактику рака – это МР «Модель региональной программы первичной профилактики рака». Документ утвержден и введен в действие Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 08 октября 2010 г. В предлагаемой модели региональной программы предупреждения профессионального рака в значительной степени используются элементы профилактики, уже апробированные в нашей стране в переходный период (1991–2009 гг.), что

свидетельствует о реальности их применения в регионах в современных условиях.

Анализ работы профпатологических служб позволил выделить следующие направления организационной деятельности, ориентированные на совершенствование первичной профилактики профессиональных злокачественных новообразований:

- введение в структуру центра подразделения, осуществляющего взаимодействие с Роспотребнадзором, экологической, гидрометеорологической и онкологической службами, а также промышленными предприятиями по вопросам, связанных с профессиональными злокачественными новообразованиями;

- расширение и совершенствование работ по паспортизации канцерогеноопасных производств;

- создание базы данных канцерогеноопасных предприятий;

- активное выявление, регистрация и пожизненное сопровождение контингентов, занятых на онкоопасных производствах;

- уточнение и дополнение списка профессиональных злокачественных новообразований;

- законодательное включение в состав медицинских комиссий по проведению предварительных при поступлении и периодических медицинских осмотров работающих в канцерогеноопасных производствах врачей-онкологов;

- улучшение системы учета больных злокачественными новообразованиями за счет включения в статистическую форму «Регистрационная карта больного злокачественным новообразованием» данных о профессии, месте и стаже работы заболевшего с канцерогенными факторами;

- акцентирование внимания врачей центров профпатологии и первичного амбулаторно-поликлинического звена, участвующих в проведении периодических медицинских осмотров на критериях и хронических формах заболеваний, предшествующих развитию профессиональных злокачественных новообразований и последующей диспансеризацией больных с такой патологией;

- внедрение методов диагностического скрининга, направленных на выявление предраковых заболеваний с учетом места и стажа работы;

- обязательное выяснение врачами-онкологами профессионального анамнеза у пациентов со злокачественными новообразованиями и включением его в территориальный канцер-регистр; совершенствование системы страхования профессиональных рисков ущерба здоровью работ-

ников, занятых во вредных (канцерогенноопасных) условиях труда и компенсаций в связи с заболеванием профессиональным злокачественным новообразованием;

- совершенствование технологических и производственных процессов, направленных на устранение или замещение канцерогенных агентов.

Запрещение использование ряда канцерогенных веществ в промышленности, разработка технологических процессов, исключающих их образование или способствующих уменьшению загрязнения производственной среды, соблюдение строгих гигиенических мер реально способствовало значительному снижению онкологической заболеваемости в профессиональных группах металлургов, шахтеров, химиков, лиц, работающих в контакте с источниками ионизирующих излучений. Это свидетельствует о том, что профилактика профессиональных опухолей возможна и фактически проводится в жизнь. Много нерешенных проблем в этой области, но наука не стоит на месте и, возможно, в недалеком будущем диагноз рака не будет столь роковой угрозой для значительной части населения земного шара.

РАЗДЕЛ 10. УПРАВЛЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ РИСКОМ

С начала 2000-х годов в Российской Федерации отмечено усиление внимания к проблеме развития теорий риска и сложных систем, к оценке и возможности *управления вероятностными процессами*, в значительной степени определяющими функционирование социальных, природных, технических и информационных систем, особенно их взаимодействие.

Теория риска призвана стать инструментом управления и количественного обоснования оптимального распределения материальных и иных ресурсов общества на различные виды деятельности. Активно разрабатываются методы управления риском, основанные на системном подходе, оценке эффективности и результативности принимаемых решений, включая экономические.

Система управления рисками предлагает инструменты построения структурированного видения будущего и решения проблемы связанной с этим неопределенности. Осуществление управления рисками в организации или регулирующем органе предоставляет их руководству возможность принятия рациональных решений на основе имеющейся информации, вне зависимости от того, насколько полной она является. Чтобы доказать обоснованность реализации системы управления рисками, обратимся к основополагающему принципу управления проектами, характеризующему взаимозависимость следующих параметров: бюджет проекта, качество конечного продукта и время на его реализацию. Изменение одного из этих параметров в рамках одного проекта неизбежно приведет к изменению двух других. Взаимозависимость этих параметров показана на рисунке 22.

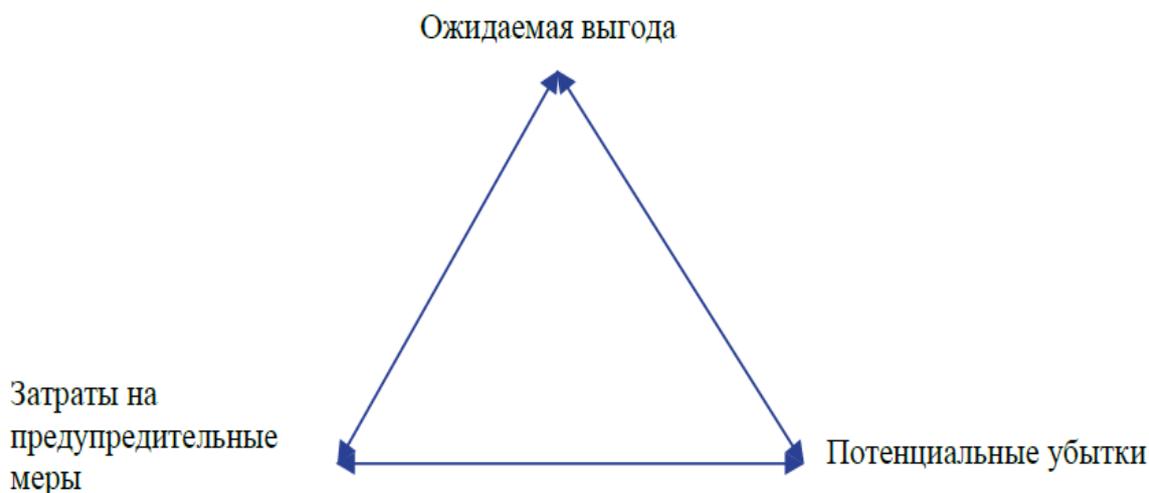


Рисунок 22 – Треугольник управления рисками.

Методология анализа профессионального риска предполагает, как было сказано выше, функциональное разграничение взаимосвязанных этапов исследований, связанных с оценкой, управлением и информированием о рисках для здоровья населения. Все элементы анализа риска взаимосвязаны между собой, и только их совокупность позволяет обеспечить выявление и решение существующих проблем санитарно-эпидемиологического благополучия населения, создать условия для практической реализации этих решений. При этом ключевым элементом подобного анализа является системный подход и оценка риска для здоровья работников. Его количественная или полуколичественная оценка как на стадии планирования и прогноза, так и по результатам (остаточный риск после реализации запланированных мер) позволяет получить необходимую, а зачастую и достаточную информацию для лиц, принимающих решения в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Управление риском для здоровья является логическим продолжением оценки риска и направлено на обоснование наилучших в конкретной ситуации решений по его устранению или минимизации, динамическому контролю (мониторингу) экспозиций, оценке эффективности и корректировке мероприятий в достижении максимального социально значимого результата. Этот процесс является интегрированной частью анализа риска и представляет собой многоуровневую систему, схема которой представлена на рисунке 23. Функционирование этой системы направлено на достижение единой цели обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.



Рисунок 23 – Схема системы управления риском для здоровья населения.

УПР представляет собой выбор и осуществление наиболее эффективных и экономически оправданных управленческих решений с целью снижения степени ущерба здоровью работников, снижению опасности, а в первую очередь её устранению, т.е. созданию безопасных условий труда (рис. 24). Управление риском включает в себя также и наблюдение за динамически изменяющимися условиями производственной среды, определяющих степень риска.



Рисунок 24 – Основные составляющие управления профессиональным риском.

В соответствии с формулировкой Трудового кодекса РФ (ст. 209): «УПР – это комплекс взаимосвязанных мероприятий, включающих в себя меры по выявлению, оценке и снижению уровней профессиональных рисков. Положение о системе УПР утверждается федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений». УПР основывается на экономических, социальных и политических оценках, результатах анализа риска, степени возможного материального и морального ущерба для здоровья работников, определения уровня затрат при реализации различных вариантов управленческих решений, а также размерах выгод от реализации того или иного варианта управленческого решения.

10.1 Принципы методологии управления профессиональным риском

Методология УПР предполагает разработку и выбор эффективной стратегии по регулированию неблагоприятного воздействия вредных факторов среды обитания на состояние здоровья населения. Перечень мероприятий определяется задачами, которые решаются в процессе управления риском для здоровья населения в конкретной ситуации.

С точки зрения принятия управленческих решений, каждый из возможных сценариев управления риском включает различные виды мероприятий:

- 1) регламентационно-контролирующие,
- 2) организационно-управленческие,
- 3) технико-технологические,
- 4) финансово-экономические,
- 5) медико-профилактические и реабилитационные,
- 6) информационно-образовательные.

Различные сценарии могут объединять как безинвестиционные мероприятия, так и инвестиционные, как долгосрочные, так и краткосрочные. Технологии и методы управления риском для здоровья населения, реализуемые на основе сценарного подхода, в связи с неблагоприятным воздействием комплекса социально-экономических, санитарно-гигиенических факторов и факторов образа жизни, являются одним из наиболее эффективных методических подходов в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения на всех уровнях субъектов управления. При оценке целесообразности реализации того или иного сценария в сфере управления рисками для здоровья населения следует учитывать, что зачастую рассматриваемые сценарии предусматривают не только снижение собственно риска для здоровья населения, но и достижение иных экологических, экономических и социальных эффектов. ***Сценарием управления риском в данном случае является комплекс взаимосвязанных и взаимно обусловленных мероприятий, скоординированных по времени, месту и ресурсам на их реализацию.***

Основными экономическими методами, применяемыми в системе управления риском здоровью населения для оценки целесообразности реализации запланированных сценариев и эффективности их выполнения, являются ***метод затраты-выгоды*** (или затратно-прибыльный анализ) и ***метод затраты-эффективность*** (или анализ эффективности затрат).

Под эффективностью в данном случае понимается снижение уровня риска здоровью населения, выраженное в сокращении показателей заболеваемости и смертности, под выгодами – их экономический эквивалент.

В основе метода затраты-выгоды лежит сопоставление ожидаемых от реализации сценариев выгод (результатов) с затратами на их осуществление в денежном выражении. Метод затраты-эффективность применяется в случаях принятия решения о целесообразности достижения конкретной цели (эффекта) в сфере управления рисками для здоровья населения. При этом основной задачей является отбор сценариев, которые обеспечивают достижение поставленной цели (эффекта) наименее затратным путем. УПР, основанное на его оценке, может осуществляться несколькими путями, определяющими *цель принятия управленческого решения* (сценария управления риском):

1) устранение источника или пути передачи риска для здоровья населения (снижение риска до нуля);

2) снижение риска до разумного максимально технически и экономически достижимого уровня (допустимый риск);

3) установление риска на приемлемом уровне для каждого индивидуума и общества в целом (приемлемый риск).

Технологии и методы УПР, основанные на системном подходе, направлены на комплексное снижение и(или) предупреждение риска в его источнике (например, производственное оборудование, коммуникации, технологическая операция, промышленное предприятие, объект, сооружение), на пути передачи (воздух рабочей зоны, контакт с источниками шума, вибрации и др.) и непосредственно для работников. Технические меры по предупреждению, снижению и устранению опасности в источнике образования, а также по пути распространения и на рабочем месте, то есть направленные на уменьшение экспозиции или эмиссии, наиболее предпочтительны. Применение средств индивидуальной защиты, защита временем не являются радикальными мерами и носят паллиативный характер.

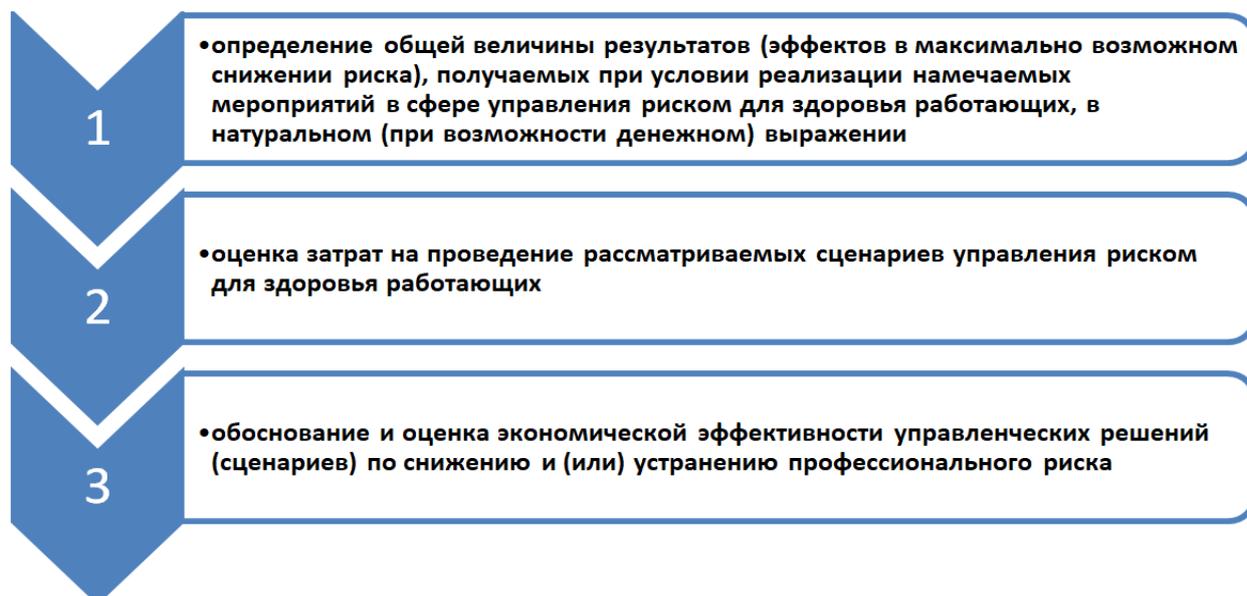
Процесс выбора и реализации такого сценарного подхода к управлению риском носит итерационный характер (т.е. учитывает динамику поведения системы систематическим оцениванием ее состояния после выдачи управляющих воздействий), и в процессе принятия управленческих решений опирается как на аналитические методы анализа ситуации и прогнозирования, так и на субъективный опыт, знания и оценки экспертов. Этот процесс предусматривает: проведение анализа результатов, полученных с использованием методов *затраты-выгоды* и *затраты-эффективность*; уточнение и выбор сценария среди альтернативных, а иногда и корректировку цели управления риском в зависимости от результатов итерационного процесса. Обобщенная схема процесса управления риском приведена на рисунке 22.



Рисунок 22 – Схема процесса управления риском.

Величина допустимого (нулевого или приемлемого) риска для целей управления является основой для формирования планируемых сценариев. Понятие допустимый или приемлемый риск в этом контексте используется исключительно в целях экономического обоснования и выбора решений по управлению риском.

Экономическое обоснование решений (сценариев) в сфере управления рисками для здоровья населения подразумевает осуществление ряда процедур в следующей последовательности:



Исходными данными для выбора и экономического обоснования решений в сфере управления риском (сценариев управления риском) для здоровья работников в связи с воздействием профессиональных факторов являются:

- выделяемые негативные профессиональные факторы, требующие особого внимания с точки зрения уровня риска для здоровья работников;
- перечень предлагаемых мероприятий (комплекса мероприятий, сценариев), направленных на снижение и (или) устранение негативного влияния учитываемых профессиональных факторов на состояние здоровья работников;
- виды и величина всех получаемых результатов (эффектов) от реализации предлагаемых сценариев по снижению и(или) устранению негативного влияния учитываемых профессиональных факторов на состояние здоровья работников;
- виды и величина всех необходимых затрат за весь срок реализации сценариев по управлению риском.

Выбор конкретных факторов риска для здоровья работающих, учитываемых при экономической оценке и обосновании, определяется целью управления риском. По возможности учитываются не только профессиональные факторы риска (их вклад, доля) для здоровья, но и социально-экономические, санитарно-гигиенические, а также факторы образа жизни. Основные группы факторов риска и показатели, которые могут их характеризовать, приведены в таблице 10.1.

Обязательным условием включения различных факторов в процесс управления риском является их сопоставимость со всеми альтернативными мероприятиями (комплексом мероприятий, сценариев). Задача снижения медико-демографических и экономических потерь общества, равно как и повышение качества жизни населения, ориентирует органы исполнительной власти на внедрение в практику современных наукоемких методов и технологий управления. Оценка и управление риском здоровью населения, как инструмент информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений разного уровня и содержания, востребован при исполнении практически всех полномочий Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Информационно-аналитической основой системы управления риском для здоровья населения является социально-гигиенический мониторинг.

Мониторинг профессионального риска – процесс, заключающийся в принятии решений и действиях по динамическому или периодическому контролю уровней профессиональных экспозиций и рисков.

Таблица 10.1 – Основные группы факторов риска для здоровья населения

Группы факторов риска	Факторы риска, входящие в группу	Показатели, характеризующие риск
Социально-экономические факторы	- экономическое развитие территории; - промышленное развитие территории; - социальная напряженность; - уровень социального благополучия; -иные	- вклад (весовой коэффициент) влияния фактора на состояние здоровья; - численность работников, подверженных воздействию фактора риска
Санитарно-гигиенические факторы	- эколого-гигиенические факторы; - санитарно-гигиенические факторы риска условий труда; - факторы, связанные с обучением и воспитанием; - иные	- вклад (весовой коэффициент) влияния фактора на состояние здоровья; - численность работников, подверженных воздействию фактора риска
Факторы образа жизни	- табакокурение; - наркомания; - алкоголизм; - образ жизни; - иные	- вклад (весовой коэффициент) влияния фактора на состояние здоровья; - численность работников, подверженных воздействию фактора риска

При осуществлении мониторинга выполняется ряд функций:

- контрольная (сравнение с гигиеническими нормативами);
- сигнальная (быстрое реагирование на возникновение опасности);
- прогностическая (возможность предсказания уровней экспозиций и рисков на основе статистического анализа определяемых данных);
- инструментальная (как средство идентификации и классифицирования наблюдаемых явлений).

Контроль уровней профессиональных факторов и рисков для здоровья работников, является эффективным способом проведения социально-гигиенического мониторинга (выбор точек контроля, контролируемых показателей, установления достаточной периодичности лабораторных и инструментальных измерений и др.).

Важной составляющей информационной поддержки для управленческих решений по снижению неблагоприятного воздействия факторов среды обитания на здоровье человека являются экономические показатели, указывающие на стоимостные характеристики оцениваемого риска здоровью населения и эффективность предлагаемых решений с точки зрения максимизации получаемых выгод и (или) минимизации затрат на их реализацию. УПР должно предусматривать активное взаимодействие работодателей, работников и других заинтересованных сторон в улучшении

условий труда и сохранении здоровья работников. Согласно современным представлениям УПР состоит из обязательных направлений и составных частей, представленных на рисунке 23.



Рисунок 23 – Основные мероприятия, составляющие основу управления профессиональным риском.

Информирование работников должно осуществляться с соблюдением этических и деонтологических норм и включать в себя, в зависимости от ситуации, информацию о степени риска, о необходимости проведения тех или иных мероприятий и их эффективности, а также о существующих альтернативных технологиях.

10.2 Система мероприятий, направленных на снижение профессионального риска

УПР включает ряд мероприятий, в наибольшей степени способствующих уменьшению или устранению риска. Это такие меры, как:

- ограничение числа контактирующих с вредным производственным фактором работников;
- ограничение или запрет прямого контакта человека с опасным химическим веществом (при наличии альтернативной технологии);
- нанесение маркировочных знаков безопасности (предупредительных надписей, наклеек и ярлыков);
- прекращение или приостановление работ, применения и ввоза определенного химического вещества или использования данного технологического процесса или оборудования (при наличии альтернативной технологии или без таковой, в зависимости от степени риска).

