Глобален центар за мониторинг на пожари (ГЦМП)
Институт за земјоделска радиологија на Украина (УИЗР)
Државен универзитет за живот и науки за животна средина на Украина (ДУЖНЖС на Украина)
Регионален центар за мониторинг на пожари во Источна Европа (РЦМПИЕ)
Зелен крст на Швајцарија

НАЈДОБРИ ПРАКТИКИ И ПРЕПОРАКИ ЗА ГАСНЕЊЕ НА ШУМСКИ ПОЖАРИ НА КОНТАМИНИРАНИ ПОДРАЧЈА СО ФОКУС НА РАДИОАКТИВЕН ТЕРЕН

Од:

***Johann Georg Goldammer**, Глобален центар за мониторинг на пожари (ГЦМП)*
***Valeriy Kashparov**, Институт за земјоделска радиологија на Украина, Државен универзитет за живот и науки за животна средина на Украина*
***Sergiy Zibtsev**, Регионален центар за мониторинг на пожари во Источна Европа (РЦМПИЕ), Државен универзитет за живот и науки за животна средина на Украина*
***Stephan Robinson**, Зелен крст на Швајцарија*

Фрибур – Базел – Киев -2014

Нарачано од

Организација за безбедност и соработка во Европа

Содржина

Извршно резиме..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

1. Вовед.....5

1.1 Специјални карактеристики на Забранетата зона на Чернобил од гледиште на ризик од вегетациски пожари 5

2.1 Предизвици за креаторите на политики 8

2. Опасни фактори за пожарникари кои гаснат вегетациски пожари на контаминиран терен и потенцијално негативни последици врз здравјето 9

2.1 Топлина 9

2.2 Хемиски елементи 10

2.3 Чад 11

2.4 Радиоактивност 14

2.5 Експлозиви 21

3. Оправданост на потребите и видовите на опрема за лична заштита за безбедно гансење на вегетациски пожари на контаминиран терен..... 22

3.1 Радиоактивна контаминација 22

3.1.1 Опрема за лична заштита од радијација 23

3.1.2 Инструменти за мерење на радијација и следење на радијација 27

3.1.3 Организациски прашања 27

3.2 Хемиска контаминација 31

3.3 Експлозиви 33

3.3.1 Стандардна опрема за лична заштита (ОЛЗ) за неопасни ситуации 33

3.3.2 Опрема за лична заштита (ОЛЗ) за борба против пожари на терен со висок ризик од експлозии... 36

4. Опрема за контрола на пожар, како и најдобра и најбезбедна практика на противпожарна заштита на контаминиран терен37.....
.37

4.1 Радиоактивна контаминација 387

4.1.1 Деконтаминација 37

4.2.1 Конечно отстранување 40

4.2 Хемиска контаминација 40

4.3 Експлозиви 42

4.3.1 Теренско работење со оклопна опрема 44

4.3.2 Беспилотно летало/систем за беспилотни летала (UAV/UAS) за контрола на работата и координација 45

5. Conclusions and recommendations 46

References..... 48

Annex..... 51

ИЗВРШНО РЕЗИМЕ

Во периодот од 1993 - 2014 година во Забранетата зона на Чернобил избувнаа повеќе од 1250 пожари на шуми и треви. Најголемиот пожар во 1992 година изгоре 17 000 ха високо контаминирана земја при што беа потребни стотици пожарникари за да се изгасне. Горењето на пожарите во контаминирани средини создава дополнителни нестандардни ризици за пожарникарите и може да има негативни здравствени последици врз пожарникарите и локалното население. Во Европа постојат три главни вида на контаминирани средини:

- вегетација загадена со радиоактивност како последица на несреќи што се случиле во нуклеарните централи, како што се територииите контаминирани по крахот на Чернобилската нуклеарна централа во 1986 година;
- вегетација околу хемиски и индустриски постројки загадени со редовни емисии или како последица на несреќи или како колатерална штета што произлегува од вооружени конфликти;
- зони контаминирани со неексплодирана муниција во региони на поранешни и сегашни вооружени конфликти или активни и напуштени воени полигони за обука и стрелање.

