

№ 2581

А.Э. Филин  
Е.А. Мохнач

# **Основы использования средств индивидуальной и коллективной защиты в чрезвычайных ситуациях**

Учебное пособие

№ 2581

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

Кафедра техносферной безопасности

А.Э. Филин

Е.А. Мохнач

# **Основы использования средств индивидуальной и коллективной защиты в чрезвычайных ситуациях**

Учебное пособие

Рекомендовано редакционно-издательским  
советом университета



Москва 2015

УДК 622.331.4

Ф53

Рецензенты:

заместитель начальника ВТУ(ФА) *В.И. Бартошик*;  
д.э.н., проф. РЭУ имени Г.В. Плеханова *В.А. Умнов*

**Филин А.Э.**

Ф53 Основы использования средств индивидуальной и коллективной защиты в чрезвычайных ситуациях : Учеб. пособие / А.Э. Филин, Е.А. Мохнач. — М. : Изд. Дом МИСиС, 2015. — 128 с.

ISBN 978-5-87623-911-2

В пособии изложены общая характеристика и назначение средств индивидуальной и коллективной защиты, основы использования средств индивидуальной и коллективной защиты в чрезвычайных ситуациях, основы защиты кожи и органов дыхания средствами фильтрующего и изолирующего типов, основы теории коллективной защиты в чрезвычайных ситуациях.

Пособие предназначено для проведения лекционных и практических занятий по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» и ее разделу «Защита населения в чрезвычайных ситуациях» для студентов всех специальностей.

УДК 622.331.4

ISBN 978-5-87623-911-2

© А.Э. Филин,  
Е.А. Мохнач, 2015  
© НИТУ «МИСиС», 2015

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	5
1. Назначение и характеристика средств индивидуальной и коллективной защиты .....	6
1.1. История развития средств индивидуальной и коллективной защиты .....	6
1.2. Задачи, решаемые с использованием средств индивидуальной и коллективной защиты в чрезвычайных ситуациях .....	9
1.3. Назначение и классификация средств индивидуальной и коллективной защиты .....	10
2. Основы защиты органов дыхания .....	26
2.1. Защита от аэрозолей аварийных химически опасных веществ, радиоактивных веществ и бактериальных средств .....	26
2.2. Основные закономерности фильтрации аэрозолей .....	30
2.3. Фильтрующие материалы и их свойства .....	32
2.4. Защита от паров аварийных химически опасных веществ .....	34
2.5. Хемосорбционное поглощение .....	35
2.6. Поглощение паров аварийных химически опасных веществ из воздуха .....	37
2.7. Основы защитного действия лицевых частей средств индивидуальной защиты .....	39
3. Основы использования средств индивидуальной защиты в чрезвычайных ситуациях .....	43
3.1. Влияние фильтрующих противогазов на человека .....	43
3.2. Использование фильтрующих противогазов и респираторов .....	45
3.3. Использование изолирующих противогазов .....	47
4. Основы регенерации воздуха в изолирующих противогазах .....	49
4.1. Классификация изолирующих противогазов и требования к ним .....	49
4.2. Регенерация воздуха в изолирующих противогазах .....	50
4.3. Изолирующие самоспасатели .....	51
5. Защита кожи от радиоактивных веществ и теплового излучения .....	57
5.1. Защита от радиоактивных веществ .....	57
5.2. Оценка опасности загрязнения одежды гамма-частицами .....	58
5.3. Защита от светового (теплового) излучения .....	60
5.4. Устойчивость материалов к воздействию светового излучения .....	63
6. Защита кожи средствами фильтрующего типа .....	67
6.1. Типы фильтрующих тканей и их характеристика .....	67
6.2. Компоненты пропиток фильтрующих тканей .....	70
7. Защита кожи средствами изолирующего типа .....	74
7.1. Защитные свойства изолирующих материалов .....	74