В этой связи необходимо ориентироваться на положения санитарных правил СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда», согласно которым комплекс модернизации и разработки новых технологических процессов и производственного оборудования должен обеспечить:

- замену технологических процессов и операций, связанных с возможным поступлением опасных и вредных производственных факторов, процессами и операциями, при которых указанные факторы отсутствуют или имеют допустимые параметры;
- замену токсичных веществ на менее токсичные, ограничение содержания примесей вредных веществ в исходном сырье и конечных продуктах, выпуск продукции в непылящих формах, герметизированных упаковках и др.;
- применение технологий производства, исключаящих непосредственный контакт работающих с вредными производственными факторами;
- применение в производственном оборудовании конструктивных решений и средств защиты, направленных на уменьшение интенсивности выделения и локализацию вредных производственных факторов;
- установку систем автоматического контроля, сигнализации и управления технологическим процессом при возможности внезапного загрязнения воздуха рабочей зоны веществами, которые могут вызвать острые отравления;
- соблюдение требований эргономики и технической эстетики к производственному оборудованию и эргономических требований к организации рабочих мест и трудового процесса;

– механизацию и автоматизацию погрузочно-разгрузочных работ, способов транспортирования сырьевых материалов, готовой продукции и отходов производства;

– включение гигиенических требований в нормативно-техническую документацию;

– при разработке, внедрении и реализации технологических процессов, проектировании и применении оборудования и инструментов следует предусматривать средства индивидуальной и коллективной защиты, предотвращающие возможное воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов с учетом их комбинированного воздействия.

Должны быть предусмотрены мероприятия и по охране среды обитания, в том числе:

– внедрение безотходной и малоотходной технологии;

– улавливание и очистка технологических и вентиляционных выбросов;

– очистка и обезвреживание промышленных стоков;

– своевременное удаление, обезвреживание и утилизация отходов производства.

При выборе комплекса мероприятий по управлению риском в соответствии с рекомендациями МОТ следует руководствоваться следующими приоритетами:

– устранение опасного фактора или риска;

– борьба с опасным фактором или риском в источнике;

– снижение уровня опасного фактора или внедрение безопасных систем работы;

– при сохранении остаточного риска использование средств индивидуальной защиты.

Указанные меры проводят с учетом их разумности, практичности и осуществимости, принимая во внимание передовой опыт и заботу о работнике.

В комплексе мер защиты и профилактики СИЗ используют в случаях, когда другие меры неприменимы или не обеспечивают безопасных условий труда. При этом учитывают следующее:

– необходимость правильного использования и обслуживания СИЗ,

– СИЗ могут создавать неудобства или быть вредными для здоровья или опасными для работы,

– СИЗ защищают только пользователя, в то время как другие работники, оказывающиеся в данной рабочей зоне, остаются незащищенными,

– СИЗ могут создавать ложное чувство безопасности при неправильном использовании или обслуживании.

Меры профилактики включают также:

– регулярное наблюдение за условиями труда (т.е. социально-гигиенических мониторинг);

– регулярное наблюдение за состоянием здоровья работников (предварительные и периодические медосмотры, группы диспансерного наблюдения, целевые медосмотры и др.);

– регулярный контроль защитных приспособлений и применения СИЗ;

– систематическое информирование работников о существующем риске нарушений здоровья, необходимых мерах защиты и профилактики;

– пропаганду здорового образа жизни (борьба с вредными привычками, занятия физкультурой и профессионально ориентированными видами спорта) и др. меры оздоровления.

С целью снижения уровней риска могут использоваться также следующие подходы:

– снижение числа и мощности источников опасности;

– снижение вероятности развития или проявления вредных эффектов;

– уменьшение числа экспонируемых лиц;

– снижение вероятности воздействий (например, вероятности развития аварийных ситуаций);

– снижение выраженности вредных эффектов.

10.3 Расстановка приоритетов и принятие решений в системе управления профессиональным риском

УПР обязательно предполагает принятие определенных законодательных, бюджетных, технических и иных решений. Так как государственные и общественные возможности ограничены, то при принятии управленческих решений основной вопрос заключается в выборе приоритетов. Игнорирование наиболее острых проблем или акцент на второстепенные проблемы приведет к нерациональному использованию общественных ресурсов, что выразится в большем ущербе здоровью работников.

Отсюда, одним из эффективных механизмов принятия управленческих решений по результатам оценки профессионального риска является *расстановка приоритетов* и выявление первоочередных наиболее важных проблем на производстве, а также *сравнение и ранжирование* различных вариантов решения этих проблем при внедрении соответствующих инвестиционных проектов на основании соотношения стоимость/эффек-

тивность снижения воздействий на здоровье работников. Эта процедура позволяет подготовить более объективную и всесторонне проработанную информацию для принятия решения по очередности реализации инвестиционных проектов. В рамках этой процедуры *на первом этапе* проводится сравнительная оценка рисков, представляющая процесс, экспертной (профессиональной) оценки. Сравнительная оценка рисков отличается от оценки риска уровнем отображения результатов и тем, что этот подход является средством политики и планирования. Первоначальные шаги похожи на традиционную оценку риска, но на заключительном этапе обозначаются приоритеты проблем.

Процедура сравнительной оценки рисков помогает вычлнить ограниченные источники и способствует определению информационных потребностей. Если на завершающей стадии оценки риска устанавливается степень опасности (вредности) конкретного вещества при определенных условиях, то на начальном этапе процедуры управления риском проводится сравнительная характеристика рисков с целью установления приоритетов – выделения круга вопросов, требующих первоочередного внимания, поскольку риск, связанный с ними наиболее серьезен.

Императивность выбора приоритетов связана как с задачей снижения совокупного риска для всей системы и необходимостью использования для этой цели системного подхода, так и с различием ресурсных и временных ограничений, накладываемых на область возможных решений данной задачи. Само по себе сопоставление рисков и установление «рисковых» приоритетов означает лишь их ранжирование, определение их иерархии, но не решение вопросов о приемлемости риска, необходимости и конкретных формах его контроля. Все это выясняется на последующих стадиях процедуры управления риском.

Содержание *второго этапа процедуры* управления риском заключается в определении «приемлемости риска», для чего выявленный риск сопоставляется с рядом «рисковых» социально-экономических и медико-биологических факторов. В частности, к названным факторам относятся:

1. выгоды от использования конкретного вещества (препарата) в производстве – например, снижение себестоимости продукции;
2. потери, обусловленные регулированием этого вещества (полным или частичным запретом, заменой его другим препаратом и т.п.);
3. наличие и возможности контролирующих (регулирующих) мер с целью уменьшить потенциальное негативное воздействие вещества на производственную среду и здоровье человека.

Сопоставление «рисковых» и «не рискованных» – другими словами, медико-биологических (или социально-экологических) и технико-экономических факторов дает основу для ответа на вопрос о степени приемлемости риска. В самом общем виде возможны три варианта решения:

- а) риск приемлем полностью;
- б) риск приемлем частично;
- в) риск полностью неприемлем.

В двух последних случаях необходимо установить пропорции контроля, что входит в задачу *третьего этапа процедуры управления риском*.

Основной целью управления риском является определение путей (мер) уменьшения последнего при заданных ограничениях на ресурсы и время. Улучшение состояния производственной среды в результате внедрения инвестиционных проектов проявляется в *уменьшении отрицательного воздействия* на здоровье работников. При исчислении положительного эффекта от реализации каждого инвестиционного проекта должен быть рассчитан риск воздействия вредных производственных факторов и факторов трудового процесса до начала инвестиций (то есть при базовых условиях).

Затем вычисляются риски после завершения инвестиционных проектов. Положительный эффект может быть рассчитан как разность случаев заболеваний или смерти до внедрения данной инвестиционного проекта и после завершения работ. В тех случаях, где за точку отсчета принимается численность работников, подвергавшихся воздействию вредных производственных факторов и факторов трудового процесса с интенсивностью выше допустимой, положительный эффект исчисляется как разность численности работников, подвергавшихся воздействию до начала инвестиций и после них.

Так как в сравниваемых инвестиционных проектах могут ранжироваться вредные производственные факторы и факторы трудового процесса с различными эффектами воздействия на здоровье работников, то для лиц, принимающих решения, необходимо владеть информацией как об экономической эффективности каждого инвестиционного проекта, так и об относительной важности различных эффектов воздействия на здоровье работников для определения приоритетности тех или иных проектов.

Окончательный рейтинг этих проектов может быть определен в зависимости от относительной важности, которую придадут лица, принимающие решения по проекту, отдельным видам эффектов воздействия (то есть случаям респираторных заболеваний, злокачественным

новообразованиям и т.д.) с учетом целого комплекса различных экологических, политических и социально-экономических факторов.

Для решения этой задачи, к примеру, может быть использована простая система ранжирования относительной важности влияния на здоровье, основанная на трех критериях: тяжесть заболевания, необратимость заболевания, уровень достоверности информации о случаях заболеваний, полученных в результате характеристики риска.

Далее определяется рейтинг значимости эффектов воздействия на здоровье, рассчитанный на основе вышеперечисленных критериев по трехбалльной шкале, где 1 означает низкую, 2 – среднюю, а 3 – высокую степень критерия.

Для расчета экономической эффективности стоимость проекта делится на число предотвращенных случаев заболеваний. Такой подсчет позволяет составить таблицу показателей экономической эффективности в единицах, представляющих отношение произведенных затрат к количеству предотвращенных случаев заболеваний (риску заболевания).

Если положительный эффект не выражается в количестве случаев, показатель эффективности представляет частное от деления затрат на разницу в численности работников, подвергающихся профессиональной экспозиции на уровнях выше допустимых и численности работников, условия труда которых в результате реализации проекта соответствуют оптимальным или допустимым параметрам.

Некоторые эффекты воздействия на здоровье можно суммировать по каждому инвестиционному проекту. Так, например, одни проекты могут давать максимальное снижение риска преждевременной смерти, другие – самое большое снижение риска респираторных заболеваний, третьи – самое большое снижение риска сердечно-сосудистых заболеваний, а четвертые снижают риск развития злокачественных новообразований и численность контингентов, подверженных воздействию конкретных химических веществ. При определении приоритетности инвестиционных проектов необходимо, также, учитывать и рейтинг эффектов воздействия на здоровье.

Осуществление одних инвестиционных проектов даст больший эффект, чем реализация других. Предпочтительно, чтобы решение о внедрении этих проектов основывалось только на их **эффективности с точки зрения сохранения здоровья населения**. Однако стоимость проектов различна, и в целях наиболее эффективного расходования средств подобные решения следует принимать исходя из такого показателя, как **максимальное снижение неблагоприятных эффектов воздействия (рисков) на единицу**

затраченных средств (то есть исходя из наибольшей экономической эффективности проекта).

Некоторые инвестиционные проекты с высоким уровнем снижения риска воздействия на здоровье, имея высокую стоимость, дают низкий показатель экономической эффективности. Так, например, организация рециркуляции агломерационных газов на металлургическом комбинате снижает риск преждевременной смертности, случаев респираторных заболеваний и сердечно-сосудистой патологии у работников, однако стоимость одного предотвращенного случая является слишком высокой по сравнению с другими проектами.

На базе данных об экономической эффективности и рейтинга эффектов воздействия на здоровье составляется рейтинг рекомендуемых инвестиционных проектов и определяются наиболее эффективные из них.

10.4 Некоторые итоги практического применения системы управления профессиональным риском

Текущий этап социально-экономического развития страны происходит в непростых условиях: нарастает политическая и макроэкономическая нестабильность, усиливается глобальная конкуренция на традиционных рынках товаров, капиталов, технологий и рабочей силы, а также в системах национального управления, поддержки инноваций, развития человеческого потенциала. Изменения в политической, экономической и социальной системах нашего государства меняют приоритеты, ставят перед научным сообществом, в том числе гигиеническим, новые стратегические цели и задачи, требуют разработки новых подходов к достижению этих целей.

Среди большого разнообразия методов, которые обеспечивают достижение задач государственного управления, анализ риска для жизни и здоровья человека занимает особое место. Государственное управление в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения развивается в общем русле совершенствования государственных механизмов, ориентируясь на внедрение элементов анализа риска в каждый из элементов системы управления:

- 1) анализ ситуации, оценка исходных позиций;
- 2) планирование (формирование целей и задач, формирование конкретных программ и планов действий);
- 3) контроль и надзор за исполнением планов действий;
- 4) мониторинг ситуации;
- 5) оценка результативности и эффективности предпринятых мер.

На сегодня оценка риска здоровью при анализе санитарно-эпидемиологической ситуации – наиболее востребованный и методически обеспеченный сегмент системы управления. За последние несколько лет Роспотребнадзором утвержден и рекомендован к внедрению ряд методических документов в сфере охраны здоровья работающих:

- методика расчета индивидуального профессионального риска в зависимости от условий труда и состояния здоровья работника [4];
- методика расчета интегрального показателя уровня профессионального риска в организации [13];
- регламент по идентификации опасностей и оценке рисков травмирования на рабочих местах с вредными и опасными условиями труда;
- система регламентов и стандартов проведения аттестации рабочих мест и оценки профессионального риска и ряд других.

В 2013 г. по результатам ведения социально-гигиенического мониторинга и оценки риска в регионах страны подготовлены 3634 проекта управленческих решений, из которых принято к исполнению около 70%, что свидетельствует о востребованности результатов оценки риска и органами власти и гражданским обществом. Интеграция методов оценки риска с экономическими инструментами позволяет получить денежные эквиваленты потерь государства. Так, к примеру, установлено, что в 2013 г. только с воздействием приоритетных примесей атмосферного воздуха городов вероятно связано более 18,1 тыс. смертей и около 3979,4 тыс. заболеваний занятого населения (население трудоспособного возраста и работающие пенсионеры), которое по причине болезни, смерти или уходу за больным выбывает из процесса производства валового внутреннего продукта. Как следствие, экономические потери валового национального продукта составили в 2013 г. порядка 69,11 млрд руб.

Методология оценки рисков в сфере сохранения трудовых ресурсов востребована из-за все возрастающей потребности государства в сохранении здоровья работающих и в связи с ратификацией Российской Федерацией Конвенций Международной организации по охране труда, таких как: «Об основах, содействующих безопасности и гигиене труда»; «О защите работников от профессионального риска, вызываемого загрязнением воздуха, шумом и вибрацией на рабочих местах» и пр. При этом в России созданы предпосылки для полноценного анализа (оценки и управления) профессиональных рисков.

Для этого широко используются методические подходы, которые описаны в Руководстве по оценке профессионального риска для здоровья работников. Как вы помните, документ предполагает последовательное

выполнение идентификации опасности, априорную оценку риска, оценку степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой и т.п. Изложенные подходы успешно сочетаются и с методами эволюционного моделирования риска, которые позволяют оценить изменение риска с учетом стажа работы, любых изменений экспозиции (сменных, сезонных, годовых и т.п.), персональных особенностей образа жизни и т.п.

Метод дает возможность ретроспективных и прогнозных оценок риска возникновения профессиональных заболеваний. В целом задача управления рисками для здоровья работающих должна рассматриваться как одна из основных и наиболее значимых для прогрессивного развития страны.

Результатом оценки риска при анализе ситуации является выход на планируемые меры по минимизации угроз и опасностей, т.е. управление риском. Поскольку успех и эффективность управления риском существенно зависит от точек приложения усилий, от выбора перечня и сроков реализации мероприятий, специалисты органов и организаций Роспотребнадзора на этапе планирования выступают в качестве экспертов и консультантов, задавая векторы планов действий и оценивая достаточность и срочность мероприятий. Кроме того, государственной функцией является обеспечение управляющих действий общего характера – нормирование вредных воздействий, лицензирование опасной деятельности, проведение государственной экспертизы и т.п.

Основные типы мер по управлению рисками здоровью на уровне государства определены федеральными законодательными документами. Так, Федеральный закон от 30.03.99 N 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» определяет виды мер, предназначенных для управления на уровне государства угрозами санитарно-эпидемиологического характера; Федеральный закон «Об охране окружающей среды» предусматривает меры по управлению угрозами экологического характера и т.п. При этом на всех уровнях управления используют методы уклонения от риска; методы диверсификации и профилактики риска и/или методы компенсации.

Отечественное гигиеническое нормирование ориентировано на включение оценки риска в обоснование гигиенических нормативов качества среды обитания человека, поскольку разработка рискообоснованных («risk-based») стандартов является одним из условий гармонизации отечественной и международной нормативно-правовой базы санитарно-эпидемиологического благополучия и признания безопасности отечественных товаров, услуг, объектов среды обитания.

В настоящее время разработана структурно-функциональная модель реализации медико-профилактических технологий управления риском нарушений здоровья, ассоциированных с воздействием факторов среды обитания, основанная на практике взаимодействия органов и организаций Роспотребнадзора и учреждений практического здравоохранения с разделением их функций и полномочий. Предложено более 35 медико-профилактических технологий, 5 стандартов и протоколов профилактики болезней, ассоциированных с воздействием химических факторов, для работающих и населения.

Мониторинг риска систематически выполняется в рамках системы социально-гигиенического мониторинга, постоянно развиваясь в части повышения точности оценки экспозиции и анализа сочетанного воздействия разнородных факторов и т. п.

Крайне важным аспектом применения методологии оценки риска в рамках государственного управления является оптимизация контрольно-надзорной деятельности, где результаты оценки риска могут и должны являться основой классификации объектов по степени опасности для жизни и здоровья населения и инструментом определения эффективности принимаемых мер.

Оценка риска в сочетании с методом *затраты-выгоды* широко применяется при изучении эффективности санитарно-гигиенических мероприятий. Сопряжение прогнозных оценок риска с результатами контрольно-надзорной деятельности делают возможным анализ эффективности деятельности органов Роспотребнадзора.

Таким образом, применение методологии оценки риска на всех этапах управления санитарно-эпидемиологической ситуацией позволяет:

- на стадии анализа ситуации оценивать степень безопасности населения, в т.ч. работающих и потребителей товаров, выделять основные источники и факторы опасности как точки приложения усилий;
- на стадии планирования обосновывать наиболее эффективные технологии минимизации угроз и опасностей;
- на стадии реализации оценивать фактическую эффективность мероприятий;
- на стадии контроля и надзора выделять приоритеты для концентрации усилий на объектах наибольшего риска для здоровья граждан.

В целом риск-ориентированная система управления санитарно-эпидемиологическим благополучием населения должна обеспечивать постоянное улучшение ситуации в стране, а также достижение

стратегических целей государства по сохранению и преумножению человеческого потенциала страны.

При этом актуальным представляется разработка следующих направлений:

- совершенствование законодательной базы Российской Федерации в части расширения областей применения методологии анализа риска здоровью в сфере защиты обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, охраны здоровья работающих и прав потребителей на безопасность товаров и услуг;

- исследование и систематизация методов оценки отдельных видов рисков и совокупного (интегрального) риска здоровью при воздействии разнородных факторов среды обитания;

- разработка стохастической (имитационной) структурной модели оценки совокупного риска здоровью, а также проверка ее адекватности в эпидемиологических исследованиях;

- совершенствование научно-методических основ оценки экспозиции населения к вредным факторам как основы корректной оценки риска для здоровья;

- развитие информационно-аналитической базы моделей зависимостей экспозиция-ответ применительно к различным типам и уровням экспозиции и контингентам риска;

- разработка подходов к классификации рисков и установлению уровней допустимого риска для здоровья человека;

- поиск путей повышения точности оценок и эффективности действий по минимизации риска;

- совершенствование экономических аспектов анализа риска здоровью и прогнозирования мер, направленных на снижение потерь, связанных с негативными изменениями здоровья граждан;

- модернизация способов прогнозирования угроз для здоровья населения Российской Федерации;

- развитие системы информирования о риске как важной составляющей управления риском.

Развитие системы УПР позволит при общем снижении административной нагрузки как на хозяйствующие субъекты, так и на надзорные органы, сконцентрировать контроль на тех объектах, которые формируют реальные угрозы и риски для здоровья населения, а, следовательно, обосновать меры по реальному снижению опасностей.

РАЗДЕЛ 11. ОПЫТ ЕВРОСОЮЗА И НЕКОТОРЫХ СТРАН МИРА ПО ОЦЕНКЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА

11.1 Системы оценки и управления профессиональным риском в ряде индустриально развитых стран мирового сообщества Соединенные Штаты Америки

Стратегия охраны труда и безопасности рабочих мест в США является частью Стратегического плана министерства труда Соединенных Штатов. В Стратегии отражены основные направления работы федерального ведомства, отвечающего за политику в сфере труда в ответ на вызовы XXI века. План составлен по классическим правилам стратегического менеджмента, т. е. отражает миссию, видение, организацию исполнения стратегии, четыре кратко и четко сформулированные стратегические цели, блоки основных индикаторов результативности, привязанных к каждой цели (2–3, максимум 6 показателей в каждом блоке), и принципы оценки целевых программ. Содействие безопасным, здоровым и защищенным рабочим местам является третьей из четырех стратегических целей правительства США в сфере труда. Для достижения этой цели Минтруд США намерен разработать новые инновационные подходы исполнения законов и программ, направленных на защиту здоровья и трудовых прав работников.