Организацијата за безбедност и соработка во Европа (ОБСЕ) нарача од Глобалниот центар за мониторинг на пожари (ГЦМП), Институтот за земјоделска радиологија на Украина и Регионалниот центар за мониторинг на пожари во Источна Европа (РЦМПИЕ) при Државниот универзитет за живот и науки за животна средина на Украина, и Зелениот крст на Швајцарија да ги идентификуваат и прегледаат посебните мерки за управување со оган, особено средствата за лична заштита на пожарникарите, за безбедно гаснење на пожар во гореспоменатите средини. Главната причина за овој извештај е фактот што методите и алатките за ефикасно и безбедно гаснење на шумски пожари на загаден терен се оскудни. И покрај тоа што на располагање постои напредна заштитна опрема за спречување и гаснење пожари во контаминирани или на друг начин опасни структури, како што се нуклеарни и хемиски објекти или депоа за муниција, нејзината употреба за контролирање на проширени шумски пожари е во голема мера ограничена и најчесто не е можна. Сепак, некои принципи и технологии што се користат при управување со пожари од опасни материјали (HAZMAT) може да се применат при специфични услови за управување со шумски пожари во забранетата зона на Чернобил, особено за време на гаснење на пожари во близина на локациите за складирање на радиоактивен отпад. Искуствата стекнати при контрола на пожари на теренот контаминиран со неексплодирани орудија и нагазни мини можат да се користат за противпожарна заштита на радиоактивно загаден терен и ќе овозможат постигнување подобра лична безбедност. Овој извештај дава преглед на најсовремените практики и опрема за безбедно гаснење на шумски пожари во контаминирани области и вклучува препораки за подобрување на заштитата на пожарникарите од радиоактивност. Во однос на заштитата на пожарникарите од радиоактивност, извештајот содржи:

- Компилација на најдобри практики и упатства за гаснење на пожари на контаминиран терен;
- Анализа на проценката на радиоактивната доза за време на ширењето на пожарот;
- Оценка на најдобрите практики за намалување на изложеност на радијација при гаснење на пожари и осмислување на препораки за лична заштита.

Заклучено е дека да се контролира шумски пожар на контаминран терен е екстремно опасно и тешко. Затоа треба да се приоретизираат инвестициите за да се обезбеди соодветна опрема и да се зголеми

подготвеноста и можностите за безбедна и ефективна контрола со цел да се намалат примарните и секундарните ризици за пожарникарите и населението.

Дадени се следниве препораки:

1. Треба да се идентификуваат специјални мерки за управување, средства за лична заштита и тактитки, како и соодветни служби за мониторинг на здравјето и животната средина, прилагодени на начин за да се употребуваат за безбедно гаснење на пожари во горенаведените средини.

2. Главните ризици за здравјето на пожарникарите произлегуваат од чадот од пожари коишто горат во вегетација загадена со радионуклиди и хемикалии. Како последица на тоа, управата мора да ја спроведе задолжителната употреба на средства за заштита при дишење, како и да ги дефинира и да ги спроведе временските ограничувања за изложеност на пожарникарите врз основа на радиоактивни и хемиски ризици, како и најчестата употреба на тактики за индиректен напад за време на гаснењето.

3. Потребни се планови за краткорочно и долгорочно намалување на опасноста од пожари и управување со материјали за горење (управување со запаливи материјали). Треба да се развие стратегија за управување и третирање на собраното радиоактивно дрво, вклучително и посебните постројки за согорување на радиоактивни парчиња дрво со стврднување на нуклеарен отпад и капацитетите за долгорочно складирање. Без таква долгорочна стратегија, ќе биде тешко да се управува со шумите и да се намалат ризиците од пожар само со отстранување на мртво дрво.