7.2. Динамика проникания аварийных химически опасных веществ через пленки полимеров .....	76
7.3. Проникание аварийных химически опасных веществ через две разнородные пленки .....	79
7.4. Влияние различных факторов на защитные свойства материалов .....	80
8. Основы использования средств защиты кожи .....	84
8.1. Влияние герметичности изолирующих средств защиты кожи на их защитные свойства .....	84
8.2. Влияние средств защиты кожи на организм человека .....	85
8.3. Общие принципы использования средств защиты кожи .....	91
8.4. Мероприятия, увеличивающие время пребывания в средствах защиты кожи .....	92
8.5. Сведения об изготовлении защитных тканей .....	95
8.6. Требования к хранению средств защиты кожи .....	96
9. Основы коллективной защиты в чрезвычайных ситуациях .....	97
9.1. Проникновение наружного воздуха в объекты коллективной защиты .....	97
9.2. Попадание зараженного воздуха в объекты коллективной защиты .....	102
10. Изменение состава воздуха в объектах коллективной защиты .....	113
10.1. Причины и характер изменений состава воздуха .....	113
10.2. Влияние изменений состава воздуха на человека .....	113
10.3. Определение объема чистого воздуха для вентиляции помещений .....	115
10.4. Способы обеспечения объектов чистым воздухом .....	116
11. Регенерация воздуха в объектах коллективной защиты .....	120
11.1. Способы очистки воздуха от углекислого газа .....	120
11.2. Способы обогащения воздуха кислородом .....	120
11.3. Средства очистки и регенерации воздуха .....	121
11.4. Типовые схемы фильтровентиляционных устройств .....	124
Заключение .....	126
Библиографический список .....	127

## ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях в связи с крупномасштабными работами по уничтожению ядерного и химического оружия не исключена возможность возникновения чрезвычайных ситуаций с выбросом химически опасных веществ (АХОВ) и радиоактивных веществ (РВ), которые могут представлять опасность для жизни и здоровья людей.

Кроме того, на территории России имеется значительное количество радиационных и химически опасных объектов (РХОО). Поэтому актуальными являются вопросы защиты населения, персонала и сил РСЧС в ЧС, связанных с авариями на этих объектах.

Вероятность аварий, особенно на химически опасных объектах (ХОО), существенно повышается из-за износа оборудования, низкой трудовой и технологической дисциплины, снижения эффективности ведомственного надзора и контроля безопасности. С переходом на новые экономические отношения, формы хозяйствования и управления в стране для решения проблемы реконструкции этих предприятий, повышения безопасности людей возникает необходимость обеспечения персонала новыми, эффективными образцами средств индивидуальной и коллективной защиты (СИЗ и СКЗ).

# 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ И КОЛЛЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ

## 1.1. История развития средств индивидуальной и коллективной защиты

Рассматривая историю создания средств защиты, можно сказать, что развитие и совершенствование средств индивидуальной и коллективной защиты (СИКЗ) находится под непосредственным влиянием и во взаимосвязи с теми поражающими факторами, от которых они предназначены защищать. Каждое новое достижение в области химического оружия и других средств ОМП сразу же отразилось на развитии техники защиты и, наоборот, каждое усовершенствование в области защиты побуждает изыскивать все новые и новые средства поражения.

Начало истории развития средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) следует отнести к периоду Первой мировой войны. Боевое применение немецкой армией хлора, а позже и других ОВ, обусловили появление первых СИЗ органов дыхания. В войсках начали изготавливаться и применяться ватно-марлевые повязки (ВМП), пропитанные раствором соды или гипосульфита (тиосульфата натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ). Позднее были созданы влажные противогазы в виде многослойных марлевых полумасок (маски-рыльца) с защитными очками.

Однако влажные противогазы, работающие по принципу химического взаимодействия, не могли обеспечить защиту от малоактивных в химическом отношении веществ. Кардинально этот вопрос был решен русским ученым-химиком Н.Д. Зелинским, который в 1915 г. предложил для поглощения паров ОВ использовать активированный уголь. Имя Н.Д. Зелинского неразрывно связано с историей создания противогаза на основе активированного угля, явившегося прообразом новых «сухих» фильтрующих противогазов.