В Стратегии декларируется позиция о том, что со времени принятия в 1970 г. федерального закона об охране труда и профессионального здоровья работников Америка в части достижения третьей стратегической цели встречает новые вызовы, связанные с демографическими изменениями, терроризмом и спросом на природные ресурсы.

Помимо общей администрации в сфере охраны труда и профессионального здоровья для реализации упомянутого федерального закона об охране здоровья и труда с 1977 г. действует специальная отраслевая администрация по охране труда.

Наряду с жесткими санкциями за нарушение трудового законодательства по охране труда (штрафы за первое нарушение \$250 тыс., за повторное – до \$500 тыс.), в стране действуют специальные федеральные программы в сфере охраны труда и здоровья работников (отраслевые программы в опасных секторах, программы стратегического партнерства, программы консультаций, образовательные, тренинговые, грантовые программы и т. д.). С 2011 запущена программа *Total Worker Health* – «Полное здоровье работника» (TWH), разработанная NIOSH. TWH определяется как политика, программы и практики, которые объединяют

защиту от связанных с работой опасностей с продвижением усилий по предотвращению травм и заболеваний для улучшения благосостояния работников.

Программа TWH поддерживает разработку и внедрение инновационных исследований и лучших практик, направленных на снижение профессионального риска. Подход TWH объединяет мероприятия по обеспечению безопасности и здоровья на рабочем месте с действиями, способствующими общему благосостоянию работников.

Канада

В Правилах промышленной безопасности и здоровья, принятых в Канаде в 1986 году, приводятся требования к оценке рисков для конкретных видов деятельности. Трудовое законодательство Канады предполагает создание Совета по связям с промышленностью (далее – Совет), в состав которого включаются представители работодателей и работников. Полномочия Совета, в частности, заключаются в праве вызывать в суд, требовать предоставления документов и вещественных доказательств, необходимых Совету для проведения всестороннего расследования по вопросам, находящимся в юрисдикции Совета. Эксперты Совета имеет право посещать любое помещение, в котором выполнялась работа, являющаяся предметом слушания, а также инспектировать условия труда, материалы, оборудование или изделия и проводить опрос любых лиц.

Общей обязанностью работодателя в соответствии с трудовым законодательством является гарантия того, что здоровье и безопасность каждого нанятого им работника на каждом рабочем месте защищены.

В целях обеспечения здоровья и безопасности, трудовое законодательство Канады предусматривает организацию комитетов по политике безопасности и здоровья. Создание таких комитетов вменяется в обязанность каждому работодателю, нанимающему триста и более работников. Это требование является обязательным. В обязанности комитетов входит участие во всех вопросах, касающихся разработки и реализации программ мониторинга условий труда и состояния здоровья работников, оценки и управления профессиональным риском.

Япония

В 1972 году в Японии был принят закон о промышленной безопасности и здоровье, который был призван гарантировать здоровье и безопасность работников на рабочих местах. К таким мерам закон, в частности, относит разработку стандартов по предотвращению различного рода опасностей, разъяснение ответственности за обеспечение безопасности и здоровья на рабочих места, а также инициативные добровольные мероприятия,

разрабатываемые и реализуемые с целью предотвращения несчастных случаев на производстве.

В соответствии с нормативными актами, каждый работодатель обязан для каждого рабочего места назначить руководителя по вопросам безопасности и здоровья, специалиста по технике безопасности, санитарного инспектора (работника, ответственного за вопросы безопасности и здоровья или только за вопросы здоровья), производственного терапевта, специалиста по техническому обслуживанию и т.п. Работодатель обязан производить измерения условий труда в случае использования опасных видов работ, а также вести необходимый учет результатов проведения измерений. На Министерство здравоохранения, труда и социального обеспечения возлагаются обязанности по изданию руководящих указаний по проведению таких измерений. Служба по проведению измерений условий труда определяется законом как лицо или организация, зарегистрированная Министерством здравоохранения, труда и социального обеспечения или Генеральным директором Бюро труда Префектуры.

11.2 Системы управления риском в странах Европейского союза

В странах ЕС современные методы оценки риска нашли применение уже в 1970-е годы. С этой целью приняты законы, обязывающие работодателей проводить оценку риска; разработаны методические рекомендации по принципам и методам оценки, оформленные в форме национальных стандартов; проводятся масштабные исследования профессиональных рисков в производствах с повышенным уровнем опасности и вредности; накапливается обширная статистическая база, позволяющая проводить углубленный анализ наличия и проявления факторов риска с позиции их повреждающих эффектов. По мнению Европейского Агентства по Безопасности и Здоровью на Работе, начиная с принятия в 1989 году рамочной Директивы Европейского Союза 89/391/ЕСС «О введении мер, содействующих улучшениям в области безопасности и здоровья работников на работе», оценка риска является краеугольным камнем европейского подхода к профессиональным безопасности и здоровью. Правительства стран ЕС в последние годы уделяют повышенное внимание оценке риска и разработке мер по его минимизации. В международной практике распространенным подходом к оценке профессиональных рисков является так называемая «пятишаговая система»:

Шаг 1. Идентификация опасностей, приводящих к риску. На этом этапе требуется рассмотреть на рабочем месте все, что потенциально может

привести к причинению вреда, и определить работников, которые могут подвергаться опасности.

Шаг 2. Оценивание и «ранжирование» рисков (их серьезность, их вероятность и т.п.), распределение по важности.

Шаг 3. Определение превентивных мер. На этом этапе необходимо идентифицировать подходящие меры для исключения рисков и управления рисками.

Шаг 4. Принятие мер. Реализация данного шага заключается в составлении плана реализации защитных и превентивных мер (возможно, не все проблемы могут быть решены немедленно), определении, кто, что и когда конкретно делает и какими средствами обеспечивается выполнение запланированных мер.

Шаг 5. Мониторинг и проверка. Оценку следует проводить на регулярной основе. Результаты оценки должны пересматриваться при значимых изменениях в организации производства, а также при несчастных случаях.

Методологическими подходами по оценке профессиональных рисков, используемыми в странах Западной Европы являются, прежде всего, качественные методы анализа воздействия риска на состояние здоровья работников.

Согласно рамочной Директиве, основными принципами профилактики, на основе которых работодатель должен принимать меры по защите здоровья и безопасности работников являются:

- a. избегать рисков;
- b. производить оценку рисков, которых нельзя избежать;
- c. бороться с рисками в их источнике;
- d. приспособлять работу к конкретному работнику, особенно это касается дизайна рабочих мест, выбора рабочего оборудования, выбора методов работы и производства, с учетом возможности облегчения монотонного труда, труда с заранее заданным темпом и снижения их влияния на здоровье работников;
- e. адаптироваться к техническому прогрессу;
- f. заменять что-либо опасное неопасным и менее опасным;
- g. разрабатывать последовательную общую политику профилактики, которая охватывает технологию, организацию работы, условия труда, социальные отношения, а также влияние факторов, действующих в рабочей среде;
- h. отдавать мерам коллективной защиты приоритет над индивидуальными мерами;
- i. осуществлять соответствующее инструктирование работников.

Можно отметить, что пп. с-і относятся к управлению рисками. При этом работодатель должен владеть оценкой рисков для безопасности и здоровья.

Считается, что, если риски не оценены должным образом, не может быть начат процесс управления рисками, и вряд ли могут быть определены соответствующие профилактические меры.

Создание безопасных условий на работе позволяет компаниям сократить затраты, связанные с профессиональными несчастными случаями и болезнями. Надлежащая оценка риска помогает уменьшать потери рабочего времени по болезни, страховые затраты снижаются в связи с меньшим количеством страховых случаев. Оценка риска повышает мотивацию работников, уменьшает текучесть кадров. Все это помогает фирмам становиться более конкурентоспособными.

Признается важным, чтобы предприятия всех отраслей и размеров выполняли требования рамочной Директивы, регулярно проводили оценку рисков, а также проверку эффективности принятых мер, документирование результатов оценки, ее регулярный пересмотр и обновление.

Следует отметить, что внедрение оценки риска является достаточно длительным процессом, далеко не на всех предприятиях в странах Европы проведена эта работа и системный переход к УПР достаточно долг даже в сравнительно небольших странах.

Европейским Агентством по безопасности и здоровью на работе разработаны инструменты оценки рисков на основе материалов всех стран Европы. Эти инструменты являются бесплатными и доступны в сети. База данных по инструментарию оценки рисков регулярно обновляется. Оценка риска является обязательной процедурой для всех работодателей ЕС. Контролем ее выполнения занимаются государственные инспекторы, на которых также возлагается консультирование работодателей, а уже затем, если работодатель игнорирует мнение инспектора, вступают в силу санкции.

Далее приведены материалы, описывающие процедуры оценки и управления профессиональным риском в некоторых странах Европы.

Великобритания

Одним из первых документов, где речь идет о рисках для безопасности и здоровья на работе, в Великобритании был Закон Соединенного Королевства 1974 года «О здоровье и безопасности на работе». Этим законом на работодателя возлагалась обязанность: организовать производство, «насколько это возможно практически и в пределах разумного», безопасным и без рисков для здоровья; предусмотреть порядок, гарантирующий безопасность и отсутствие рисков для здоровья при использовании, хранении

и перемещении изделий и веществ; поддерживать подходы к местам работы и выходы из них в состоянии, обеспечивающем безопасность и отсутствие рисков для здоровья... и т.д. При этом предполагалось, что более широкий и более общий подход к достижению цели основан на наиважнейшем принципе: «Те, кто создает риск, находятся в лучшей позиции для управления им».

Возглавляют работу по охране труда в Великобритании две организации: Комиссия по гигиене и безопасности труда и Исполнительный комитет по гигиене и безопасности труда. К функциям Комиссии относятся: разработка мер для проведения соответствующих исследований, публикация результатов исследований, проведение обучения и информирования в соответствии с поставленными целями; подготовка соответствующих мер для обеспечения предоставления информации и консультативное сопровождение деятельности ведомств, работодателей, служащих, организаций, представляющих работодателей и работников; обращение в органы, уполномоченные на утверждение нормативных документов, с предложениями по принятию правил, касающихся применения положений соответствующего законодательства.

Документ «Снижение риска, обеспечение безопасности людей», выпущенный Исполнительным комитетом в 1999 г. рекомендует классифицировать риск по трем категориям: ***недопустимый, приемлемый и в целом допустимый***. Даны рекомендации по методикам оценки риска и стоимости мероприятий по его снижению.

Политика по управлению риском осуществляется Региональным советом здравоохранения в соответствии с разработанными методическими рекомендациями «5 шагов к оценке рисков». В соответствие с этими рекомендациями оценка риска проводится по этапам.

– Первый этап – классификация работ, их группировка и получение необходимой информации о них.

– Второй этап – выявление вредных факторов. Их можно сгруппировать в пять категорий: физические, химические, биологические, эргономические, поведенческие.

– Третий этап – установление риска. Риск оценивается путем оценки потенциальной тяжести наносимого вреда и вероятности его наступления.

– Четвертый этап – решение, является ли риск приемлемым, причем оценка приемлемости риска проводится по пятиступенчатой шкале.

– Пятый этап – разработка плана действий по контролю риска.

– Шестой этап – оценка адекватности планов действий.

По результатам оценки должны быть сделаны четкие, поддающиеся проверке и обновлению регистрационные записи, в которых должны содержаться актуальные описания рисков.

Нидерланды

В Голландии обязательство проведения оценки риска закреплено в Законе об условиях труда (1998 г.) и в Указе об условиях труда (1998 г.). В Законе об условиях труда предусмотрено, что работодатели должны вести письменную опись и анализ рисков, описание опасностей и мер, направленных на сокращение рисков, разрабатывать план действий и письменный отчет о его выполнении. В соответствии со статьей 3.1 Закона, работодатель должен проводить политику, направленную на улучшение условий труда, которая должна быть «настолько основательной, насколько это возможно». Он также должен соблюдать следующие требования: работа должна быть организована таким образом, чтобы она не оказывала никакого отрицательного влияния на здоровье и безопасность работников; опасности и риски, угрожающие здоровью и безопасности работников, должны быть устранены или сокращены на ранних стадиях; оснащение рабочего места, методы работы, используемые для работы ресурсы, а также содержание работы должны быть приспособлены к личным качествам конкретных работников; необходимо избегать выполнения работниками монотонной и часто повторяющейся в короткий промежуток времени работы, а также работы в контролируемом темпе, на который сам работник не может повлиять. Согласно Статье 5 Закона об условиях труда, политика работодателя, направленная на улучшение условий труда, должна предусматривать составление «реестра» рисков и анализ рисков (оценку рисков), присущих той работе, которая выполняется работниками. Оценка рисков производится посредством пяти шагов:

Шаг 1: Выявление угроз.

Шаг 2: Определение того, кто может пострадать и как.

Шаг 3: Оценка рисков и определение мер предосторожности.

Шаг 4: Финансирование результатов оценки и выполнение запланированных мероприятий.

Шаг 5: Пересмотр оценки рисков и ее усовершенствование при необходимости.

Оценка рисков должна включать также описание опасностей и мер, направленных на сокращение рисков. План действий, содержащий меры, направленные на устранение и сокращение рисков, и раскрывающий их взаимосвязь, должен являться частью оценки рисков и должен содержать сроки выполнения запланированных мероприятий. В Голландии не

существует специальный стандарт, устанавливающий, как следует проводить оценку рисков на рабочем месте. Контроль за проведением оценки риска осуществляется инспекцией труда. В случае выявления трудовым инспектором нарушений закона об условиях труда, инспектор производит проверку того, была ли данным работодателем проведена оценка рисков.

Финляндия

Образцом для многих стран Евросоюза в области охраны труда стала Финляндия, которая имеет многолетний и успешный опыт работы по управлению профессиональными рисками и улучшению условий охраны труда на предприятиях. Согласно Закону об охране труда работодатель обязан заботиться о здоровье своих работников и производить оценку рисков. Оценка риска является систематическим процессом и проводится по этапам, схематически представленным на рисунке 27.

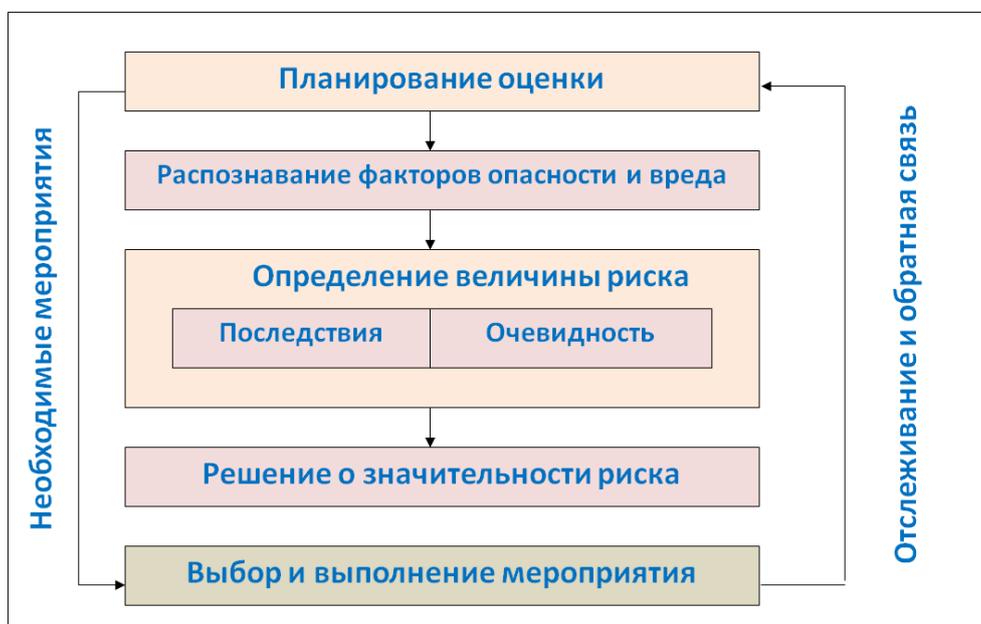


Рисунок 27 – Этапы оценки и управления рисками.

Особенное внимание уделяется вопросам организации управления охраной труда и механизмам внедрения системы управления профессиональными рисками через институт профсоюзов. На каждом рабочем месте ведется профсоюзный учет различных факторов (как физических, так и психологических), потенциально опасных для здоровья работника, налажена формализованная и стандартизированная система учета профессиональных рисков, степени их вероятности и характера влияния на здоровье. Важно, что профсоюзам и самому работнику отводится активная

роль в оценке профессиональных рисков и мерах по их снижению рисков путем соблюдения требований безопасности труда.

Особый интерес представляет исследование «Здоровье и мир труда: содействие здоровью на рабочем месте как инструмент улучшения и продления трудовой жизни», которое было проведено по заказу министерства социальных дел и здравоохранения Финляндии. По итогам этого исследования были сформированы рекомендации, которые нашли отражение в директивах стран Евросоюза.

Германия

В Германии уже более 30 лет действует централизованная система организации выполнения измерений для мониторинга условий труда на предприятиях страны, что позволяет их использовать для оценки профессионального риска.

Эта система создана на базе Национального института медицины труда совместными усилиями соответствующих органов государственного контроля, национальной ассоциации страхования от несчастных случаев на производстве, и промышленности. Специальное подразделение оснащено наиболее современным оборудованием, позволяющим проводить все практически все виды аналитических исследований в области гигиены труда. Только в 2006 году специалисты Федерального центра измерений обследовали более 4 000 предприятий отобрав более 30 000 проб и произведя более 110 000 аналитических исследований.

Целями аналитического центра является:

- проведение инструментальных аналитических исследований проб, отобранных в воздухе рабочей зоны предприятий страны,
- систематизация и анализ информации для составления заключений и рекомендаций по условиям труда на рабочих местах различных промышленных предприятий, предоставление фактических данных для связи выявленных нарушений в состоянии здоровья работников с условиями труда, проведения научных исследований (в первую очередь эпидемиологических), разработки и совершенствования действующего законодательства.

Измерения на рабочих местах (отбор проб) проводится сертифицированными лабораториями в соответствии с действующими на территории Германии требованиями для каждого конкретного вида исследований (детально определяются требования к оборудованию, выбору мест замеров, продолжительности замеров и др.).

В тех случаях, когда анализ проб не требует специального оборудования, аналитические исследования проводятся на месте усилиями независимых сертифицированных лабораторий. Полученные результаты

остаются на обследованном предприятии, а копии отправляются в аналитический центр. В случае необходимости использования дорогостоящего оборудования и высококвалифицированных специалистов отобранные пробы отправляются в аналитический центр, откуда копии полученных результатов высылаются на предприятия. Для хранения данных в целях гармонизации и систематизации информационных ресурсов аналитический центр предоставляет предприятиям специально разработанные формы учёта информации по контролю условий труда. Согласно законодательству данные хранятся на предприятии всё время его существования, а в случае закрытия направляются в Национальный институт медицины труда и в национальную ассоциацию страхования от несчастных случаев на производстве. Сбор данных проводится как с целью оперативной характеристики условий труда на обследуемом предприятии, так и дальнейшего анализа. В Национальном институте медицины труда (аналитическом центре) данные классифицируются по:

- предприятиям,
- видам деятельности и рабочим операциям,
- характеристикам производственных помещений,
- видам производственных процессов,
- видам используемых материалов и продукции,
- условиям отбора проб,
- методам измерений.

Все результаты измерений уровней воздействия вредных и опасных факторов на рабочих местах с 1972 года сводятся в единую федеральную базу данных (в настоящее время в ней содержатся результаты комплексного анализа миллионов проб отобранных на десятках тысяч предприятий). Детальная информация, содержащаяся в этой базе данных доступна только по запросу национальной ассоциации страховщиков для связи выявленных изменений в состоянии здоровья с профессиональной деятельностью или для использования в эпидемиологических исследованиях. В то же время, регулярно публикуются обобщённые результаты статистической обработки данных по условиям труда в отдельных отраслях промышленности, в целом по стране и т.д.

Одним из преимуществ существования в стране аналитического центра и централизованной базы данных является достижение унификации методических подходов к контролю условий труда, показателей воздействия, измеряемых величин на федеральном уровне и обеспечение централизованного сбора и анализа результатов контроля по всей стране.

Полученные данные в свою очередь используются для оценки профессионального риска.

Польша

Польша – одна из немногих стран, законодательно закрепившая оценку и управление профессиональными рисками. В соответствии с требованиями польского законодательства, оценка рисков является одним из основных обязательств работодателя. Это обязательство было введено законодательством Польши более 10 лет назад в процессе сближения польского законодательства с правовой системой Европейского Сообщества.