4. Противпожарниот персонал треба да биде соодветно обучен и опремен за гаснење пожари и да ги разбира овие нестандардни ризици во областите со опасности од нуклеарно или хемиско загадување. Системот за поддршка во одлучувањето за системи за гаснење на пожари и мониторинг од воздухот ќе му дозволи на раководното лице одговорно за инцидентот да го контролира времето на изложеност на пожарникарите на пожарот од гледна точка на усогласеност со индивидуалните радиоактивни и хемиски безбедносни норми.

5. Противпожарната заштита на терен контаминиран со неексплодирани орудија (НЕО) и нагазни мини бара поинаква лична заштитна опрема (ЛЗО) и опрема која обезбедува заштита на персоналот од балистички удар од експлозивната муниција. Обезбедени се неколку опции.

6. За сите видови контаминирани терени, раното откривање, следење и контрола на пожарите бараат напредни решенија кои ќе ја намалат операцијата на лице место и присуството на луѓе. Далечинското идентификување за рано откривање на пожари (автоматска и автономна оперативна опрема за брза детекција на чад од вегетациски пожар или топлина) и беспилотни, далечински контролирани или автономно управувани теренски возила или воздушни системи (UAV / UAS) обезбедуваат значително намалување на здравствени ризици, повреди или смртни случаи кај пожарникари. Најнапредните решенија за воздухопловна противпожарна заштита со беспилотни летала и теренски машини заслужуваат внимание и примена во пракса.

1. ВОВЕД

1.1 Специјални карактеристики на Забранетата зона на Чернобил од гледиште на ризик од вегетациски пожари[1]