Разработку научного подхода к изучению защитных свойств и эксплуатации противогаза в условиях применения химического оружия (ХО) продолжил другой известный русский ученый Н.А. Шилов, который положил начало теоретическим исследованиям в области поглощения газов активированными углями из тока воздуха, то есть исследованиям динамики адсорбции и защитных свойств коробок противогазов.

В течение 1916–1917 гг. русские ученые и инженеры провели большую работу по усовершенствованию противогаза Зелинского, по улучшению его эксплуатационных свойств. Большая заслуга в этом деле принадлежит Г.В. Хлопину. Им положено начало исследованиям в области физиологического действия противогаза на организм человека.

К концу Первой мировой войны в противогазовых коробках наряду с активированным углем появляются волокнистые противодымные фильтры для защиты от ядовитых дымов, а также химические поглотители. Таким образом, противогаз стал универсальным по своим защитным свойствам и приобрел основные черты, присущие современным противогазам. К этому периоду относится появление в русской армии и первого изолирующего противогаза.

Необходимость в средствах защиты кожи (СЗК) выявилась после применения немецкой армией иприта в 1917 году. Первыми образцами СЗК явились образцы защитных костюмов, изготовленных главным образом из промасленных тканей.

Средства коллективной защиты (СКЗ) также появились в войну 1914–1918 гг. и использовались как средства противохимической защиты. Во входах в убежища для защиты от газобаллонных атак навешивали занавеси из одеял и полотнищ. Такое устройство позволяло избежать мгновенного проникания ОВ в убежище и давало возможность своевременно воспользоваться противогазом. К концу войны французы впервые применяли земляной фильтр с ручным вентилятором.

Дальнейшее развитие теоретических основ и технических средств индивидуальной защиты относится к периоду после революции 1917 г. Совершенствование противогаза в основном шло по линии изыскания новых поглотителей и фильтрующих материалов, увеличения их защитных свойств, а также усовершенствования конструкции коробки и лицевой части. В 1924 г. на базе противогаза Зелинского был разработан и принят на вооружение противогаз ТТ-4, затем ТТС, которые кроме фильтрующе-поглощающей коробки имели вдыхательный (на дне коробки) и выдыхательный (в нижней части шлем-маски) клапаны. Соединение шлема с коробкой осуществлялось с помощью соединительной гофрированной трубки.

В 1928 г. на вооружение был принят новый, более совершенный противогаз Т-5. Однако из-за ряда недостатков, главным образом эксплуатационного характера, он в 1934 г. был заменен на противогаз с коробкой Т-4 и формованной резиновой маской МОД-08.

В 1937–1938 гг. был разработан и принят на вооружение новый образец противогаза (коробка МТ-4 и лицевая часть ШМ).

В этом противогазе, кроме усовершенствованного противодымного фильтра, использовались новые типы поглотителей (угли-катализаторы).

В начале Великой Отечественной войны был создан противогаз с новой коробкой МО-2 меньшего веса и габаритов.

Разработка средств защиты кожи (СЗК) началась с первой половины 20-х годов, но более интенсивное развитие относится к концу 20-х – началу 30-х годов. Эта разработка велась по двум основным направлениям. Одно из них связано с разработкой изолирующих (воздухонепроницаемых) материалов и созданием на их основе СЗК различных конструкций. В 1931–1937 гг. была разработана ткань с использованием бутадиенового каучука типа СК-01, а в 1944 г. – легкий защитный костюм Л-1 на основе прорезиненной ткани ВКШ-151 с полиизобутиленовым покрытием.

Второе направление связано с созданием фильтрующей (воздухопроницаемой) защитной одежды. По своим санитарно-гигиеническим свойствам и по внешнему виду она приближается к обычному обмундированию и в отличие от изолирующей одежды может носиться постоянно. В 1937 г. был разработан образец такой защиты – комплект У-12, обладающий защитными свойствами по парам иприта. Его защитные свойства основаны на адсорбции паров ОБ компонентами пропитки ткани.