В польском трудовом законодательстве (Глава 10, статья 226 «Профилактическая охрана здоровья») говорится о том, что работодатель обязан оценить и задокументировать профессиональные риски, связанные с выполняемой работой, предпринять необходимые меры, направленные на снижение рисков, информировать работников о рисках, связанных с выполняемой ими работой, а также о мерах, предпринимаемых в целях снижения данных рисков. Оценка рисков должна происходить при участии работников. В соответствии с законодательством, работодатель должен консультироваться с работниками или их представителями по всем действиям, связанным с их здоровьем и безопасностью, в частности, по изменениям в организации работы, в технологии и применении химических веществ – если они могут привести к угрозе безопасности или жизни работников; по оценке и информированию о рисках.

Критерии, применяемые в оценке профессиональных рисков, содержатся в различных правовых актах, например, в постановлении Министра труда и социальной политики Польши «О минимально допустимых концентрациях и интенсивности воздействия вредных факторов на здоровье работников в рабочей среде». Законодательно не устанавливается регламент (правила, процедуры) оценки профессиональных рисков и не определяются детали, касающиеся формы документирования рисков. Поэтому после введения в законодательство обязательства проведения оценки рисков был предпринят ряд мер, направленных на поддержку практического применения оценки рисков в компаниях, в основном в рамках правительственной стратегической программы «Охрана труда и здоровья человека в рабочей среде», начатой по инициативе Правительства Польши в 1995 году.

Разработанные в Польше стандарты предназначены для добровольного исполнения. Стандарт PN-N18002 «Системы управления сферой здоровья и безопасности работников. Общее руководство по оценке профессиональных рисков» содержит положения по оценке профессиональных рисков в

организациях. Данный стандарт лежит в основе концепций других стандартов, в частности PN-IEC 300-3-9, BS 8800 и PN-EN 1050. Стандарт разъясняет цели оценки профессиональных рисков, вопросы организации оценки рисков в компании, включая субъекты оценивания профессиональных рисков и то, как правильно оценивать риски. В стандарте приводятся также примеры того, как производить оценку рисков, возникающих в связи с подверженностью работников воздействию химических веществ и шуму. Стандарт формирует основу для оценки рисков в польских компаниях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Роль и значение управления рисками на производстве как инструмента снижения потерь и повышения эффективности экономики предприятия продолжает расти. Значение этого инструмента возрастает из-за роста самих рисков, что является общемировой тенденцией, обусловленной усложнением функционирования современного общества. В соответствии с Концепцией демографической политики РФ одной из долгосрочных стратегических целей государства является сокращение уровня смертности и травматизма от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний за счет перехода в сфере охраны труда к системе управления профессиональными рисками. Правительство РФ рассматривает создание национальной системы управления профессиональными рисками в качестве нового инструмента для сохранения здоровья работников на российских предприятиях. Основой всех организационно-технических мероприятий по обеспечению безопасности труда в рамках реализации этих систем должны стать всесторонний, комплексный анализ и оценка потенциального риска. Управление профессиональными рисками становится главным элементом повышения безопасности труда.

Авторы данного учебного пособия надеются, что приведенные в нем материалы позволят расширить знания студентов-медиков, врачей-гигиенистов, а также специалистов по охране труда об основах оценки и управления профессиональным риском, что позволит более эффективно разрабатывать и внедрять программы, направленные на охрану здоровья работников.

Следует, однако, отметить, что хотя система оценки профессионального риска существует в нашей стране уже не одно десятилетие, разработка методических основ этого сложного процесса по-прежнему актуальна. Это прежде всего обусловлено важностью проблемы с точки зрения охраны здоровья трудящегося населения, поскольку объективные данные об уровне профессиональных опасностей предполагает и проведение мероприятий по защите здоровья работников. Исследования многих авторов направлены на совершенствование подхода к интегральной оценке профессионального риска, которая, прежде всего, была бы доступна для практического применения, а получаемые результаты оценки риска были однозначными, надёжными и достоверными. Требуется разработка унифицированного методического подхода к комплексной оценке риска по состоянию факторов производственной среды, трудового процесса с целью создания перечня типовых рабочих мест по основным профессиональным

группам с повышенным уровнем профессионального риска и организации на них постоянного мониторинга условий труда. Разработка такого единого практико-ориентированного подхода к оценке профессионального риска будет способствовать повышению мотивации работодателя в улучшении условий труда, а также снижению профессиональных рисков на рабочем месте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бухтияров И.В. Современное состояние и основные направления сохранения и укрепления здоровья работающего населения России. – Электронный ресурс. – URL: https://congress.oh-events.ru/doc/arch/2019_plenSes-BukhtiiarovIV.pdf

2. Мельцер А.В., Киселев А.В. Гигиеническое обоснование комбинированных моделей оценки профессионального риска // Медицина труда и промышленная экология. – 2009. – № 4. – С. 1-5.

3. Cornfield, J. A Method for Estimating Comparative Rates from Clinical Data. Applications to Cancer of the Lung, Breast, and Cervix // Journal of the National Cancer Institute, 1951. – N 11. – P. 1269-1275.

4. Измеров Н.Ф., Прокопенко Л.В., Симонова Н.И. и др. Методика расчета индивидуального профессионального риска в зависимости от условий труда и состояния здоровья работников // Актуальные проблемы медицины труда: сб. тр. / под ред. Н.Ф. Измерова. – М.: Реинфор, 2010. – С. 132-162.

5. Смулевич В.Б. // Вопр. онколог. – 1990. – Т. 36, №4. – С. 497-500.

6. Ильницкий А.П., Степанов С.А., Пилищенко В.А. // Инф. бюлл. Первичная профилактика рака. – 2008. – Вып. 1, 2. – С. 17-21.

7. Ильницкий А.П., Соленова Л.Г. Актуальные вопросы профессионального рака в России // Медицина труда и промэкология. – 2017. – № 3. – С. 1-5.

8. Попков В.М., Чеснокова Н.П., Ледванов М.Ю. Активация липопероксидации как ведущий патогенетический фактор развития типовых патологических процессов и заболеваний различной этиологии. – М.: Академия Естествознания, 2012. – Электронный ресурс. – URL: <https://www.monographies.ru/en/book/view?id=178>

9. Ильницкий А.П. 60 лет деятельности комиссии по канцерогенным факторам Здравоохранение Российской Федерации. 2018; 62 (3). – С. 157-163. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0044-197X-2018-62-3-157-163>

10. Шабад Л.М. О циркуляции канцерогенов в окружающей среде. М., 1973.

11. Чаклин А.В. Краевые особенности распространения злокачественных опухолей. – Л.: Медгиз, 1963.

12. Смулевич В.Б., Бульбулян М.А., Кацнельсон Б.А. Особенности изучения эпидемиологии опухолей в профессиональных группах // Эпидемиология рака в странах СЭВ / Под ред. А.В. Чаклина. – М.: Медицина, 1979. – С. 118-131.

13. Разработка «Методики расчета индивидуального профессионального риска в зависимости от условий труда и состояния здоровья работника» и «Методики расчета интегрального показателя уровня профессионального риска в организации». – Электронный ресурс. – URL: <http://www.kiout.ru/info/publish/216>

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

1. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» по результатам мероприятий по контролю N 52-ФЗ от 30.03.1999.
2. Федеральный закон «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» № 125-ФЗ от 24.07.1998
3. Трудовой кодекс Российской Федерации N 197-ФЗ от 30.12.2001 (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022).
4. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «Классификация видов экономической деятельности по классам профессионального риска» N 851н от 30.12.2016.
5. Постановление Минздрава РФ «Временное положение об аккредитации органов по оценке риска в Российской Федерации» N 11 от 29.07.1999.
6. Постановление Правительства РФ «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты правительства Российской Федерации» (с изменениями на 6 октября 2021 года) №806 от 17.08.2016.
7. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ и Главного государственного инспектора РФ по охране природы «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации» от 10.11.1997 г.
8. Приказ Минтруда России «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков» N 926 от 28.12.2021.
9. Приказ Министерства здравоохранения и соцразвития РФ «Перечень профессиональных заболеваний» №417н от 27.04.2012.
- 10.Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».
- 11.Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников, организационно-методические основы, принципы и критерии оценки».

- 12.Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».
- 13.СП 1.1.1058-01 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» (с изменениями и дополнениями от 27 марта 2007 г.).
- 14.СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
- 15.СанПиН 1.2.2353-08 «Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности» (с изменениями и дополнениями).
- 16.ГОСТ Р 58771-2019 «Менеджмент риска. Технологии оценки риска» (ИЕС 31010:2019, NEQ).
- 17.МУ 2.2.9.2493-09 «Санитарно-гигиеническая паспортизация канцерогеноопасных организаций и формирование банков данных».
- 18.МР «Модель региональной программы первичной профилактики рака». – Утв. руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 08 октября 2010 г.
- 19.МР «Методика расчета индивидуального профессионального риска в зависимости от условий труда и состояния здоровья работника». – Утв. Председателем Научного совета 45 Минздравсоцразвития России и РАМН «Медико-экологические проблемы здоровья работающих 23.06.2011. – М., 2012 - 29 с.
- 20.МР 2.1.10-0156-19 «Оценка качества атмосферного воздуха и анализ риска здоровью населения в целях принятия обоснованных управленческих решений в сфере обеспечения качества атмосферного воздуха и санитарно-эпидемиологического благополучия населения». – Утв. руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 23 марта 2012 г.
- 21.Профессиональный риск для здоровья работников (Руководство) / Под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова. – М.: Тровант, 2003. – 308 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Негативные эффекты в состоянии здоровья работников при воздействии неблагоприятного микроклимата

Таблица П1 – Риск общего охлаждения и его характеристики при работе на открытой территории в зимний период года

Риск охлаждения и его обозначение (R)	Класс условий труда	Характеристика риска по показателям теплового состояния человека				
		Интегральный показатель условий охлаждения, баллы**	Дефицит тепла в организме, ДТ, кДж/кг	Напряжение реакций терморегуляции	Снижение* средневзвешенной температуры кожи, °С	Теплоощущения, балл
Игнорируемый (пренебрежимо малый) (+)	1–2	20–32	$\leq 2,72$	слабое	до 1,1	слегка прохладно
Умеренный (++)	3.1–3.2	32–46	$2,72 < ДТ \leq 4,82$	умеренное	до 2,7	прохладно
Существенный (+++)	3.3–3.4	46–57	$4,82 < ДТ \leq 6,2$	сильное	до 4,3	холодно
Критический (++++)	4	> 57	> 6,2	очень сильное	> 4,3	очень холодно

Примечание: * – от оптимального уровня
** – с вероятностью $\geq 0,5$

Продолжение таблицы П1

Риск охлаждения и его обозначение (R)	Класс условий труда	Характеристика риска по показателям функционального состояния и состояния здоровья					
		Снижение работоспособности, %			Рекомендуемая продолжительность пребывания на холоде, ч	Нарушение здоровья при	
		общей физической	мануальной			остром воздействии (ИПУО, балл)	хроническом воздействии (заболевание)
кистью	пальцами						
Игнорируемый (+)	1–2	до 3	до 6	до 10	8	< 34	не выражены
Умеренный (++)	3.1–3.2	до 6,4	до 10	до 18	4	$34 < ИПУО < 47$	не выражены
Существенный (+++)	3.3–3.4	до 12,8	до 15	до 27	2	$47 < ИПУО < 57$	Нейроциркуляторная дистония, жалобы на онемение (20%) и ноющие боли в руках. Вегетососудистые нарушения (у 38% обследованных). Сокращение срока развития вибрационной болезни
Критический (++++)	4	> 12,8	> 15	> 27	< 1	> 57	

Продолжение таблицы П1

							(на 4–5лет) при сочетанном воздействии холода и локальной вибрации. Профессиональные невровакулиты: при стаже ≤10 лет-субъективные нарушения; >10лет- выраженные формы заболевания.
Примечание: * – продолжительность непрерывного пребывания на холоде 2 часа							

Таблица П2 – Риск перегревания и его характеристики (хронический тепловой стресс)

Класс условий труда	Превыш. верхней границы оптим. уровня ТНС-индекса, С°	Риск перегревания	Характеристика риска								
			Накопление тепла в организме, ΔQ _{тс} , кДж/кг (верхняя граница)	Напряжение реакций терморегуляции	Снижение физической работоспособности, %	Снижение производительности труда, %		Относительный риск смерти от болезней			
						Физическая работа	Умственная работа	артерий артериол, капилляров	Гипертонической	ИБС	
1	-	отсутствует	±0,87	очень слабое (минимальное)	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	-	-	-	
2	3,0	малый	2,60	слабое	до 15	до 20	до 10	0,96	8,2	-	
3	3.1	3,3	умеренный	2,75	умеренное	до 19	до 22	до 12	1,80	9,2	1,0
	3.2	4,2	высокий	3,30	Выраженное	до 25	до 27,9	до 22	2,60	10,4	1,8
	3.3	5,5	очень высокий	4,00	сильное	до 29	до 36,5	до 42	3,80	11,4	2,5
	3.4	8,0	чрезвычайно высокий	5,50	очень сильное	до 40	до 53	до 85	4,45	14,4	6,2
4	более 8	критический	7,00 и выше	Чрезвычайное (опасное)	до 55 и выше	более 53	более 85	4,45	более 14,4	>6,2	

Таблица П3 – Влияние тепловой нагрузки среды на некоторые показатели здоровья работников (хронический тепловой стресс)

Класс условий труда	Риск перегревания	Нарушение здоровья	
		После нескольких месяцев (недель) работы	После 1 года работы
1	Отсутствует	-	-
2	Малый	-	-
3.1	Умеренный	-	-
3.2	Высокий	-	-
3.3	Очень высокий	Тепловое истощение, головная боль, боли в животе, нарушение сна, раздражительность, тахикардия, сыпь, тошнота	Вегето-сосудистая дистония по кардиальному и гипертоническому типу. Гипертензия, снижение либидо и потенции, поражение миокарда, не злокачественные болезни органов пищеварения, гипохлоремия.
3.4	Чрезвычайно высокий		
4	Критический		

Расчет показателей количественной оценки риска

1. Алгоритм расчета показателей соотношения стандартизованной заболеваемости (ССЗ) и смертности (ССС)

Результаты проспективного исследования оценивают путем сопоставления исходов, зафиксированных в различных наблюдаемых группах населения. В связи с тем, что состав когорты за время наблюдения меняется вследствие при соединения новых лиц, исключения ряда членов когорты из-за изменения условий труда (переход в другую группу), выбытия из-под наблюдения, заболевания, смерти, естественного старения когорты, при вычислении показателей заболеваемости в сравниваемых группах населения необходимо учитывать не только число наблюдаемых лиц, но и сроки наблюдения за ними. Такая возможность представляется при выражении знаменателя показателя заболеваемости в человеко-годах. Возрастные и стандартизованные показатели частоты вычисляются по отношению к человеко-годам обычными методами. В табл. П1 приведен пример расчета ожидаемых чисел случаев заболевания.

Таблица П1 – Расчет ожидаемого числа случаев заболеваний раком желудка у больных сахарным диабетом в крупном промышленном городе

Возраст, годы	Число больных сахарным диабетом		Заболеваемость раком желудка в общем населении города		Ожидаемое число заболеваний	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины	Мужчины (2)×(4) 100000	Женщины (3)×(5) 100000
1	2	3	4	5	6	7
30–34	568	673	10,3	12,4	0,0585	0,0834
35–39	397	564	52,7	24,6	0,2092	0,1387
40–44	366	627	68,2	57,7	0,2498	0,3618
45–49	382	449	86,7	58,4	0,2712	0,2642
50–54	315	393	174,9	102,9	0,5513	0,4048
55–59	284	401	417,8	188,4	1,1871	0,7539
60–64	249	340	552,7	300,0	1,3769	1,0200
65+	191	214	643,4	386,8	1,2281	0,8282
Всего	2652	3661	67,2	89,1	5,13215	3,85504

На основании приведенных данных можно вычислить показатель соотношения стандартизованной заболеваемости (ССЗ), определяемый как процентное отношение фактического числа случаев заболеваний (Ф) к ожидаемому (О). Если среди больных сахарным диабетом фактически заболело раком желудка 16 человек, то

$$ССЗ = \Phi / O \times 100 = 16/9 \times 100 = 177,8\%$$

Ориентировочно среднее квадратическое отклонение для ССЗ может быть определено по формуле:

$$\delta ССЗ = \sqrt{\Phi \times 100 / O} = \sqrt{16 \times 100 / 9} = 44,4\%$$

Отсюда при $p=95\%$:

$$ССЗ- = 177,8 - 44,4 \times 2 = 89,0$$

$$ССЗ+ = 177,8 + 44,4 \times 2 = 266,6$$

Различие не существенно

Различие считается существенным при: $CC3(CCC)^- и CC3(CCC)^+ < 100 или > 100$

Более точно доверительные интервалы $CC3$ могут быть определены с помощью таблиц 2–4, для чего необходимо умножить $CC3$ на соответствующие множители таблиц. В нашем примере при $p=95\%$ (табл. 2):

$$CC3^- = 177,8 \cdot 0,572 = 101,7; CC3^+ = 177,8 \cdot 1,62 = 288,0$$

Таким образом, выявленный относительный риск заболевания раком желудка у больных сахарным диабетом оказался статистически несущественным.

Таблица П2 – Значения множителей для вычисления 95% доверительных пределов показателей

n	Γ_-	Γ_+	n	Γ_-	Γ_+	n	Γ_-	Γ_+
1	0,025	5,57 I	29	0,670	1,44	85	0,799	1,236
2	0,121	3,61	30	0,675	1,43	90	0,804	1,229
3	0,206	2,92	31	0,680	1,419	95	0,809	1,222
4	0,272	2,56	32	0,684	1,412	100	0,814	1,216
5	0,324	2,33	33	0,688	1,404	120	0,829	1,196
6	0,367	2,18	34	0,692	1,397	140	0,841	1,180
7	0,401	2,06	35	0,696	1,390	160	0,851	1,168
8	0,431	1,97	36	0,700	1,384	180	0,859	1,157
9	0,458	1,90	37	0,704	1,378	200	0,866	1,146
10	0,480	1,84	38	0,708	1,373	250	0,879	1,132
11	0,499	1,79	39	0,711	1,367	300	0,890	1,119
12	0,517	1,75	40	0,714	1,362	350	0,897	1,111
13	0,532	1,71	41	0,717	1,357	400	0,904	1,103
14	0,546	1,68	42	0,720	1,352	450	0,909	1,097
15	0,560	1,65	43	0,723	1,347	500	0,914	1,091
16	0,572	1,62	44	0,726	1,343	600	0,922	1,082
17	0,583	1,60	45	0,729	1,338	700	0,927	1,077
18	0,593	1,58	46	0,732	1,334	800	0,932	1,072
19	0,602	1,56	47	0,735	1,330	900	0,936	1,068
20	0,611	1,54	48	0,737	1,326	1000	0,939	1,064
21	0,619	1,53	49	0,739	1,322	1500	0,950	1,052
22	0,627	1,51	50	0,741	1,318	2000	0,956	1,045
23	0,634	1,50	55	0,753	1,302	3000	0,964	1,036
24	0,641	1,49	60	0,763	1,287	4000	0,969	1,031
25	0,647	1,48	65	0,772	1,274	5000	0,972	1,028
26	0,653	1,47	70	0,779	1,263	6000	0,975	1,026
27	0,659	1,46	75	0,786	1,253	7000	0,977	1,024
28	0,665	1,45	80	0,793	1,244	10000	0,980	1,020

Примечание: при сопоставлении p -процентных доверительных пределов двух показателей частоты можно оценить существенность различий между ними с достоверностью не менее $2p - 100$, т.е. используя данные настоящей таблицы с достоверностью не ниже $95 \times 2 - 100 = 90\%$.