Голем интензитет, широк спектар и разновидност на современи антропогени активности и користењето на земјиштето сериозно ја променија средината за пожари со различни видови контаминација што претставуваат дополнителни, невидени фактори на ризик за пожарникарите кои гаснат вегетациски пожари. Од аспект на управување со вегетациски пожари во Забранетата зоната на Чернобил (ЗЗЧ) треба да се земат предвид три главни случаи на контаминација за подобрување на личната безбедност: радиоактивна, хемиска и експлозиви. Во сите горенаведени случаи различни фактори претставуваат ризик за здравјето на пожарникарите кои треба да се земат предвид при соодветна обука и подготвеност на противпожарните бригади, при изборот на средства за лична заштита и при донесувањето одлуки за стратегии и тактики за гаснење на пожари, кои ќе даваат ѝ приоритет и ќе ја гарантираат лична безбедност.

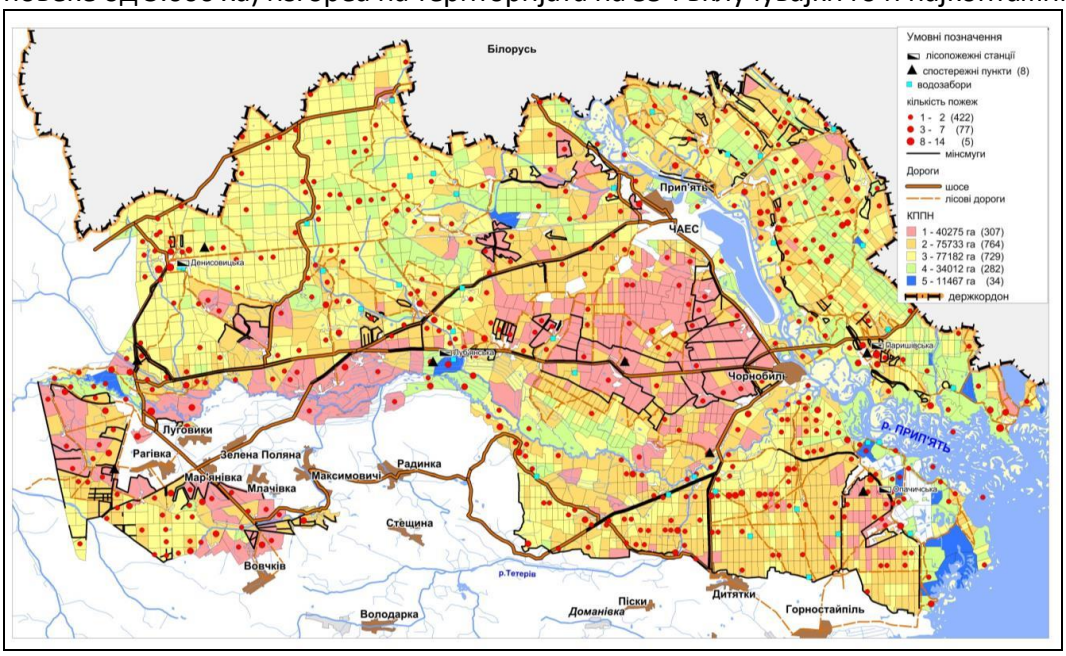
Нуклеарни инциденти со високо ниво на контаминација на животната средина вршат големо влијание врз средината за пожари. Од 1950тите па наваму, три големи нуклеарни инциденти предизвикаа радиоактивно загадување од широк размер: емисии од Mayak Production Association во регионот на Челиабинск (Јужен Урал), Русија (Trabalka et al., 1980); Нуклеарната централа во Чернобил (НЦЧ), СССР (1986) и Фукушима НЦ (2011) (Steinhauser et al., 2014). Во последните два случаи, забранетите зони беа воспоставени на најголемиот дел од контаминираните предели околу оштетените ректори. Катастрофата во Чернобил е најопасниот и најпроблематичниот случај од гледиште на управување со пожари поради големиот размер, високото ниво и долгорочната природа на контаминација. Најконтаминираните предели покриени со шуми и треви со бел бор кој е склон на пожари се наоѓаат на териториите на Украина, Белорусија и Русија. Забрзаниот раст на бројот на новоизградени нуклеарни капацитети, особено во Азиско – Пацифичкиот регион води кон зголемена веројатност од инциденти во иднина и затоа бара подобра документација на расположливите искуства со управување со постоечки радиоактивно контаминирани територии.