Первые разработки средств коллективной защиты относятся к 1926–1928 гг., когда были исследованы свойства земляных фильтров и предложены конструкции деревянных фильтров с мехами, снаряженных активированным углем, химическим поглотителем и противоаэрозольным фильтром из ваты.

К началу Великой Отечественной войны наша страна имела надежные средства защиты, совершенствование которых продолжалось и после войны.

Послевоенный период характеризуется интенсивным развитием СИКЗ. Это связано прежде всего с возрастанием роли СЗ в общей системе защиты от оружия массового поражения (ЗОМП).

Так, в 1946 г. был принят на вооружение противогаз с коробкой МО-4 и лицевой частью ШМ-41, а в 1952–1954 гг. этот противогаз был модернизирован (коробка МО-4у и шлем-маска ШМ-41м). Вскоре на вооружение был принят противогаз с коробкой, имеющей развернутую шихту – РШ-4. Это позволило снизить сопротивление дыханию и улучшить защитные свойства.

Для защиты личного состава от радиоактивной пыли в 1969 г. на вооружение был принят респиратор Р-2. Наряду с фильтрующим

противогазом ведется разработка и изолирующих противогазов ИП-46, ИП-46М, ИП-4, ИП-4М, ИП-5.

Послевоенное развитие СЗК характеризуется дальнейшим развитием рецептур и технологий изготовления прорезиненных тканей и конструкций защитной одежды. Разработанные ткани и до сих пор применяются для изготовления защитных комбинезонов, легких защитных костюмов, чулок. В 1958 г. принят на вооружение общевойсковой защитный костюм (ОЗК), который является средством многоцелевого назначения. В состав комплекта вошли плащ ОП-1, чулки и перчатки.

Одновременно с разработкой изолирующей защитной одежды в послевоенный период большое внимание уделялось созданию средств защиты кожи фильтрующего типа. В 1969 г. был принят на вооружение общевойсковой комплексный защитный костюм. Для обеспечения защиты от светового излучения ядерного взрыва (СИЯВ) в 1975 г. принят на снабжение защитный костюм для защиты от светового излучения (КЗС).

В послевоенный период возросло значение и средств коллективной защиты. Необходимость защиты от поражающих факторов ядерного, химического и биологического оружия привело к разработке и созданию новых сооружений коллективной защиты и совершенствованию оборудования.

## **1.2. Задачи, решаемые с использованием средств индивидуальной и коллективной защиты в чрезвычайных ситуациях**

Защита населения и сил РСЧС в ЧС мирного и военного времени предусматривает организацию и осуществление ряда мероприятий, направленных на максимальное ослабление действия поражающих факторов. К этим мероприятиям прежде всего следует отнести обеспечение защиты населения и сил РСЧС. Обеспечение защиты базируется на технических средствах, среди которых важнейшее место принадлежит СИКЗ, которые обеспечивают непосредственную защиту личного состава и населения. Их роль и значение определяется тем, что при своевременном и умелом использовании они позволяют в любых условиях исключить поражение людей РВ и АХОВ, значительно ослабить воздействие теплового излучения, светового излучения ядерного взрыва (СИЯВ) и предохранить от загрязнения радиоактивной пылью кожные покровы.

Наиболее важными задачами, решаемыми с применением современных средств СИКЗ, являются: защита от радиоактивных веществ и ионизирующих излучений при применении ядерного оружия и в

случае аварий на РОО, защита от АХОВ и биологического оружия (БО), защита от СИЯВ и теплового излучения.

При нахождении в атмосфере зараженного воздуха возникает необходимость защиты органов дыхания и кожных покровов человека от химически опасных веществ, которые могут присутствовать в виде аэрозолей (дым, туман, мелкие капли) или в виде паров (газов). Многообразие известных отравляющих веществ (ОВ) и аварийных химически опасных веществ (АХОВ), отличающихся по своим физико-химическим свойствам, делает задачу защиту от АХОВ одной из основных задач, решаемых с помощью всего комплекса средств защиты.