Таблица ПЗ – Значение множителей для вычисления 98% доверительных пределов частоты злокачественных новообразований

n	Γ_-	Γ_+	n	Γ_-	Γ_+	n	Γ_-	Γ_+
1	0,010	6,64	29	0,619	1,524	85	0,768	1,280
2	0,075	4,21	30	0,625	1,513	90	0,774	1,272
3	0,145	3,35	31	0,630	1,504	95	0,779	1,263
4	0,206	2,90	32	0,635	1,494	100	0,785	1,256
5	0,256	2,62	33	0,640	1,485	120	0,802	1,232
6	0,298	2,428	34	0,645	1,477	140	0,817	1,212
7	0,333	2,286	35	0,649	1,469	160	0,826	1,197
8	0,364	2,175	36	0,654	1,461	180	0,837	1,185
9	0,390	2,087	37	0,658	1,454	200	0,845	1,175
10	0,413	2,014	38	0,662	1,447	250	0,861	1,155
11	0,434	1,954	39	0,666	1,440	300	0,873	1,141
12	0,453	1,902	40	0,669	1,434	350	0,881	1,130
13	0,469	1,857	41	0,673	1,428	400	0,889	1,121
14	0,484	1,818	42	0,676	1,422	450	0,894	1,114
15	0,499	1,783	43	0,680	1,416	500	0,900	1,108
16	0,511	1,752	44	0,683	1,410	600	0,909	1,098
17	0,523	1,724	45	0,686	1,405	700	0,915	1,091
18	0,534	1,699	46	0,689	1,400	800	0,920	1,084
19	0,545	1,676	47	0,692	1,395	900	0,925	1,079
20	0,554	1,655	48	0,695	1,390	1000	0,929	1,075
21	0,563	1,636	49	0,698	1,386	1500	0,942	1,061
22	0,571	1,618	50	0,701	1,381	2000	0,949	1,053
23	0,579	1,602	55	0,717	1,358	3000	0,958	1,043
24	0,587	1,587	60	0,728	1,341	4000	0,964	1,037
25	0,594	1,572	65	0,738	1,325	5000	0,968	1,033
26	0,601	1,559	70	0,746	1,312	6000	0,971	1,030
27	0,607	1,547	75	0,754	1,300	7000	0,973	1,028
28	0,613	1,535	80	0,762	1,289	10000	0,977	1,023

Примечание: при сопоставлении р-процентных доверительных пределов двух показателей частоты можно оценить существенность различий между ними с достоверностью не менее $2p - 100$, т.е. используя данные настоящей таблицы с достоверностью не ниже $98 \times 2 - 100 = 96\%$.

Таблица П4 – Значения множителей для вычисления 99% доверительных пределов показателей частоты злокачественных опухолей

n	Г ₋	Г ₊	n	Г ₋	Г ₊	n	Г ₋	Г ₊
1	0,005	7,43	29	0,586	1,586	85	0,743	1,315
2	0,052	4,64	30	0,592	1,574	90	0,749	1,305
3	0,113	3,66	31	0,598	1,563	95	0,755	1,296
4	0,168	3,148	32	0,604	1,552	100	0,761	1,288
5	0,216	2,830	33	0,609	1,542	120	0,780	1,260
6	0,257	2,610	34	0,613	1,533	140	0,796	1,239
7	0,291	2,447	35	0,618	1,523	160	0,808	1,222
8	0,321	2,323	36	0,623	1,515	180	0,818	1,208
9	0,348	2,222	37	0,627	1,507	200	0,827	1,197
10	0,372	2,140	38	0,632	1,499	250	0,845	1,175
11	0,393	2,071	39	0,636	1,491	300	0,857	1,158
12	0,412	2,012	40	0,640	1,484	350	0,868	1,146
13	0,429	1,962	41	0,643	1,477	400	0,875	1,137
14	0,445	1,917	42	0,647	1,470	450	0,883	1,128
15	0,459	1,877	43	0,651	1,464	500	0,888	1,121
16	0,473	1,843	44	0,654	1,458	600	0,898	1,109
17	0,485	1,811	45	0,658	1,452	700	0,905	1,101
18	0,497	1,783	46	0,661	1,446	800	0,911	1,095
19	0,507	1,757	47	0,664	1,441	900	0,916	1,089
20	0,517	1,734	48	0,667	1,435	1000	0,920	1,084
21	0,527	1,712	49	0,670	1,430	1500	0,935	1,068
22	0,536	1,692	50	0,673	1,425	2000	0,943	1,059
23	0,544	1,673	55	0,687	1,403	3000	0,953	1,048
24	0,552	1,656	60	0,699	1,383	4000	0,960	1,041
25	0,560	1,640	65	0,709	1,366	5000	0,964	1,037
26	0,567	1,625	70	0,719	1,351	6000	0,967	1,034
27	0,574	1,611	75	0,728	1,338	7000	0,969	1,031
28	0,580	1,598	80	0,736	1,326	10 000	0,974	1,026

Примечание: при сопоставлении р-процентных доверительных пределов двух показателей частоты можно оценить существенность различий между ними с достоверностью не менее $2p - 100$, т.е. используя данные настоящей таблицы с достоверностью не ниже $99 \times 2 - 100 = 98\%$.

2. Расчет критерия соответствия χ^2

Расчет χ^2 производится по следующей формуле (в соответствии с Информационным письмом «Оценка онкологического риска в связи с воздействием профессиональных факторов исследованием типа «случай-контроль» (1989 г.):

$$\chi^2 = \frac{n^2(n-1)[\sum \chi_i(a_i - m_i n/n)]^2}{n_1 n_0 [n \sum \chi_i^2 m_i - (\sum \chi_i m_i)^2]}$$

Для примера возьмем значения, приведенные в таблице:

Группы наблюдения	Уровень воздействия				Всего
	1	2	3	4	
«случай» (число заболевших)	23(a ₁)	38(a ₂)	59(a ₃)	66(a ₄)	186(n ₁)
«контроль» (число здоровых)	129(c ₁)	122(c ₂)	71(c ₃)	50(c ₄)	372(n ₀)
Всего	152(m ₁)	160(m ₂)	130(m ₃)	116(m ₄)	558(n)
Относительный риск*	1	1,33	4,66	7,40	

Примечание: * Относительный риск в группах 2,3,4 вычисляем по формуле:
 $OR_i = (a_i \times c_1) / (a_1 \times c_i)$;
 где OR_i – показатель относительного риска;
 a_1 – число случаев заболевания в группе 1;
 a_i – число случаев заболевания в группах 2, 3 и 4;
 m_1 – численность «контроля» в группе 1;
 m_i – численность «контроля» в группах 2, 3, и 4.
 Относительный риск в 1-й группе условно принимается равным 1.

Подставляем значения:

$$\begin{aligned}
 & \text{–числитель: } 558^2 (558-1) [1((23-152 \times 186/558)+2(38-160 \times 186/558)+3(59- \\
 & \text{–}130 \times 186/558)+4(66-116 \times 186/558)]^2 = 558^2 \times 557 \times 98^2 = 311364 \times 557 \times 9604 \\
 & \text{–знаменатель: } 186 \times 372 [558(1 \times 152 + 4 \times 160 + 9 \times 130 + 16 \times 116) - (1 \times 152 + 2 \times 160 + 3 \times 130 + 4 \times \\
 & \times 116)^2] = 186 \times 372 (558 \times 3818 - 1326^2) = 186 \times 372 (2130444 - 1758276) = 186 \times 372 \times 375168 \\
 & \chi^2 = 311364 \times 557 \times 9604 / 186 \times 372 \times 375168 = 64,08
 \end{aligned}$$

По таблице доверительных границ значений χ^2 в зависимости от степеней свободы К находим уровень значимости P: $P < 0,001$

Таблица – Доверительные границы значения χ^2 в зависимости от степеней свободы К для уровней значимости P

К	P			
	0,05	0,02	0,01	0,001
1	3,84	5,41	6,64	10,83
2	5,99	7,82	9,21	13,82
3	7,82	9,84	11,34	16,27
4	9,49	11,67	13,28	18,46
5	11,07	13,39	15,09	20,5
6	12,59	15,03	16,81	22,5
7	14,07	16,62	18,48	24,3
8	15,51	18,17	20,1	26,1
9	16,92	19,68	21,7	27,9
10	18,31	21,2	23,2	29,6

Примечание: значение степеней свободы на единицу меньше количества возможных типов событий. В нашем случае возможны 4 типа событий: «экспонированный больной», «экспонированный здоровый», «неэкспонированный больной» и «неэкспонированный здоровый». Следовательно, для нашей задачи количество степеней свободы будет равно 3.

Следовательно гипотеза об увеличении риска развития заболеваний при росте уровня воздействия подтверждается. Можно говорить о негативном влиянии фактора на работающих и повышенном профессиональном риске.

3. Расчет показателей скрининга

Результаты тестирования	Число обследованных		Всего
	больные	здоровые	
Положительный	a (70)	b (50)	a + b (120)
Отрицательный	c (30)	d (850)	c + d (880)
Всего	a + c (100)	b + d (900)	a + b + c + d (1000)

- **Чувствительность (Ч):** $a / (a + c) \times 100\%$ $70/100 \times 100\% = 70\%$
(вероятность того, что скрининг способен распознать заболевание, когда оно есть)
- **Специфичность (С):** $d / (b + d) \times 100\%$ $850/900 \times 100\% = 95\%$
(вероятность того, что скрининг правильно идентифицирует лиц, не страдающим данным заболеванием)
- **Достоверность** (показатель соответствия)
 $(a + d) / (a + b + c + d) \times 100\%$ $920/1000 \times 100\% = 92\%$
- **Воспроизводимость**
 $a / (a + b + c) \times 100\%$ $70/150 \times 100\% = 46\%$

Оценка теста	Достоверность	Воспроизводимость
Хорошая	90 – 100	75 – 100
Средняя	75 – 89	50 – 74
Неудовлетворительная	< 75	< 50

- **Коэффициент прогнозирования положительного результата** (зависит от распространенности заболевания и специфичности теста – вероятность того, что лицо, классифицированное как больное, действительно страдает этой болезнью)
 $K+ = a / (a + b)$ $70/120 = 0,58$
- **Коэффициент прогнозирования отрицательного результата** (вероятность того, что лицо, классифицированное как здоровое, действительно не страдает данной болезнью)
 $K- = d / (c + d)$ $850/880 = 0,97$
- **Распространенность болезни (реальная) (P)** – доля лиц в популяции, которые имеют данное заболевание
 $(a + c) / (a + b + c + d)$ $100/1000 = 0,10$
- **Распространенность болезни (тестируемая)** – частота положительного заключения теста – доля лиц, классифицированных как страдающие данной болезнью
 $(a + b) / (a + b + c + d)$ $120/1000 = 0,12$
- **Связь показателей между собой:**
 $K+ = (P \times Ч) / ((P \times Ч) + (1 - P)(1 - С)) = 0,1 \times 0,7 / (0,1 \times 0,7 + (1 - 0,1)(1 - 0,95)) = 0,61$
 $K- = (1 - P) \times С / ((1 - P) \times С + P \times (1 - Ч)) = (1 - 0,1) \times 0,95 / ((1 - 0,1) \times 0,95 + 0,1(1 - 0,7)) = 0,97$

Важно, чтобы $K+$ был максимальным, т.к. эта группа (т.е. доля действительно страдающих болезнью среди имевших положительный результат скрининга) – объект для вмешательства.

4. Расчет показателя отношение шансов – ОШ

Для расчета показателя необходимо знать, что ОШ – это значение дроби, в числителе которой, находятся шансы определённого события для первой группы, а в знаменателе шансы того же события для второй группы. **Шансом** является отношение числа

исследуемых, имеющих определенный признак (исход или фактор), к числу исследуемых, у которых данный признак отсутствует.

Например, была отобрана группа работников определенного производства с диагнозом гипертоническая болезнь, число которых составило 100 человек. Через 5 лет из их числа в живых осталось 80 человек. Соответственно, шанс выжить составил 80 к 20, или 4.

Удобным способом является расчёт отношения шансов со сведением данных в четырехпольную таблицу:

	Исход есть (1)	Исхода нет (0)	Всего
Фактор риска есть (1)	A	B	A + B
Фактор риска отсутствует (0)	C	D	C + D
Всего	A + C	B + D	A + B + C + D

Для данной таблицы отношение шансов рассчитывается по следующей формуле:

$$OR = \frac{A \cdot D}{B \cdot C}$$

Очень важно оценить статистическую значимость выявленной связи между исходом и фактором риска. Связано это с тем, что даже при невысоких значениях отношения шансов, близких к единице, связь, тем не менее, может оказаться существенной и должна учитываться в статистических выводах. И наоборот, при больших значениях OR, показатель оказывается статистически незначимым, и, следовательно, выявленной связью можно пренебречь.

Для оценки значимости отношения шансов рассчитываются границы 95% доверительного интервала (используется аббревиатура 95% ДИ или 95% CI от англ. «confidence interval»). Формула для нахождения значения верхней границы 95% ДИ:

$$e^{\ln(OR) + 1,96 \cdot \sqrt{\frac{1}{A} + \frac{1}{B} + \frac{1}{C} + \frac{1}{D}}}$$

Формула для нахождения значения нижней границы 95% CI:

$$e^{\ln(OR) - 1,96 \cdot \sqrt{\frac{1}{A} + \frac{1}{B} + \frac{1}{C} + \frac{1}{D}}}$$

5. Как интерпретировать значение отношения шансов?

- Если отношение шансов превышает 1, то это означает, что шансы обнаружить фактор риска больше в группе с наличием исхода. Т.е. фактор имеет прямую связь с вероятностью наступления исхода. Значение ОШ показывает, во сколько раз шансы исхода в основной группе выше, чем в контрольной. *Например, если ОШ = 3, делаем вывод о том, что шансы развития изучаемого исхода в основной группе больше, чем в контрольной группе, в 3 раза.*
- Отношение шансов, имеющее значение меньше 1, свидетельствует о том, что шансы обнаружить фактор риска больше во второй группе. Т.е. фактор имеет обратную связь с вероятностью наступления исхода. При формулировке вывода описывать отношение числом, меньшим 1, некорректно, не «по-русски». Правильным будет разделить 1 на ОШ, и использовать полученное число в выражениях «шансы исхода в основной группе были в 1/ОШ раза ниже», либо «шансы исхода в контрольной группе были в 1/ОШ раза выше». *Например, если ОШ=0,5, то делаем вывод о том, что шансы исхода в основной группе в 2 раза ниже, чем в контрольной.*

- При отношении шансов, равном единице, шансы обнаружить фактор риска в сравниваемых группах одинакова. Соответственно, фактор не оказывает никакого воздействия на вероятность исхода.

Дополнительно в каждом случае обязательно оценивается статистическая значимость отношения шансов исходя из значений 95% доверительного интервала.

- Если доверительный интервал не включает 1, т.е. оба значения границ или выше, или ниже 1, делается вывод о статистической значимости выявленной связи между фактором и исходом при уровне значимости $p < 0,05$. Например, 95% ДИ: 1,5-3,7. Делаем вывод о наличии статистически значимых различий, т.к. нижняя граница $1,5 > 1$, и верхняя – $3,7 > 1$. Доверительный интервал не включает в себя единицу.
- Если доверительный интервал включает 1, т.е. его верхняя граница больше 1, а нижняя - меньше 1, делается вывод об отсутствии статистической значимости связи между фактором и исходом при уровне значимости $p > 0,05$. Например, 95% ДИ: 0,7-2,3. Делаем вывод об отсутствии статистически значимых различий, т.к. нижняя граница $0,7 < 1$, а верхняя – $2,3 > 1$.
- Величина доверительного интервала обратно пропорциональна уровню значимости связи фактора и исхода, т.е. чем меньше 95% ДИ, тем более существенной является выявленная зависимость.

6. Пример расчета показателя отношения шансов

Представим две группы: первая состояла из 200 женщин, у которых был диагностирован врожденный порок развития плода (Исход+). Из них курили во время беременности (Фактор+) – 50 человек (A), являлись некурящими (Фактор-) – 150 человек (C).

Вторую группу составили 100 женщин без признаков ВПР плода (Исход-) среди которых курили во время беременности (Фактор+) 10 человек (B), не курили (Фактор-) – 90 человек (D).

1. Составим четырехпольную таблицу сопряженности:

	ВПР плода диагностирован	ВПР плода отсутствует	Всего
Курящие	50 (A)	10 (B)	60
Некурящие	150 (C)	90 (D)	240
Всего	200	100	300

2. Рассчитаем значение отношения шансов:

$$OR = (A \times D) / (B \times C) = (50 \times 90) / (150 \times 10) = 3.$$

3. Найдем границы 95% ДИ. Значение нижней границы, рассчитанной по указанной выше формуле, составило 1,45, а верхней – 6,21.

Таким образом, исследование показало, что среди курящих женщин шанс рождения ребенка с ВПР в 3 раза выше, чем среди некурящих женщин. Наблюдаемая зависимость является статистически значимой, так как 95% CI не включает 1, значения его нижней и верхней границ больше 1.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, канцерогенных для человека, и локализации ЗН, с которыми связывают их воздействие

Канцерогенные для человека факторы	Возможные места контакта рабочих	Локализации ЗН
<i>Соединения и продукты, используемые промышленностью, природные канцерогены</i>		
1,4-аминобифенил	Производство запрещено. Использовался в резиновой промышленности, встречается в виде примеси в анилине и дифениламине	Мочевой пузырь (11% рабочих, имевших с ним контакт в течение 1,5–10 лет)
Асбесты	Добыча и обогащение асбестовых руд, производство и применение изделий (строительство, машиностроение, судостроение)	Легкое, плевра, брюшина (желудочно-кишечный тракт, гортань)
Афлатоксины (В ₁ , природная смесь афлатоксинов)	Переработка арахиса, семян, приготовление кормов	Печень (легкие)
Бензидин	Производство запрещено. Встречается как полупродукт в производстве азокрасителей, применяется в качестве реактива в лабораториях (исследование крови, снятие отпечатков пальцев)	Мочевой пузырь
Бензол	Добыча нефти, является составной частью многих видов топлива, масляных красок (растворитель), сырье для производства этилбензола, фенола, нитробензола, анилина и т.д.	Кроветворная система (лейкозы)
Бенз(а)пирен	Индикатор наличия ПАУ. Присутствует в продуктах термической переработки горючих ископаемых	Кожа, легкие
Бериллий и его соединения	Добыча, производство Be и его сплавов	Легкие
Бисхлорметилловый и хлорметилловый (технические) эфиры	Промежуточные продукты при синтезе ряда органических соединений	Легкие
Винилхлорид	Производства ВХ и ПВХ	Печень, кровеносные сосуды (головной мозг, легкие, лимфатическая система)
Иприт сернистый	Боевое отравляющее вещество	Глотка, гортань, легкие
Кадмий и его соединения	Получение кадмия и его сплавов, производство полупроводниковых материалов, люминофоров, гальванических элементов и т.д.	Предстательная железа (органы дыхания, мочевого выделения)
Каменноугольные и нефтяные смолы, пеки и их возгоны	Перегонка каменноугольной смолы, пиролиз нефти, дерева, торфа, алюминиевая промышленность (в составе электролизной массы) получение изоляционных материалов, пластмасс	Кожа, легкие, мочевой пузырь (гортань, полость рта)
Минеральные масла неочищенные или не полностью очищенные (содержат ПАУ, акролеин, сульфокрезол)	Переработка нефти, пиролиз сланцев, изготовление и применение смазочно-охлаждающих жидкостей	Кожа (легкие, мочевой пузырь, ЖКТ)
Мышьяк и его неорганические соединения	Добыча, производство сплавов со свинцом и медью, полупроводниковых материалов, производство и применение инсектицидов и гербицидов, изготовление лекарственных препаратов	Кожа, легкие
1-нафтиламин технический	Промежуточный продукт при производстве различных красителей, пигментов, гербицидов, антиоксидантов	Мочевой пузырь
2-нафтиламин	Производство запрещено. Промежуточный продукт при производстве различных красителей, образуется при пиролизе азотсодержащих органических продуктов	Мочевой пузырь
Никель и его соединения (карбонат, тетракарбонил, дихлорид, фторид, гидроксид и др.)	Добыча, производство никеля (рафинирование), легированных сталей и различных сплавов, щелочных аккумуляторов, гальванотехника, сварочные работы	Полость носа, легкие