Сегашниот режим на пожари и ризици во Забранетата зона на Чернобил (ЗЗЧ) се определени според изворите на палење, видовите на вегетација, нивната распространетост и динамика, како и интензитетот и аспектите на управување со шуми и пожари. Од неодамна климатските промени станаа уште еден важен фактор кој не дозволува предвидување на максималниот опсег и последици од пожарите. Дополнителни фактори кои треба да се земат предвид при гаснењето се интензитетот на радиоактивната и хемиската контаминација на почвата, вегетацијата и остатоците што го определува нивото на контаминација на чадот и влијанието врз личната безбедност.

Специјален режим за дозвола беше воспоставен по катастрофата во 1986 година ограничувајќи ја најконтаминираната зона од 10 км, како и зоната од 30 км околу ЗЗЧ. Подоцна ЗЗ беше проширена кон запад и сега покрива површина од 260.000 ха. Во моментов околу 60-70% od ЗЗ е оградена додека останатиот дел е слободно пристапен со што се создаваат поволни услови за нелегално преминување со возила или посетители на територијата на ЗЗ. Со цел да спречи нелегално навлегување на посетители, полицијата редовно патролира по периметар што сепак не е ефективно во одржувањето на

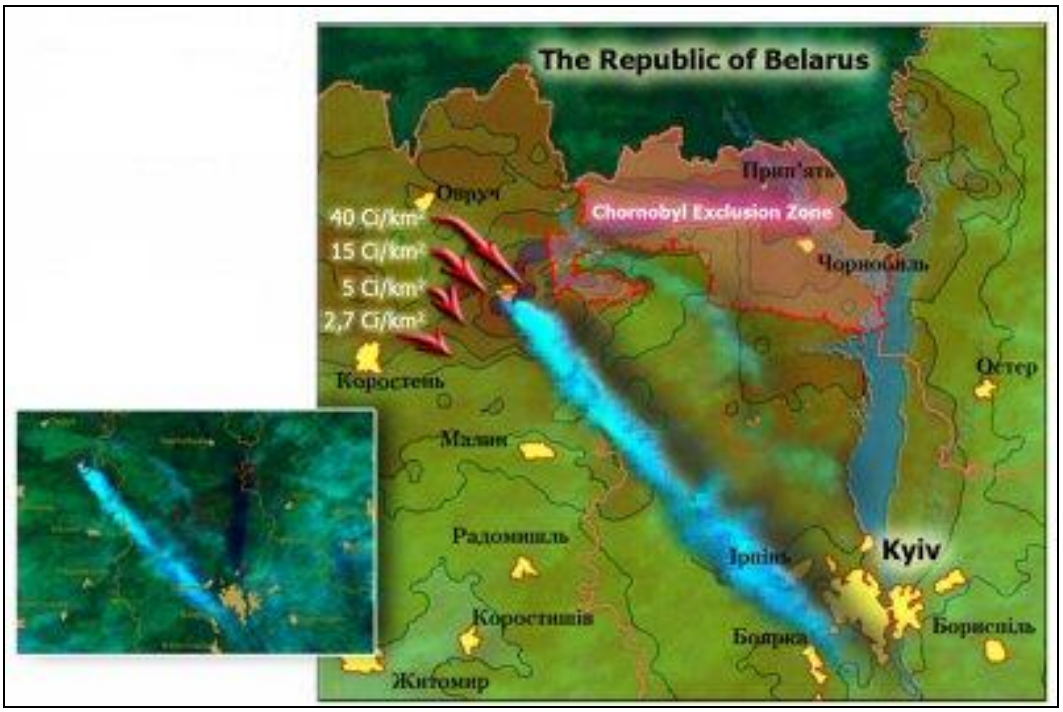
[1] Автор: S. Zibtsev

режимот на забрана. Од 1993 до 2014 официјално се регистрирани повеќе од 1250 вегетациски пожари од различен вид, сериозност и размер во ЗЗЧ. Најсериозните пожари се случија во август 1992 година на дури 17.000 ха трева и шума (вклучувајќи го пожарот по линија на крошните на дрвјата со опсег од повеќе од 5.000 ха) изгореа на територијата на ЗЗЧ вклучувајќи го и најконтаминираниот дел (слика 1).



Слика 1. Локации на пожарите и распределба на земјиштето во ЗЗЧ според украинската класификација на опасност од пожари

Сателитски слики од мај 2013 г. покажуваат бројни шумски пожари во ЗЗЧ и околните територии со различно ниво на контаминација коишто донесоа радиоактивен чад кон градот Киев (слика 2). Вегетацијата во ЗЗЧ е мозаик од пошумени (65%) и тревни површини коишто се склони на пожар за време на сите годишни времиња со највисоко нивно на опасност од пожари во периодот април – мај и во август (слика 3).



Слика 2. Пожари кои горат во и околу ЗЗЧ на земјишта со различно ниво на контаминација, како и чад кон Киев

Слика 3. Типични видови на вегетација склони на пожар во ЗЗЧ: борови шуми и ливади со природно развиена регенерација на дрвја. Нуклеарните капацитети се наоѓаат на пошумените територии.

Поради отсуството на каква било обработка или употреба на земјиштето во ЗЗЧ, динамиката на повеќето вегетациски видови следат типичен пат кој води кон интензивна акумулација на запалив материјал. Огромни површини на средовечни чисто борови насади се уништени од болести и инсекти и кои потоа остануваат претрупани со огромни слоеви на површински запалив материјал поради непостоење на танчење односно чистење (слика 4). Во многу случаи ова резултира со создавање на нови генерации на шуми коишто се посклони на опожарување поради големи континуирано неисчистени предели со вертикално запалив материјал во споредба со претходните генерации (слика 5).