Защита органов дыхания от аэрозолей необходима и должна решаться одновременно с их защитой от АХОВ.

Применение СИКЗ входит в комплекс мероприятий радиационной, химической и биологической защиты (РХБЗ) и составляет содержание такого мероприятия, как обеспечение безопасности населения при действии в условиях заражения (загрязнения) окружающей среды.

Планирование и организация снабжения сил РСЧС СИКЗ, их хранение, техническое обслуживание и ремонт входят в комплекс мероприятий обеспечения радиационной, химической и биологической защиты и составляют содержание мероприятий по обеспечению сил РСЧС и населения средствами радиационной, химической и биологической защиты.

### **1.3. Назначение и классификация средств индивидуальной и коллективной защиты**

Все СИКЗ обычно принято делить на три основные группы: средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), средства защиты кожи (СЗК) и средства коллективной защиты (СКЗ). Среди средств защиты личного состава формирований и населения в чрезвычайных ситуациях значительное место принадлежит средствам индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД).

К ним относятся все противогазы и респираторы, которые в соответствии с их назначением могут различаться по принципу действия и конструктивным особенностям.

Применение ОМП и аварии на радиационно и химически опасных объектах приводят в той или иной степени к заражению атмосферы различными вредными веществами (РВ, АХОВ), действие которых основано на поражении человека через органы дыхания или кожные покровы.

В результате взрывов ядерных боеприпасов или аварий на РОО атмосфера может быть заражена радиоактивными веществами. Применение БС, по всей вероятности, будет главным образом базироваться на создании в воздухе аэрозолей. Химически опасные вещества (АХОВ) могут находиться в воздухе в газообразном состоянии или в виде аэрозоля (туман, дым).

В газообразном состоянии при переходе (переводе) в атмосферу могут находиться АХОВ, представляющие собой низкокипящие жидкости, например хлор, аммиак, сернистый ангидрид, фосген, окись этилена.

В парообразном состоянии в атмосфере могут находиться все нестойкие отравляющие вещества (НОВ), а также аварийные химически опасные вещества (АХОВ), температура кипения которых выше температуры окружающей среды. К ним относятся  $\text{HF}$ , оксиды азота,  $\text{CS}_2$ , несимметричный диметилгидразин (НДМГ). Следует отметить, что высокие концентрации этих веществ сохраняются в атмосфере сравнительно небольшое время, исчисляемое иногда минутами. Кроме того, в парообразном состоянии в атмосфере длительное время могут находиться фосфорорганические вещества (ФОВ), которые, являясь веществами мало летучими, создают поражающие концентрации благодаря своей высокой токсичности. Наряду с парообразным состоянием ФОВ будут находиться в воздухе и в виде аэрозоля (тумана).

К аэрозолям АХОВ относятся также и различные ядовитые дымы (адамсит,  $\text{CS}$ ,  $\text{VZ}$ ,  $\text{CN}$  и др.). **Дисперсность аэрозолей АХОВ** определяется многими факторами. Первоначальное распределение частиц по размерам описывается, как правило, логарифмически нормальным законом с модой от 50 до 200 мкм. С течением времени мода распределения аэрозоля быстро смещается в сторону меньших размеров и может составлять величину от долей до нескольких микрометров. Аэрозоли ядовитых дымов состоят, как правило, из частиц с медианой  $\delta_{50}$  от десятых долей микрометра до нескольких микрометров.

Радиоактивные вещества (РВ), образующиеся в результате ЯВ, могут загрязнять приземный слой атмосферы как при нахождении их в первичном облаке, так и за счет вторичного (естественного и техногенного) пылеобразования. Частицы радиоактивной пыли (РП), как правило, неправильной формы и имеют стекловидное строение. Их размеры могут находиться в диапазоне от сотых долей до тысячи микрометров с медианой  $\delta_{50} = 50 \dots 200$  мкм. Однако распределение частиц РП при ЯВ вдоль следа зависит от мощности и высоты взрыва, а также направления и скорости ветра на различных высотах. При удалении от эпицентра медиана