Канцерогенные для человека факторы	Возможные места контакта рабочих	Локализации ЗН
Тальк, содержащий асбестоподобные волокна	Наполнитель красок при производстве бумаги, применяется в резиновой промышленности, парфюмерии, фармацевтике, медицине	Легкие
2,3,7,8-тетрахлордibenзо-пара-диоксин	Побочные продукты в химических (производство хлорсодержащих гербицидов, красителей, пигментов и т.д.), термических (при сжигании поливинилхлорида, бытовых отходов, угля, торфа, древесины, автомобильного топлива), фотохимических и биохимических реакциях	Легкие, мягкие ткани, лимфатическая система (органы пищеварения)
Хрома шестивалентного соединения (триоксид, соли хромовой кислоты)	Сталелитейная, машиностроительная, электрохимическая промышленность, синтез органических красителей	Легкие (полость носа)
Эрионит (природный неасбестовый волоконистый материал, группа цеолитов)	Добыча туфов (входит в состав), химическая промышленность (селективный абсорбент), строительство, как удобрение в сельском хозяйстве	Плевра, брюшина
Этиленоксид	Производство этиленоксида, этиленгликолей, поверхностно-активных веществ. Используется при стерилизации медицинских материалов	Лимфатическая и кровеносная ткань (желудок)
<i>Производственные процессы</i>		
Деревообрабатывающее и мебельное производство	Использование фенолформальдегидных и карбамидформальдегидных смол в закрытых помещениях (древесная пыль, формальдегид)	Органы дыхания и пищеварения (полость носа, придаточные пазухи, глотка)
Медеплавильное производство	Плавильный предел, конверторный предел, огневое рафинирование (высокотемпературные процессы с выделением в воздух соединений мышьяка, никеля, кремния и др.)	Легкие
Горнодобывающая промышленность и работы в шахтах	Экспозиция к радону	Легкие
Производство изопропилового спирта	Возможно воздействие изопропилового масла, сернокислого диизопропила	Полость носа, гортань
Производство кокса, переработка каменноугольной, нефтяной и сланцевой смол, газификация угля	Высокотемпературные процессы с выделением ПАУ	Кожа, легкие, мочевой пузырь, кровеносная и лимфатическая система
Производство резины и резиновых изделий	Подготовительные операции, прессование и вулканизация резиновых изделий (вулканизационные газы, включающие ПАУ, амины, парафины, нафтенны; сырье – ВХ, акрилонитрил, стирол, хлоропрен и др.)	Мочевой пузырь, кровеносная система (легкие, ЖКТ, кожа, лимфатическая система, головной мозг)
Производство технического углерода	Высокотемпературные процессы с выделением ПАУ	Легкие, кожа
Производство угольных и графитовых изделий, анодных и подовых масс с использованием пеков, обожженных анодов	Выделение в воздух и загрязнение кожных покровов веществами, содержащими ПАУ	Органы дыхания и пищеварения
Производство чугуна и стали (агломерационные фабрики, доменное и сталеплавильное производство, горячий прокат) и литья из них	Канцерогенные ПАУ и металлы (хром, никель)	Легкие, органы пищеварения
Электролитическое производство алюминия с использованием самоспекающихся анодов	Электролиз с использованием анодов из анодной массы, состоящей из пекового или нефтяного прокаленного кокса и каменноугольного пека (канцерогенные смолы, неорганические кислоты)	Легкие, мочевой пузырь
Производственные процессы, связанные с экспозицией к аэрозолю сильных неорганических кислот, содержащих серную кислоту	Экспозиция к аэрозолю серной кислоты	Полость носа, гортань, легкие

РАЗДЕЛ 12. КОНТРОЛИРУЮЩИЕ ЗАДАНИЯ

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Понятие о профессиональном риске. Нормативно-правовые акты, вводящие этот термин.
2. Что такое «оценка риска», для чего она осуществляется? Групповой и индивидуальный риск.
3. Методология анализа и оценки риска. Понятие и содержание этапов оценки риска.
4. Система критериев при оценке профессионального риска, априорный и апостериорный профессиональный риск, категории риска.
5. Методы количественного определения профессионального риска.
6. Эпидемиологические методы, используемые для сбора информации и оценки профессионального риска.
7. Методы статистической обработки результатов эпидемиологического исследования.
8. Организация исследований профессионального риска на этапе идентификации опасности.
9. Организация исследований профессионального риска на этапе оценки экспозиции.
10. Организация исследований профессионального риска на этапе доза-ответ.
11. Организация исследований профессионального риска на этапе характеристики риска.
12. Оценка риска, обусловленная воздействием канцерогенных химических веществ (нормативный документ, общая формула поступления, СДД, фактор канцерогенного потенциала, единичный канцерогенный риск, индивидуальный и популяционный канцерогенный риск).
13. Оценка риска, обусловленная воздействием не канцерогенными химическими веществами (нормативный документ, коэффициент опасности, индекс опасности).
14. Оценка риска, обусловленная воздействием промышленных аэрозолей (пылевая нагрузка, интегральный показатель риска пневмокониозов).
15. Критерии оценки профессионального риска при воздействии шума.
16. Критерии оценки профессионального риска при воздействии вибрации.
17. Критерии оценки профессионального риска при воздействии микроклимата.
18. Критерии оценки профессионального риска при воздействии ЭМИ.
19. Критерии оценки профессионального риска при воздействии факторов трудового процесса различной тяжести и напряженности.

20. Показатели состояния здоровья, используемые для оценки профессионального риска.
21. Чем обусловлен низкий уровень регистрации случаев профессионального рака в РФ?
22. Что такое профессиональные канцерогенные факторы? Виды канцерогенных факторов, присутствующих в производственном процессе.
23. Международная классификация канцерогенов.
24. Особенности регламентирования канцерогенов. Установленные законодательно группы профессионального рака.
25. Основные мероприятия по профилактике профессионального рака.
26. Необходимые шаги в процессе исследования канцерогенной опасности на производстве.
27. Методология управления риском, сценарии управленческих решений.
28. Основные экономические методы, применяемые в системе оценки риска здоровью населения.
29. Пути управления риском, исходные данные для выбора обоснованных решений в сфере управления риском.
30. Социально-гигиенический мониторинг как информационно-аналитическая основа системы управления профессиональным риском.
31. Основные мероприятия контроля уровней профессионального риска.
32. Комплекс мероприятий, направленных на модернизацию организации технологических процессов, регламентированных СП 2.2.2.1327-03 «Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструментарию».
33. Принципы выбора приоритетных проектов по снижению профессионального риска.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАЧИ (ВОПРОСЫ)

1. КОНЦЕПЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОПУСТИМОГО РИСКА ВКЛЮЧАЕТ:
 - 1) изучение причин, приводящих к риску
 - 2) количественную оценку риска
 - 3) определение приоритетных направлений профилактики
 - 4) принятие решений по снижению риска

a) 1,2,4 b) 2,3,4 c) 1,4 d) 2,3 e) все ответы правильные
2. МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ РИСКА ВКЛЮЧАЕТ СЛЕДУЮЩИЕ ЭТАПЫ:
 - 1) идентификация опасности
 - 2) оценка экспозиции
 - 3) оценка сопоставимости
 - 4) характеристика риска

a) 1,2,3 b) 1,2,4 c) 3,4 d) 2,3,4 e) все ответы правильные
3. В СООТВЕТСТВИИ С Р 2.2.2006-05 «РУКОВОДСТВО ПО ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ФАКТОРОВ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ И ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА. КРИТЕРИИ И КЛАССИФИКАЦИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА» ПО ТЯЖЕСТИ И НАПРЯЖЕННОСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ИСПОЛЬЗУТ СЛЕДУЮЩИЕ КЛАССЫ УСЛОВИЙ ТРУДА:
 - 1) оптимальные
 - 2) удовлетворительные
 - 3) допустимые
 - 4) вредные
 - 5) опасные

a) 1,2,3 b) 2,4,5 c) 1,3,4,5 d) 1,3,4 e) все ответы правильные
4. ОЦЕНКА АПРИОРНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ПРОИЗВОДИТСЯ НА ОСНОВАНИИ:
 - a) определения класса условий труда по Руководству Р2.2.2006-05
 - b) уровня профессиональной заболеваемости среди работников
 - c) репродуктивного здоровья в данной профессиональной группе
 - d) уровню инвалидности
 - e) уровню заболеваемости с временной утратой трудоспособности
5. ОЦЕНКА АПОСТЕРИОРНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ПРОИЗВОДИТСЯ НА ОСНОВАНИИ:
 - 1) определения класса условий труда по Руководству Р 2.2.2006-05
 - 2) уровня профессиональной заболеваемости среди работников
 - 3) репродуктивного здоровья в данной профессиональной группе
 - 4) уровню инвалидности
 - 5) уровню заболеваемости с временной утратой трудоспособности

a) 2,3,4,5 b) 1,2,4,5 c) 1,3,4,5 d) 1,3,4 e) все ответы правильные
6. СЦЕНАРИИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ ВКЛЮЧАЮТ СЛЕДУЮЩИЕ ВИДЫ МЕРОПРИЯТИЙ:
 - 1) регламентационно-контролирующие
 - 2) организационно-управленческие
 - 3) финансово-экономические
 - 4) технико-технологические
 - 5) информационно-образовательные

a) 1,3,4 b) 2,3,4,5 c) 1,2,4,5 d) 1,3,4 e) все ответы правильные

7. ОПРЕДЕЛИТЕ СООТВЕТСТВИЕ ПРИВЕДЕННЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ УКАЗАННЫМ ТЕРМИНАМ:

Термины		Определения	
1	Категория 1А (доказанный профессиональный риск)	А	Основывается на результатах гигиенической оценки условий труда по критериям Руководства Р 2.2.2006-05.
2	Категория 1Б (предполагаемый профессиональный риск)	Б	Основывается на результатах гигиенической оценки условий труда по критериям Руководства Р 2.2.2006-05, материалов периодических медицинских осмотров, физиологических, лабораторных и экспериментальных исследований, а также эпидемиологических данных
3	Категория 2 (подозреваемый профессиональный риск)	В	Основывается на результатах гигиенической оценки условий труда по критериям Руководства Р 2.2.2006-05, дополненных отдельными клинико-физиологическими, лабораторными, экспериментальными данными (в т.ч. данными литературы)

а) 1–В, 2–Б, 3–А б) 1–Б, 2–В, 3–А в) 1–В, 2–А, 3–Б

8. ОЦЕНКА РИСКА ВКЛЮЧАЕТ СЛЕДУЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ:

- 1) выявление опасности
 - 2) оценка экспозиции
 - 3) оценка зависимости «доза-ответ»
 - 4) оценка срочности и объема мер профилактики
- а) 2,3,4 б) 1,2,4 в) 1,3,4 г) 2,3 д) все ответы правильные

9. РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА (ПР) ПОДРАЗДЕЛЯЮТ НА СЛЕДУЮЩИЕ КАТЕГОРИИ ДОКАЗАННОСТИ РИСКА:

- 1) доказанный ПР
 - 2) допустимый ПР
 - 3) подозреваемый ПР
 - 4) предполагаемый ПР
 - 5) неприемлемый ПР
- а) 1,2,3,4 б) 2,4,5 в) 1,3,4 г) 3,4,5 д) 1,2,5

10. ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА РАССЧИТЫВАЮТ СЛЕДУЮЩИЕ ПОКАЗАТЕЛИ:

- 1) индекс тепловой нагрузки среды
 - 2) индекс профессиональных заболеваний
 - 3) индекс физической активности
 - 4) индекс профессионально обусловленных заболеваний
- а) 2,3,4 б) 1,2,4 в) 1,3,4 г) 2,4 д) 2,3

11. СТАТИСТИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ПРИ ОЦЕНКЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ЯВЛЯЮТСЯ:

- 1) этиологическая доля
 - 2) максимальный риск
 - 3) относительный риск
 - 4) осредненный риск
 - 5) отношение шансов
- а) 2,3,4 б) 1,3,5 в) 1,3,4 г) 2,3,4 д) 2,4,5

12. ПОЛУЧЕНИЕ ОДНОЧИСЛОВОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ВРЕДНОСТИ УСЛОВИЙ ТРУДА ПО МЕТОДИКЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ УСЛОВИЙ ТРУДА ОСНОВАНО НА:
- присвоении коэффициентов вредности профессиональным факторам
 - балльной оценке классов условий труда
 - оценке по наиболее вредному фактору
 - определении рангов профессиональных факторов
13. ДЛЯ РАСЧЕТА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА НЕОБХОДИМО УЧИТЫВАТЬ СЛЕДУЮЩИЕ ПОКАЗАТЕЛИ:
- травматизма
 - состояния здоровья
 - условий труда
 - трудового стажа
 - возраста работника
- a) 1,2,3,5 b) 2,3,4,5 c) 1,2,3,4 d) все ответы правильные e) 2,3,5
14. РАЗВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЛЕДУЕТ ОЖИДАТЬ ПРИ ОЦЕНКЕ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННОЙ СВЯЗИ ЗДОРОВЬЯ С РАБОТОЙ:
- средней
 - очень высокой
 - почти полной
 - высокой
15. ПРИЕМЛЕМЫМ ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ГРУПП ДИАПАЗОНОМ РИСКА ЯВЛЯЕТСЯ:
- равный или более 1×10^{-3}
 - более 1×10^{-4} , но менее 1×10^{-3}
 - 1×10^{-6}
 - более 1×10^{-6} , но менее 1×10^{-4}
16. УРОВЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА С ПОЗИЦИИ МЕДИЦИНЫ ТРУДА ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ПУТЕМ СРАВНЕНИЯ СТЕПЕНИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОПРЕДЕЛЕННЫХ НАРУШЕНИЙ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ С УЧЕТОМ:
- критериев вредности
 - уровня воздействия вредных факторов
 - стажа работы
 - организации технологического процесса
- a) 1,2 b) 2,3,4 c) 2,3 d) все ответы правильные
17. ПРИ ОЦЕНКЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ВЫДЕЛЯЮТ СЛЕДУЮЩИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЕГО ИЗУЧЕНИЯ:
- вероятность (частота) наступления риска
 - величина (уровень) профессионального риска
 - длительность во времени повреждающих эффектов профессионального риска для работника или экспозиция риска
 - степень воздействия (восприимчивость организмом работника) факторов риска на здоровье работника
- a) 1,2,4 b) 3,4 c) 1,3 d) все ответы правильные
18. МЕТОДОЛОГИЯ АНАЛИЗА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ СТРОИТСЯ ПО СЛЕДУЮЩИМ ОСНОВНЫМ ПРИНЦИПАМ:
- оценка риска
 - определение порога воздействия
 - управление риском
 - информация о риске
- a) 2,4 b) 1,3,4 c) 2,3 d) все ответы правильные

19. НА ЭТАПЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОПАСНОСТИ В РАМКАХ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ РИСКА ОПРЕДЕЛЯЮТ:

- 1) перечень приоритетных потенциально опасных факторов
- 2) численность работников, подвергшихся воздействию
- 3) расположение источников загрязнения производственной среды, их зоны воздействия
- 4) численность уязвимых групп работников (несовершеннолетние, беременные женщины, кормящие матери, инвалиды)
 - a) 1,4 b) 2,3,4 c) 1,2,3 d) все ответы правильные

20. МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ЭКСПОЗИЦИИ ПРЕДУСМАТРИВАЕТ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЛЕДУЮЩИХ ОЦЕНОЧНЫХ ВЕЛИЧИН:

- 1) верхняя оценка
- 2) нижняя оценка
- 3) центральная тенденция
- 4) приоритетная тенденция
 - a) 1,2 b) 2,4 c) 1,3 d) все ответы правильные

21. ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФУНКЦИИ «ДОЗА-ЭФФЕКТ» В МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА НАИБОЛЕЕ НАДЕЖНЫМИ ЯВЛЯЮТСЯ ДАННЫЕ:

- a) официальной статистики
- b) экспериментов на культурах клеток
- c) эпидемиологических исследований
- d) экспериментов на теплокровных животных

22. ОПРЕДЕЛИТЕ СООТВЕТСТВИЕ ПРИВЕДЕННЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ УКАЗАННЫМ ТЕРМИНАМ:

Термины		Определения	
1	Оценка экспозиции	А	Установление причинной обусловленности развития вредного эффекта при действии данного вредного фактора
2	Характеристика риска	Б	Процесс выявления всех потенциально опасных и вредных производственных факторов на данном рабочем месте, определения вредных эффектов воздействия
3	Оценка зависимости «доза-ответ»	В	Установление количественного действия вредного фактора в результате производственного процесса с учетом уровня и времени воздействия.
4	Идентификация опасности	Г	Интеграция данных, полученных на предшествующих этапах исследований

- a) 1–В, 2–Б, 3–А, 4–Г b) 1–Б, 2–В, 3–Г, 4–А c) 1–В, 2–Г, 3–А, 4–Б

23. НАИБОЛЕЕ АДЕКВАТНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛЬЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ СООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ВЕЛИЧИНОЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ И ВЫРАЖЕННОСТЬЮ НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ЭФФЕКТА ЯВЛЯЕТСЯ:

- a) показатель относительного риска
- b) корреляционно-регрессионный анализ

- с) дисперсионный анализ
d) вычисление стандартизованных показателей
24. СОДЕРЖАНИЕМ ЭТАПА ХАРАКТЕРИСТИКИ РИСКА ЯВЛЯЕТСЯ:
1) идентификация опасности
2) синтез результатов оценки риска
3) характеристика неопределенностей
4) формулировка выводов
a) 1,2,4 b) 2,3,4 c) 1,2,3 d) все ответы правильные
25. ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОПАСНОСТИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ НЕОБХОДИМОЙ ЯВЛЯЕТСЯ СЛЕДУЮЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ:
1) перечень вредных веществ, загрязняющих воздух рабочей зоны
2) наличие гигиенических регламентов
3) критические органы и системы при воздействии вредного вещества
4) пути поступления в организм работника
5) продолжительность воздействия
a) 1,3,4 b) 2,3,4,5 c) 1,3,5 d) все ответы правильные
26. НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНЫМИ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОПАСНОСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ЯВЛЯЮТСЯ РЕЗУЛЬТАТЫ:
a) персонифицированной оценки условий труда
b) аттестации рабочих мест
c) специальной оценки условий труда
d) производственного контроля
27. АНАЛОГАМИ ТЕРМИНА «ПОСТУПЛЕНИЕ» ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ЯВЛЯЮТСЯ ТЕРМИНЫ:
1) нормализованная величина экспозиции
2) введенная доза
3) приложенная доза
4) абсорбированная доза
a) 1,2,4 b) 3,4 c) 1,3,4 d) все ответы правильные
28. ДЛЯ РАСЧЕТА ВЕЛИЧИНЫ ПОСТУПЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ОРГАНИЗМ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ СЛЕДУЕТ УЧИТЫВАТЬ:
1) среднюю концентрацию в воздухе рабочей зоны
2) продолжительность воздействия
3) возраст работника
4) массу тела
a) 1,2,4 b) 2,3,4 c) 1,2,3 d) все ответы правильные
29. СРЕДНЕДНЕВНАЯ ДОЗА ВЕЩЕСТВА, ПОСТУПИВШЕГО В ОРГАНИЗМ РАБОТНИКА ИЗМЕРЯЕТСЯ В:
a) мг/кг
b) мг/м³
c) мг/кг/день

30. ФАКТОР КАНЦЕРОГЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА (ФАКТОР НАКЛОНА) ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ:

- a) в экспериментальных исследованиях на животных
- b) расчетными методами
- c) с использованием официальной статистики смертности от рака
- d) эпидемиологическими методами

31. РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ПРОИЗВОДИТСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЛЕДУЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ:

- 1) фактор наклона
 - 2) стаж работы
 - 3) объем легочной вентиляции
 - 4) возраст работника
- a) 1,2,3 b) 2,3,4 c) 1,2,4 d) все ответы правильные

32. ХАРАКТЕРИСТИКА РИСКА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НЕ КАНЦЕРОГЕННОГО ВЕЩЕСТВА ДАЕТСЯ НА ОСНОВАНИИ РАСЧЕТА:

- a) критерия вредности
- b) показателя токсичности
- c) коэффициента опасности
- d) коэффициента поглощения

33. ОПРЕДЕЛИТЕ СООТВЕТСТВИЕ ПРИВЕДЕННЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ УКАЗАННЫМ ТЕРМИНАМ:

Термины		Определения	
1	Оценка риска	А	Доводится до работодателей, работников и других заинтересованных сторон с соблюдением установленных законодательством Российской Федерации условий и этических норм
2	Информация о риске	Б	Включает постановку задачи, анализ вариантов, выбор и принятие решений, действия, направленные на обеспечение безопасности и здоровья работников (первичная, вторичная и третичная профилактика) и оценку результатов
3	Управление риском	В	Включает выявление опасности (т.е. определение структуры вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса), оценку экспозиции (количественная характеристика уровня фактора, времени воздействия, стажа работы, качественная характеристика экспозиции – тропность действия фактора, органы-мишени, синергизм или антагонизм действующих факторов, оценку зависимости «доза-ответ») и оценку условий труда, срочности и объема мер профилактики

- a) 1–В, 2–Б, 3–А b) 1–Б, 2–В, 3–А c) 1–В, 2–А, 3–Б

34. ДОПУСТИМЫМ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НЕ КАНЦЕРОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ СЧИТАЕТСЯ РИСК ПРИ ВЕЛИЧИНЕ ИНДЕКСА ОПАСНОСТИ:

- a) ≥ 1
- b) ≤ 1
- c) $\geq 1 \leq 10$
- d) ≤ 10

35. ДЛЯ РАСЧЕТА ВЕЛИЧИНЫ РИСКА ЗАБОЛЕВАНИЙ ПНЕМОКОНИОЗОМ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ СЛЕДУЮЩИЕ ПОКАЗАТЕЛИ:
- 1) стаж работы
 - 2) пылевая экспозиция
 - 3) содержание диоксида кремния
 - 4) дисперсионный состав пыли
 - 5) возраст работника
- a) 2,3,5 b) 1, 2,3,4 c) 1,2,4,5 d) все ответы правильные
36. РАСЧЕТ РИСКА ПОТЕРИ СЛУХА ПРОВОДИТСЯ С УЧЕТОМ:
- 1) уровня шума
 - 2) пола
 - 3) возраста
 - 4) стажа
- a) 1,2,4 b) 1,3,4 c) 1,2,3 d) все ответы правильные
37. В МОДЕЛЯХ «ДОЗА-ОТВЕТ» ДЛЯ РАСЧЕТА РИСКА НАРУШЕНИЙ ЗДОРОВЬЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ОБЩЕЙ ВИБРАЦИИ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ СЛЕДУЮЩИЕ ПОКАЗАТЕЛИ:
- 1) возраст
 - 2) пол
 - 3) стаж
 - 4) эквивалентной скорректированное ускорение
- a) 1,4 b) 3,4 c) 2,4 d) все ответы правильные
38. ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИ РАБОТАХ НА ОТКРЫТОМ ВОЗДУХЕ НЕОБХОДИМО УЧИТЫВАТЬ:
- 1) возраст
 - 2) температуру воздуха
 - 3) стаж
 - 4) изолирующие свойства одежды
- a) 1,2 b) 2,3,4 c) 2,4 d) все ответы правильные
39. ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ РИСК ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НАГРЕВАЮЩЕГО МИКРОКЛИМАТА ОБУСЛОВЛЕН ПОВЫШЕННЫМИ УРОВНЯМИ СЛЕДУЮЩИХ НАРУШЕНИЙ ЗДОРОВЬЯ:
- 1) заболевания сердечно-сосудистой системы
 - 2) болезни органов дыхания
 - 3) болезни органов пищеварения
 - 4) интенсивное биологическое старение
- a) 1,2,3 b) 1,3,4 c) 2,3,4 d) все ответы правильные
40. В ОПИСАТЕЛЬНОЙ ЭПИДЕМИОЛОГИИ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ ПОКАЗАТЕЛИ:
- 1) заболеваемости
 - 2) распространенности (болезненности)
 - 3) рождаемости
 - 4) смертности
- a) 2,3,4 b) 1,2,4 c) 1,3,4 d) все ответы правильные

41. ОПРЕДЕЛИТЕ СООТВЕТСТВИЕ ПРИВЕДЕННЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ УКАЗАННЫМ ТЕРМИНАМ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ЭПИДЕМИОЛОГИИ:

Термины		Определения	
1	Метод «случай-контроль»	А	Позволяет изучить возможные причины заболевания для группы лиц с уже определенным диагнозом
2	Проспективный метод	Б	Сопоставление информации о подверженности действию изучаемого фактора лиц, с каким-то заболеванием и лиц, у которых данное заболевание отсутствует
3	Ретроспективный метод	В	Основывается на изучении частоты отдельных заболеваний, которые возникнут за время наблюдения в определенных группах людей

а) 1–А, 2–В, 3–Б б) 1–Б, 2–В, 3–А в) 1–В, 2–А, 3–Б

42. ТРУДНОСТИ ОЦЕНКИ РИСКА РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РАКА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ КАНЦЕРОГЕННЫХ ФАКТОРОВ ОБУСЛОВЛЕННЫ:

- 1) длительным латентным периодом
 - 2) малочисленностью профессиональных контингентов
 - 3) морфологической идентичностью профессионального и непрофессионального рака
 - 4) воздействием модифицирующих факторов
- а) 1,3,4 б) 2,4 в) 1,3 д) все ответы правильные

43. К КАКОЙ ГРУППЕ МЕРОПРИЯТИЙ ОТНОСИТСЯ ЗАМЕНА ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ, РЕКОНСТРУКЦИЯ И МОДЕРНИЗАЦИЯ:

- а) снижение риска
- а) передача риска
- б) компенсация последствий риска
- с) предотвращение риска, устранение причин (источника) риска

44. РАСЧЕТ НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ВЕДЕТСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЛЕДУЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ:

- а) максимально разовая концентрация
- б) среднесменная концентрация
- с) референтная концентрация
- д) среднесмертельная концентрация

45. РАСЧЕТ ПОПУЛЯЦИОННОГО КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЛЕДУЮЩИХ ДАННЫХ:

- а) величина экспозиции
- б) фактор канцерогенного потенциала
- с) единичный риск
- д) численность работающих, подвергающихся воздействию канцерогена

46. ОСНОВНЫМИ ФАКТОРАМИ РИСКА В ФОРМИРОВАНИИ ПОТЕРИ СЛУХА ЯВЛЯЮТСЯ:

- 1) экспозиция шума
 - 2) возраст
 - 3) наличие симптома «белых пальцев»
 - 4) снижение работоспособности
- а) 1,3 б) 2,3 в) 1,2 д) 1,4 е) все ответы правильные

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задание 1. Для проверки гипотезы о возможной канцерогенной опасности для работников производства изопропилового спирта был применен метод статистического анализа типа «случай-контроль» с использованием гибридной схемы (применение метода «случай-контроль» на базе когорты для повышения эффективности оценки силы связи за счет существенного увеличения доли больных среди наблюдаемых). Группу «случай» составили 356 человек с диагнозом злокачественного новообразования (ЗН), поставленного в период наблюдения (1969–2015 гг.). Каждому случаю ЗН из числа остальных членов когорты случайной выборкой в качестве контроля были подобраны по два человека соответствующего пола и года рождения. Далее все члены группы были распределены по уровню воздействия химического фактора – минимальный (1), средний (2), высокий (3), очень высокий (4). Полученная численность подгрупп приведена в таблице:

Группа наблюдения	Уровень воздействия				Всего
	1	2	3	4	
«случай»	43(a ₁)	78(a ₂)	105(a ₃)	130(a ₄)	356(n ₁)
«контроль»	205(c ₁)	256(c ₂)	161(c ₃)	90(c ₄)	712(n ₀)
Всего	248(m ₁)	334(m ₂)	266(m ₃)	210(m ₄)	1068(n)
Относительный риск					

1. Рассчитать относительный риск, подтвердить наличие нарастания эффекта с увеличением уровня воздействия.

2. Использовать расчет показателя хи-квадрат (χ^2) для подтверждения гипотезы о связи канцерогенного риска с уровнем воздействия химического фактора.

Задание 2. При проведении оценки условий труда отделочницы лакированием в токарно-ложкарном цехе ОАО «Хохломская роспись» определяли загрязненность воздуха вредными химическими веществами (ВХВ), источниками которых являются используемые материалы: пасты, лаки, растворители. Стаж работы отделочницы на данном предприятии – 20 лет. Среднесменные концентрации представлены в таблице.

Таблица – Концентрации ВХВ, характеризующие состояние воздуха рабочей зоны на рабочем месте отделочницы лакированием в токарно-ложкарном цехе ОАО «Хохломская роспись»

№ п/п	Ингредиент	ПДК _{сс} , мг/м ³	Класс опасности	Среднесменная концентрация, мг/м ³	HQ	Ранговое место
1	бензол	5	2	6,8		
2	толуол	50	3	24,0		
3	ксилолы	50	3	332,2		
4	Соединения свинца	0,05	1	0,0025		
5	формальдегид	0,5	2	0,58		

1. Дать оценку концентраций ВХВ по отношению к ПДК воздуха рабочей зоны. Указать критические органы для веществ, концентрации которых в воздухе рабочей зоны превышают ПДК.

2. Рассчитать коэффициенты и индекс опасности. Выбрать приоритетные загрязнители для организации мониторинга воздуха на рабочем месте отделочницы.

3. Рассчитать индекс опасности при комбинированном воздействии ВХВ на один и тот же критический орган.

4. Выделить группу канцерогенных веществ, определить для них факторы канцерогенного потенциала и рассчитать канцерогенный риск.

5. Оценить профессиональный риск, обусловленный воздействием ВХВ.

6. Дать рекомендации по снижению профессионального риска.

Задание 3. В результате периодического медицинского осмотра водителей рейсовых автобусов, для которых одним из приоритетных вредных факторов производственного процесса является напряженность труда, выявлено 45 случаев гипертонической болезни (ГБ). В группе работников со стажем работы до 20 лет численностью 54 человека зарегистрировано 12 случаев, остальные случаи диагностированы среди 76 работников со стажем работы 20 и более лет.

1. Определить наличие зависимости развития ГБ от продолжительности воздействия профессиональных факторов. Рассчитать величину отношения шансов (OR) и относительного риска (RR) развития ГБ, определить этиологическую долю (EF) влияния профессиональных факторов в развитие данной патологии.

2. Определить относится ли ГБ к профессионально обусловленным заболеваниям для водителей автобусов.

Задание 4. При специальной оценке условий труда (СОУТ) шахтера определены классы условий труда по следующим факторам:

химический фактор – 2

шум – 3.2

вибрация – 3.2

микроклимат – 3.3

освещенность – 2

тяжесть – 3.2

напряженность – 2

Обрубщику 45 лет, стаж работы 20 лет, относится к группе диспансеризации Д-III. За истекший год на данном рабочем месте не было зарегистрировано 1 случай травматизма с продолжительностью нетрудоспособности до 1 месяца, степень риска травмирования по результатам СОУТ – средняя, и 1 профессиональное заболевание – вибрационная болезнь. СИЗ обрубщик обеспечен в соответствии с ГОСТ.

1. Дать интегральную оценку условиям труда (ИОУТ) для обрубщика по результатам СОУТ.

2. Рассчитать индивидуальный профессиональный риск (ИПР) для данного работника и дать оценку его уровню.

3. Перечислите основные принципы организации мониторинга профессионального риска на данном рабочем месте и определите мероприятия по его снижению.

Задание 5. Для проверки гипотезы о канцерогенном влиянии метилметакрилата (ММА) работающих в контакте с ним при получении оргстекла были проведены исследования с использованием эпидемиологического метода – проспективное с ретроспективно составленной когортой (когорты «ММА») с периодом наблюдения – с 1969 по 2009 гг. За этот период в когорте зарегистрирован 41 случай смерти ЗН. Число человеко-лет наблюдения и повозрастные показатели смертности от ЗН населения г. Дзержинска, взятые за стандарт, приведены в таблице.

1. Рассчитать ожидаемые показатели смертности от ЗН в когорте «ММА».
2. Рассчитать показатель соотношения стандартизованной смертности (ССС) от ЗН, определить его доверительные интервалы и дать оценку достоверности различий между фактическим и ожидаемым уровнем смертности от ЗН.

Таблица – Расчет ожидаемых показателей смертности в когорте «ММА»

Возраст, годы	Число человеко-лет в когорте «ММА»		Смертность от ЗН населения г. Дзержинска		Ожидаемое число случаев смерти от ЗН	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины	Мужчины (2)×(4)/ 100000	Женщины (3)×(5) /100000
1	2	3	4	5	6	7
20–24	574	246	12,14	10,15		
25–29	1214	370	24,47	12,44		
30–34	1600	416	17,54	30,71		
35–39	1792	448	41,83	46,47		
40–44	1164	445	118,34	85,81		
45–49	1617	377	219,10	118,52		
50–54	1141	247	371,56	181,39		
55–59	794	140	778,80	267,11		
60–64	497	74	963,37	471,94		
65–69	269	33	1717,74	599,95		
70–74	98	14	1445,29	546,06		
Всего	10760	2810	–	–		

Задание 6. Дать характеристику скрининговому методу исследования работающих в контакте с источниками вибрации, основанному на 2-хэтапном исследовании инфракрасных спектров сыворотки крови с последующим определением содержания высших жирных кислот для диагностики вибрационной болезни (ВБ). Результаты апробации теста представлены в таблице.

Таблица – Результаты апробации теста по диагностики вибрационной болезни

Результаты тестирования	Число обследованных		Всего
	Больные ВБ	Здоровые	
Положительный	72 (a)	2 (b)	74 (a + b)
Отрицательный	2 (c)	7 (d)	9 (c + d)
Всего	74 (a + c)	9 (b + d)	83 (a + b + c + d)

Рассчитайте показатели, характеризующие чувствительность, специфичность, достоверность, воспроизводимость теста, дайте оценку теста. Определить коэффициенты прогнозирования положительного (K_+) и отрицательного (K_-) результата, оценить связь между ними.

Задание 7. Проходчик (подземные работы), в возрасте 30 лет, стаж работы, 10 лет. Профмаршрут: 2 года – ствольной, 3 года – электрослесарь, 5 лет – проходчик. Содержание пыли в воздухе рабочей зоны в периоды работы: ствольным – 4 мг/м^3 ; электрослесарем – 5 мг/м^3 ; проходчиком – 40 мг/м^3 ; содержание двуокси кремния в пыли (СДК) = 20%, ПДК – $6/2 \text{ мг/м}^3$. Категория тяжести труда – III – тяжелая работа).

Необходимо определить:

- а) профессиональный риск развития профзаболевания (%);
- б) обосновать рекомендации по регулированию пылевой нагрузки в условиях превышения ПДК.

КЛЮЧИ К ТЕСТОВЫМ ЗАДАНИЯМ (ВОПРОСАМ) И ОТВЕТЫ НА ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1) е	9) с	17) d	25) d	33) a	41) b
2) b	10) d	18) b	26) a	34) a	42) d
3) с	11) b	19) d	27) d	35) d	43) с
4) a	12) b	20) с	28) a	36) d	44) b
5) a	13) d	21) с	29) с	37) b	45) d
6) е	14) с	22) с	30) a	38) с	46) с
7) b	15) b	23) b	31) a	39) d	
8) е	16) с	24) b	32) с	40) b	

ЗАДАНИЕ №1

В качестве показателя силы связи между воздействием канцерогенного фактора и возникновением опухолей определялся относительный риск во 2-ой, 3-ей и 4-ой группах по сравнению с 1-ой в соответствии с формулой:

$$OR_i = (a_i \times c_1) / (a_1 \times c_i);$$

где OR_i – показатель относительного риска;

a_1 – число случаев ЗН в группе 1;

a_i – число случаев ЗН в группах 2, 3 и 4;

m_1 – численность «контроля» в группе 1;

m_i – численность «контроля» в группах 2, 3, и 4.

Относительный риск в 1-ой группе условно принимается равным 1.

Значения, полученные расчетом OR во 2, 3 и 4 подгруппой проставляется в таблицу, их величина возрастает с увеличением уровня воздействия – в 4-ой группе он более чем в 6,9 раз выше, чем в 1-ой (минимальный уровень воздействия).

Группа наблюдения	Уровень воздействия				Всего
	1	2	3	4	
«случай»	43(a_1)	78(a_2)	105(a_3)	130(a_4)	356(n_1)
«контроль»	205(c_1)	256(c_2)	161(c_3)	90(c_4)	712(n_0)
Всего	248(m_1)	334(m_2)	266(m_3)	210(m_4)	1068(n)
Относительный риск	1	1,34	3,11	6,89	

Расчет критерия соответствия χ^2 производится по следующей формуле (в соответствии с Информационным письмом «Оценка онкологического риска в связи с воздействием профессиональных факторов исследованием типа «случай-контроль»):

$$\chi^2 = \frac{n^2(n-1)[\sum \chi_i(a_i - m_i n_1/n)]^2}{n_1 n_0 [n \sum \chi_i^2 m_i - (\sum \chi_i m_i)^2]}$$

Подставляем значения:

Числитель:

$$1068^2(1068-1)[1(43 - 248 \times 356/1068) + 2(78 - 334 \times 356/1068) + 3(105 - 266 \times 356/1068) + 4(130 - 210 \times 356/1068)]^2 = 1140624 \times 1067 \times 36557,4$$

Знаменатель:

$$356 \times 712 [1068(1 \times 248 + 4 \times 334 + 9 \times 266 + 16 \times 210) - (1 \times 248 + 2 \times 334 + 3 \times 266 + 4 \times 210)^2] = \\ = 356 \times 712 (1068 \times 7338 - 2554^2) = 356 \times 712 (7836984 - 6522916) = 356 \times 712 \times 1314068$$

$$\chi^2 = \frac{1140624 \times 1067 \times 36557,4}{356 \times 712 \times 1314068} = 133,6$$

По таблице доверительных границ значений χ^2 в зависимости от степеней свободы К находим уровень значимости Р: при значении степеней свободы = 3 и величине $\chi^2 > 16,27$; $P < 0,001$.

Следовательно гипотеза об увеличении риска развития ЗН при росте уровня воздействия ВХ подтверждается. Можно говорить о канцерогенном влиянии условий труда на производстве изопропилового спирта и повышенном риске профессионального рака.

Таблица – Доверительные границы значения χ^2 в зависимости от степеней свободы К для уровней значимости Р

К	Р			
	0,05	0,02	0,01	0,001
1	3,84	5,41	6,64	10,83
2	5,99	7,82	9,21	13,82
3	7,82	9,84	11,34	16,27
4	9,49	11,67	13,28	18,46
5	11,07	13,39	15,09	20,5
6	12,59	15,03	16,81	22,5
7	14,07	16,62	18,48	24,3
8	15,51	18,17	20,1	26,1
9	16,92	19,68	21,7	27,9
10	18,31	21,2	23,2	29,6

Примечание: значение степеней свободы на единицу меньше количества возможных типов событий. В нашем случае возможны 4 типа событий: «экспонированный больной», «экспонированный здоровый», «неэкспонированный больной» и «неэкспонированный здоровый». Следовательно, для нашей задачи количество степеней свободы будет равно 3.

ЗАДАНИЕ №2

Из приведенного перечня выбираем вещества, концентрации которых выше ПДК и по Приложению 2 табл. 2.2. Р 2.1.10.1920-04 определяем критические органы при ингаляционном поступлении:

- бензол (кровь, красный костный мозг, ЦНС, иммунологическая, сердечно-сосудистая системы, репродуктивная функции);
- ксилолы (ЦНС, органы дыхания, почки, печень);
- формальдегид (органы дыхания, глаза, иммунологическая система – сенсibilизатор).

1. Рассчитываем коэффициенты опасности (НQ), представляющие отношение фактической концентрации к ПДК, данные проставляем в таблицу.

Таблица – Концентрации ВХВ, характеризующих состояния воздуха рабочей зоны на рабочем месте отделочницы лакированием в токарно-лобжарном цехе ОАО «Хохломская роспись»

№ п/п	Ингредиент	ПДК _{сс} , мг/м ³	Класс опасности	Среднесменная концентрация, мг/м ³	HQ	Ранговое место
1	бензол	5	2	6,8	1,4	2
2	толуол	50	3	24,0	0,48	4
3	ксилолы	50	3	332,2	6,6	1
4	Соединения свинца	0,05	1	0,0025	0,05	5
5	формальдегид	0,5	2	0,58	1,16	3
					HI=9,69	

2. Для *бензола*, *ксилола* критическим органом является ЦНС. Рассчитываем индекс опасности для этого органа $HI = \sum HQ_i = 1,4 + 6,6 = 8,0$

Для *ксилола*, *формальдегида* критическим органом является органы дыхания. Рассчитываем индекс опасности для этого органа $HI = \sum HQ_i = 6,6 + 1,16 = 7,76$

3. Отмечаем канцерогенные вещества и находим для них факторы канцерогенного потенциала при ингаляционном воздействии (SFI) по Приложению 2 табл. 2.4.

К группе канцерогенных веществ относятся:

– *бензол* – группа 1 по классификации МАИР – $[SFI = 0,027(\text{мг}/(\text{кг} \times \text{сут}))^{-1}]$,

– *формальдегид* – группа 1 – $[0,046]$

– *свинец* – группа 2А – $[0,042]$

Расчет ведем с использованием формулы расчета единичного риска (UR):

$$UR = SF \times 240/365 \times T/70 \times 10/20,$$

где UR – единичный риск при профессиональной экспозиции (мг/м³);

SF – фактор наклона или канцерогенного потенциала мг/кг/день;

240/365 – доля рабочих дней в году;

T – стаж работы, лет;

T/70 – доля продолжительности экспозиции к средней продолжительности жизни;

10/20 – доля легочной вентиляции за смену к суточной в м³.