Недостигот на танчење односно чистење во ЗЗЧ (помалку од 10% од потребното ниво) придонесува за пренатрупаноста на борови шуми низ целата територија и го зголемува ризикот од пожари со висок интензитет, од пожари по линија на крошните на дрвјата и масивни шумски пожари. Постојниот капацитет за управување со пожари, како и структурата и локацијата не одговараат на ова високо ниво на опасност и не гарантираат брз одговор и ефективно гаснење во случај на критични временски услови. На пример, една противпожарна станица со 2-3 противпожарни возила и со 5-7 пожарникара е надлежна за територија од повеќе од 65.000 ха, додека пак надвор од ЗЗЧ, големината на територијата на надлежност е 15-20 пати помала (3-5.000 ха). Само околу 70% од територијата е покриена со систем за детекција на пожари (стражарска кули со набљудувачи). Скоро 23.000 ха шуми склони кон пожар во ЗЗЧ се целосно непристапни за противпожарни возила. Сите горенаведени фактори го предизвикуваат високиот ризик по личната безбедност на пожарникарите, што исто така бара посебно внимание кон нивната Опрема за чична заштита (ОЛЗ), употреба на специјална опрема, како и стратегии и тактики за гаснење пожари.

Слика 4. Борови шуми (55 години стари) уништени од инсекти со последица: дебели слоеви на натрупан согорлив материјал (Лелив шума, зона од 10 км)

Слика 5. Комплекс склон на бор составен од вертикални, добро структурирани борови шуми оштетени од врнежи од снег со природна регенерација на бор.

1.2 Предизвици за креаторите на политики[2]

Постојат само неколку земји во светот кои имаат применлив систематски пристап кон проблемот со последиците од шимски пожари кои горат на терен контаминиран од радионуклеиди, хемикалии и оружје – било да се тоа релевантни политики или технологии. Заради тоа во 2009 беше иницран меѓународен дијалог за ,,Опасни пожари на контаминиран терен“. Овој меѓународен семинар се запиша во историјата со тоа што го отвори проблемот со ,,Дивите пожари и човековата безбедност: Управување со пожари на терен контаминиран со радијација, неексплодирани орудија (НЕО) и нагазни мини“ (октомври 2009, Киев и Чернобил, Украина). Тоа обезбеди нов увид во феномените и проблемите кои прозлегуваат од опожарувања на радиоактивно контаминиран терен на евроазиската биота. Најсериозните проблеми се јавуваат на територииите на Украина, Русија и Белорусија кои беа високо контаминирани од крахот на Реакторот 4 на Нуклеарната централа во Чернобил. Траги од радијацијата во Чернобил се наоѓаат во емисии од шумски пожари во Сибир и Централна Азија и се пренесуваат со широк опсег и интерконтинентално. Инциденти со шумски пожари во САД претставуваа закана за извесни нуклеарни тестови, но досега немало последици со висока контаминација.

Извештаите од поствоените земји ја откриваат обемноста на контаминацијата со неексплодирана муниција и нагазни мини на пошумено и друго земјиште. Извештаите за пожари на терените на поранешни воени полигони за обука и стрелање откриваат дека неексплодираните орудија имаат потенцијал на голема опасност и повеќепати резултирале во повреди на пожарникари.

На семинарот се повика домаќинот – Владата на Украина и покровителот на семинарот, Глобалниот центар за мониторинг на пожари (ГЦМП), Советот на Европа (СЕ), ОБСЕ/ENVSEC, UNISDR за Регионот на југоисточна Европа / Мрежа за пожари на диви земјишта на Кавказ и Централна Азија, како и UNICEF/FAO Тимот на специјалисти за шумски пожари да ги решат проблемите.
,,Резолуцијата од Чернобил за шумски пожари и човекова безбедност: Предизвици и приоритети за акција за решавање на проблемите со шумски пожари на терени загадени со радиоактивност, неексплодирани орудија (НЕО) и копнени мини" од 2009 година препорачува да се развијат политики и

[2] Автор: J.G. Goldammer

практики поврзани со управувањето со пожари на контаминиран терен.[3] Оттогаш се преземени одлучувачки чекори за да се истражат методи и технологии за справување со пожари на контаминиран терен.