Индивидуальный риск рассчитываем по формуле:

$$CR = C \times UR,$$

где CR – число дополнительных случаев рака за счет воздействия канцерогенных веществ в экспонируемой группе;

C – средняя концентрация за весь период производственной деятельности, мг/м³.

Рассчитываем единичный и индивидуальный риск для канцерогенных веществ:

– Для *бензола* $UR = 0,027 \times 240/365 \times 20/70 \times 10/20 = 0,00254 \text{ мг/м}^3$

$$CR = 6,8 \times 0,00254 = 0,017 (1,7 \times 10^{-2})$$

– Для *формальдегида* $UR = 0,046 \times 240/365 \times 20/70 \times 10/20 = 0,00433 \text{ мг/м}^3$

$$CR = 0,58 \times 0,00433 = 0,0025 (2,5 \times 10^{-3})$$

– Для *свинца* $UR = 0,042 \times 240/365 \times 25/70 \times 10/20 = 0,00395 \text{ мг/м}^3$

$$CR = 0,0025 \times 0,00395 = 0,00001 (1 \times 10^{-5})$$

Канцерогенный риск при комбинированном воздействии нескольких химических соединений рассматривается как аддитивный. Расчет суммарного канцерогенного риска проводим по формуле:

$$CR_{\text{комб}} = \sum CR_j$$

где $CR_{\text{комб}}$ – общий канцерогенный риск при ингаляционном поступлении нескольких канцерогенных веществ;

CR_j – канцерогенный риск для j-го канцерогенного вещества.

Суммарный канцерогенный риск при комбинированном воздействии ВХВ:

$$CR_{\text{комб}} = \sum CR_j = 0,017 + 0,0025 + 0,00001 = 0,01951 (1,9 \times 10^{-2})$$

4. Допустимый профессиональный риск, обусловленный воздействием ВХВ и определяемый индексами и коэффициентом опасности, не должен превышать 1. Для отделочницы ОАО «Хохломская роспись» коэффициенты опасности для бензола, ксилолов и формальдегида свидетельствуют о повышенном риске, обусловленном воздействием этих веществ. Индекс опасности, т.е. суммарное воздействие всех веществ, свидетельствует о превышении допустимого уровня риска более чем в 9,7 раза. Выше допустимых значений также уровень риска, обусловленный суммарным воздействием веществ, обладающих *однонаправленным действием* на ЦНС и органы дыхания, что свидетельствует о возможности развития патологии в данных органах и системах.

Допустимым уровнем канцерогенного риска для профессиональных контингентов является менее 1 дополнительного случая на 1000 работающих ($>1 \times 10^{-4}$ но $<1 \times 10^{-3}$). Канцерогенный риск, обусловленный воздействием бензола и формальдегида выше допустимого. Суммарный канцерогенный риск превышает допустимый уровень в 19 раз, основную долю в него вносит бензол. Полученный результат свидетельствует о значительной вероятности развития рака, обусловленной профессиональным воздействием канцерогенных веществ на данном рабочем месте.

5. Комплекс мер по снижению профессионального риска должен включать санитарно-технические и санитарно-гигиенические мероприятия (эффективная вентиляция, замена по возможности токсичных и канцерогенных веществ менее опасными, применение СИЗ ОД, кожных покровов), а также медико-профилактических мероприятий (проведение ПМО с участием врача-онколога, с использованием методов диагностики нарушений органов дыхания, ЦНС, внутренних органов, крови; диспансерное наблюдение).

ЗАДАНИЕ №3

1. Расчеты проводим по «Методическим рекомендациям по оценке профессионального риска по данным периодических медицинских осмотров» № 47. Для расчета OR и RR построим четырехпольную таблицу:

Группы	Больные	Здоровые	Всего
Со стажем 20 лет и более	a = 33	b = 43	e = a + b = 76
Со стажем до 20 лет	c = 12	d = 42	f = c + d = 54

Вычислим величину отношения шансов по формуле:

$$OR = (a/b) / (c/d) = ad / bc = 33 \times 42 / 43 \times 12 = 1386 / 516 = 2,69$$

Вычислим величину относительного риска по формуле:

$$RR = (a/e) / (c/f) = af / ce = 33 \times 54 / 12 \times 76 = 1782 / 912 = 1,95$$

Вычислим этиологическую долю экспозиции к аминам по формуле:

$$EF = (RR - 1) / RR \text{ или в процентах } EF = [(RR - 1) / RR] \times 100\% = [(1,95 - 1) / 1,95] \times 100\% = 48,7\%$$

2. Величина показателя RR свидетельствует, что уровень заболеваемости ГБ в стажевой группе водителей со стажем 20 и более лет в 2 раза выше, чем среди водителей с меньшим стажем.

По таблице 5 определяем, что полученные уровни RR и EF соответствуют средней степени профессионального риска, а ГБ является профессионально обусловленной патологией.

ЗАДАНИЕ №4

1. ИОУТ определяется по алгоритму, приведенному в Приложении 2 МР «Методика расчета индивидуального профессионального риска в зависимости от условий труда и состояния здоровья работников» и является одним из этапов оценки ИПР.

ИОУТ определяется на основе следующих трех показателей:

- 1) показателя вредности условий труда на рабочем месте работника – ПВ;
- 2) показателя защищенности работника средствами индивидуальной защиты – ОЗ;
- 3) показателя риска травмирования работника – РТ.

Для вычисления величины показателя вредности условий труда работника на его рабочем месте каждому профессиональному фактору присваивается балл в соответствие с табл. ПЗ и определяется суммарная вредность – V_{ϕ} – путем суммирования баллов, присвоенных каждому фактору:

Профессиональный фактор	Класс условий труда	Балл	Приведение к допустимому классу
химический фактор	2	2	2
шум	3.2	8	2
вибрация	3.2	8	2
микроклимат	3.3	16	2
освещенность	2	2	2
тяжесть	3.2	8	2
напряженность	2	2	2
Суммарная вредность		$V_{\phi} = 46$	$V_{д} = 14$

Значение V_{ϕ} характеризует фактическое состояние условий труда на рабочем месте работника. Далее производственные факторы, имеющиеся на рабочем месте, условно приводятся к допустимому классу. В таком случае каждый производственный фактор получит балл, равный двум, а общая сумма баллов на рабочем месте – $V_{д}$ составит $V_{д} = 2 \times n$.

Вычисляем показатель вредности условий труда работника на его рабочем месте с учетом числа факторов по формуле:

$$ПВ = (V_{\phi} - V_{д}) / 2,$$

где 2 – коэффициент равный двум баллам, для перевода ПВ к безразмерной величине.

$$ПВ = (46 - 14) / 2 = 16$$

Определение показателя защищенности – ОЗ производится на основе результатов оценки защищенности работников средствами индивидуальной защиты (СИЗ) при аттестации рабочих мест по условиям труда в соответствии с правилом:

- а) если работник не защищен СИЗ, то показатель защищенности ОЗ равен 0;
- б) если работник защищен СИЗ или на рабочем месте работнику не требуются СИЗ, то показатель защищенности ОЗ равен 1.

В нашем примере обрущик обеспечен СИЗ, поэтому $O3 = 1$.

Для оценки рисков травмирования используем таблицу П4. В нашем примере степень риска травмирования по СОУТ средняя, показатель $PT = 2$.

С учетом оценки PT и $O3$ ранжируем условия труда, присваивая соответствующий ранг по табл. П5. Значение $PT = 2$ и $O3 = 1$ соответствуют рангу (P) – 3.

При $PВ \geq 1$ значение интегральной оценки условий труда на рабочем месте рассчитывается по формуле:

$$ИОУТ = \frac{100 \cdot [(PВ - 1) \cdot 6 + P]}{2334},$$

где $PВ$ – показатель вредности условий труда работника на его рабочем месте;

P – ранг, определенный в соответствии со значениями PT и $O3$ для данного рабочего места по таблице П5;

100 – коэффициент пропорциональности;

2334 – число, характеризующее все теоретически возможные уникальные комбинации значений $PВ \geq 1$, PT и $O3$.

$$ИОУТ = 100[(16 - 1)6 + 3]/2334 = 3,98$$

По табл. П6, в которой приведена шкала ИОУТ, определяем, что полученное значение ИОУТ соответствует *опасным условиям труда*.

2. Для вычисления ИПР используем следующую формулу, приведенную в п. 4.2. упомянутого МР:

$$ИПР = (w_T \cdot k_T \cdot ИОУТ + w_3 \cdot k_3 \cdot Зд + w_B \cdot k_B \cdot В + w_C \cdot k_C \cdot С) \times Птр \times Ппз,$$

где: ИОУТ – интегральная оценка условий труда на рабочем месте;

$Зд$ – показатель состояния здоровья работника – по табл. 1 находим, что группа диспансеризации III соответствует показателю здоровья – 3;

$В$ – показатель возраста работника – по табл. 2 находим, что при возрасте работника 45 лет значение показателя будет – 3;

$С$ – показатель трудового стажа работника во вредных и (или) опасных условиях труда – также по табл. 2 находим, что стаж 20 лет соответствует показателю – 1;

$Птр$ – показатель травматизма на рабочем месте – определяется по формуле 2, приведенной в МР:

$$Птр = Kc \times Kт,$$

где Kc – коэффициент, учитывающий количество случаев травматизма на рабочем месте за истекший год – 1 случай по условиям задачи соответствует $Kc = 1,1$ по таблице 3 МР;

$Kт$ – коэффициент, учитывающий тяжесть последствий травмирования работников на рабочем месте за истекший год – с учетом продолжительности нетрудоспособности по условиям задачи – до 1 мес. по таблице 4 $Kc = 1$.

$$\text{Находим } Птр: 1,1 \times 1 = 1,1$$

$Ппз$ – показатель профессиональной заболеваемости на рабочем месте – 1 случай вибрационной болезни соответствует показателю профессиональных заболеваний по табл. 5 – 1,5;

w_T, w_B, w_3, w_C – весовые коэффициенты, учитывающие значимость параметров;

k_T, k_B, k_3, k_C – коэффициенты перевода параметров из абсолютных величин в относительные величины.

Весовые коэффициенты (w_i) параметров, используемых для оценки ИПР, и коэффициенты перевода параметров из абсолютных величин в относительные (k_i) приведены в Приложении 1.

Подставляем в формулу соответствующие значения, используя рассчитанное значение ИОУТ и показатели таблиц 1, 2, 3, 4, 5, П1 и П2:

$$\begin{aligned} \text{ИПР} &= (0,5 \times 1/15 \times 3,98 + 0,2 \times 1/5 \times 3 + 0,1 \times 1/5 \times 3 + 0,2 \times 1/5 \times 1) \times 1,1 \times 1,5 = \\ &= (0,13 + 0,12 + 0,06 + 0,04) \times 1,65 = 0,58 \end{aligned}$$

По Приложению 4 определяем, что полученное значение *ИПР соответствует очень высокому профессиональному риску.*

3. Основными принципами организации мониторинга профессионального риска является периодический контроль вредных профессиональных факторов, который может быть осуществлен в рамках проведения производственного контроля в соответствии с СП 1.1.1058-01 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» с изменениями. Приоритетными факторами условий труда, вносящими основную долю в уровень профессионального риска на рабочем месте обрубщика являются микроклимат, шум, вибрация, и тяжесть труда. Кроме того, рабочее место является травмоопасным. При составлении программы мониторинга необходимо организовать контроль именно за этими факторами, а также разработать проект профилактических мероприятий для оздоровления условий труда на рабочем месте обрубщика с целью снижения профессионального риска. При этом следует учесть необходимость мероприятий по нормализации микроклимата (экранирование рабочего места от источников тепловыделения, повышение эффективности работы вентиляционных систем, организация воздушного душирования и т.п), снижение уровней шума, вибрации, тяжести труда (автоматизация процесса обрубки деталей, при невозможности использование СИЗ органа слуха, виброзащитных перчаток, введение регламентированных перерывов для снижения времени воздействия вредных профессиональных факторов – защита временем), соблюдение правил техники безопасности.

Необходимо провести оценку ИПР на данном рабочем месте после внедрения мероприятий по оздоровлению условий труда с целью оценки их эффективности.

ЗАДАНИЕ №5

1. Рассчитываем показатели для столбцов 6 и 7 перемножением значений, указанных в столбцах 2 и 3 соответственно на значения столбцов 4 и 5, делим полученные отношения на 100000 (основание для расчета показателей смертности). Проставляем полученные числа и подсчитываем их сумму для строки «Всего».

Возраст, годы	Число человеко-лет в когорте «ММА»		Смертность от ЗН населения г. Дзержинска		Ожидаемое число случаев смерти от ЗН	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины	Мужчины (2)×(4)/100000	Женщины (3)×(5)/100000
1	2	3	4	5	6	7
20–24	574	246	12,14	10,15	0,07	0,02
25–29	1214	370	24,47	12,44	0,30	0,04
30–34	1600	416	17,54	30,71	0,28	0,13
35–39	1792	448	41,83	46,47	0,75	0,21
40–44	1164	445	118,34	85,81	1,38	0,38
45–49	1617	377	219,10	118,52	3,54	0,45
50–54	1141	247	371,56	181,39	4,24	0,45
55–59	794	140	778,80	267,11	6,18	0,37
60–64	497	74	963,37	471,94	4,79	0,35
65–69	269	33	1717,74	599,95	4,62	0,20
70–74	98	14	1445,29	546,06	1,42	0,08
Всего	10760	2810	–	–	27,58	2,68

В целом по когорте ожидаемая смертность от ЗН составила 30,26 случая.

2. Рассчитываем ССС по формуле:

$$\text{ССС} = \Phi / \text{О} \times 100 = 41 / 30,26 \times 100 = 135,49\%$$

Ориентировочно среднее квадратическое отклонение для ССС с целью определения доверительных интервалов может быть вычислено по формуле:

$$\delta \text{ССС} = \sqrt{\Phi \times 100 / \text{О}} = \sqrt{41 \times 100 / 30,26} = 6,40 \times 100 / 30,26 = 21,1\%$$

Отсюда при $p=95\%$:

$$\text{ССС}^- = 135,49 - 21,1 \times 2 = 93,25;$$

$$\text{ССС}^+ = 135,49 + 21,1 \times 2 = 177,73.$$

Различия статистически не значимы.

3. Определение доверительного интервала по таблицам П2 и П3 Приложения 2:

При $p=95\%$:

$$\text{ССС}^- = 135,49 \times 0,717 = 97,15$$

$$\text{ССС}^+ = 135,49 \times 1,357 = 183,86$$

При $p = 98\%$

$$\text{ССС}^- = 135,49 \times 0,643 = 87,12$$

$$\text{ССС}^+ = 135,49 \times 1,477 = 200,12$$

Табличные значения доверительных интервалов также *не подтверждают* достоверность различий между фактическим и ожидаемым показателями ССС.

ЗАДАНИЕ №6

1) Чувствительность (Ч): $a / (a + c) \times 100\% = 72 / 74 \times 100\% = 97,3\%$

(вероятность того, что скрининг способен распознать заболевание, когда оно есть)

2) Специфичность (С): $d / (b + d) \times 100\% \quad 7/9 \times 100\% = 77,8\%$

(вероятность того, что скрининг правильно идентифицирует лиц, не страдающим данным заболеванием)

3) Достоверность (показатель соответствия):

$$(a + d) / (a + b + c + d) \times 100\% \quad 79/83 \times 100\% = 95,2\%$$

4) Воспроизводимость:

$$a / (a + b + c) \times 100\% \quad 72/76 \times 100\% = 94,7\%$$

По достоверности и воспроизводимости оценка теста (см. табл.) – «хорошая»

Оценка теста	Достоверность	Воспроизводимость
Хорошая	90 – 100	75 – 100
Средняя	75 – 89	50 – 74
Неудовлетворительная	< 75	< 50

5) Коэффициент прогнозирования положительного результата (зависит от распространенности заболевания и специфичности теста – вероятность того, что лицо, классифицированное как больное, действительно страдает этой болезнью):

$$K_+ = a / (a + b) \quad 72/74 = 0,97$$

6) Коэффициент прогнозирования отрицательного результата (вероятность того, что лицо, классифицированное как здоровое, действительно не страдает данной болезнью):

$$K_- = d / (c + d) \quad 7/9 = 0,78$$

7) Распространенность болезни (реальная) (Р) – доля лиц в популяции, которые имеют данное заболевание:

$$(a + c) / (a + b + c + d) \quad 74/83 = 0,89$$

8) Распространенность болезни (тестируемая) – частота положительного заключения теста – доля лиц, классифицированных как страдающие данной болезнью:

$$(a + b) / (a + b + c + d) \quad 74/83 = 0,89$$

9) Связь показателей между собой:

$$K_+ = (P \times Ч) / ((P \times Ч) + (1 - P)(1 - C)) = 0,89 \times 0,97 / (0,89 \times 0,97 + (1 - 0,89)(1 - 0,78)) = 0,97$$

$$K_- = (1 - P) \times C / ((1 - P) \times C + P \times (1 - Ч)) = (1 - 0,89) \times 0,78 / (1 - 0,89) \times 0,78 + 0,89(1 - 0,97) = 0,97$$

Важно, чтобы K_+ был максимальным, т.к. эта группа (т.е. доля действительно страдающих болезнью среди имевших положительный результат скрининга) – объект для вмешательства.

ЗАДАНИЕ №7

Используя формулу 21 из раздела 5.2 определяем исходные данные:

X_1 – возраст – 30 лет;

X_2 – общий стаж работы – 10 лет;

X_3 – стаж работы в контакте с пылью – 10 лет;

X_4 – содержание пыли в воздухе рабочей зоны с учетом стажа работы: стеновой – 4 мг/м³; электрослесарь – 5 мг/м³; проходчик – 40 мг/м³; содержание двуокси кремния (СДК) = 20%.

Тогда $X_4 = (2 \times 4 + 3 \times 5 + 5 \times 40) / (2+3+5) = (8 + 15 + 200) / 10 = 22,3$ мг/м³. Для расчета по формуле необходимо учесть следующие коэффициенты:

K_1 – коэффициент, учитывающий содержание свободного диоксида кремния (СДК) в пыли. При содержании СДК 20% $K_1 = 1,0$ (табл. 5.3);

K_2 – коэффициент, учитывающий кратность превышения ПДК (табл. 5.4). При более чем 10-кратном превышении ПДК $K_2 = 2,3$;

K_3 – коэффициент, учитывающий тяжесть трудового процесса (объем легочной вентиляции). При тяжелой работе (категория III – табл. 5.5), $K_3 = 1,8$.

1. Определяем интегральный показатель R по формуле:

$$R = 8,6 X_1 + 6,0 X_2 + 19,4 X_3 K_1 + 6,4 X_4 K_2 K_3$$

$$R = 8,6 \times 30 + 6,0 \times 10 + 19,4 \times 10 \times 1,0 + 6,4 \times 22,3 \times 2,3 \times 1,8 = 258 + 60 + 194 + 591 = 1103$$

2. Сравниваем полученный показатель с табл. 5.6. На этом этапе риск развития профзаболевания не превысит 2% (неопределенная область, R менее 1150).

Рекомендации

1. Предложить другое рабочее место с допустимыми условиями труда

2. При продолжении работы в тех же условиях еще 1 год:

$$X_1 = 31; X_2 = 11; X_3 = 11; X_4 = (8 + 15 + 240)/11 = 23,9 \text{ мг/м}^3$$

Коэффициенты те же. Определим величину R :

$$R = 8,6 \times 31 + 6 \times 11 + 19,4 \times 11 \times 1,0 + 6,4 \times 23,9 \times 2,3 \times 1,8 = 267 + 66 + 213 + 633 = 1179$$

В этом случае риск развития профзаболевания достиг 5%. Проходчик должен быть направлен на медосмотр и трудоустроен в соответствии с рекомендацией профпатолога.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Федотова Ирина Викторовна – Почетный работник Роспотребнадзора, доктор медицинских наук, доцент, главный научный сотрудник – заведующий отделом гигиены ФБУН «Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора

Черникова Екатерина Федоровна – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела гигиены ФБУН «Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора

Некрасова Марина Михайловна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела гигиены ФБУН «Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора

Научное издание

**Федотова Ирина Викторовна, Черникова Екатерина Федоровна,
Некрасова Марина Михайловна**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Издательство «МЕДИАЛЬ»
603022 Нижний Новгород, ул. Пушкина, д. 20, оф. 4.
Тел.: (831) 411-19-83
E-mail: info@medialnn.ru
WWW.MEDIALNN.RU