2. ОПАСНИ ФАКТОРИ ЗА ПОЖАРНИКАРИ КОИ ГАСНАТ ВЕГЕТАЦИСКИ ПОЖАРИ НА КОНТАМИНИРАН ТЕРЕН И ПОТЕНЦИЈАЛНО НЕГАТИВНИ ПОСЛЕДИЦИ ВРЗ ЗДРАВЈЕТО

2.1 Топлина[4]

Топлината е една од главните закани по здравјето на пожарникарите за време на гаснењето пожар. Изработени се бројни студии за физиолошкиот одговор на телото при континуирана изложеност на различни нивоа на интензитет на топлина (Adolph, 1947; Cuddy et al. 2008; Hendrie et al., 1997; Ruby et al., 2003; Sharkey, 2004). Најголемата закана од топлотен удар на пожарникар започнува кога односот меѓу примената топлина и изгубената топлина не е во рамнотежа. Како последица, може да се појават неколку сериозни повреди и заболувања, особено, топлотни грчеви, топлотен замор и топлотен удар. Симптомите и факторите на горенаведените повреди предизвикани од топлина се опишани од Domitrovich and Sharkey (2010).

Топлотните грчеви се случуваат и за време и по супресија на рацете и нозете. Главната причина е дехидрација и електролитен дисбаланс. Се забележуваат дехидрација, потење, мускулни грчеви и замор. Во таков случај, пожарникарот треба да биде ослободен од активности. За закрепнување се препорачува: да се одмори во сенка за да се исклучи мускулна повреда, да се истегне и да се измасираат зафатените мускули и да се провери колкава количина вода испил пожарникарот. Во случај на дехидратација, исто така, се препорачува смирено внесување на спортски пијалаци со електролити и јаглени хидрати и / или солена храна. Во најголем број случаи, погодените пожарникари ќе можат да се вратат на работа во текот на смената откако ќе бидат правилно хидрирани и ќе се одморат.

Кога кардиоваскуларниот систем не е во можност да одржи соодветна циркулација на крв и вода, најчесто се забележува топлотна исцрпеност. Обично пожарникарот не се чувствува доволно силен за да го гасне пожарот околу огнената линија. Од физиолошка гледна точка, влијанието на топлината го стимулира потењето, проследено со губење на вода и електролити, како и намалување на вкупниот волумен на крв. Како резултат на тоа, ова радикално ја намалува способноста на крвта да пренесува кислород и хранливи материи во мускулите. Симптомите се посериозни и вклучуваат дехидрација, главоболка, профузно потење, зашеметеност или вртоглавица, гадење, ладна, леплива кожа, замор или слабост. Активности потребни за закрепнување: повлекување на пожарникарот од линијата на пожар, одморање во сенка, отстранување на облеката на пожарникарот, легнување и подигнување на нозете на пожарникарот. Мора да се следи срцевиот ритам, крвниот притисок, респираторната стапка и нивото на будност. Ако пожарникар може безбедно да голта и не повраќа - полека давајте му течности. Повеќето пожарникари со благ топлотен замор ќе закрепнат без потреба од сместување во здравствена установа ако престанат да работат, но тие треба да се вратат на работа не порано од 24-48 часа. Пожарникарите со тежок топлотен замор треба да одат на лекар.

Топлотниот удар може да има многу посериозни последици: телото ја губи способноста за саморегулација на телесната температура. Топлотниот удар е закана по живот. Како последица на топлотен удар, температурата на телото се качува над 40°C. Топлотниот удар делува врз функцијата на клетките и резултира со ослободување на цитокини кои ја спречуваат клеточната комуникација,

[3] Сиже од изданијата од семинарот и Резолицијата од Чернобил се објавени од UNECE / FAO Меѓународни вести за шумски пожари (МВШП) бр. 40 (2010), стр. 76-113. (UNECE / FAO International Forest Fire News (IFFN)) No. 40 (2010), pp. 76-113. (http://www.fire.uni-freiburg.de/iffn/iffn_40/content40.htm)

[4] Автор: S. Zibtsev

предизвикувајќи локално или воспаление по целото тело. Меѓу типичните симптоми кои се забележуваат се: нерационално однесување, губење на будноста, слабост, жештина, пот или сува кожа, тахикардија со повисока стапка од 100 додека се одмора. Крвниот притисок се намалува, а хипервентилацијата се зголемува. Веднаш треба да се преземат следниве чекори: ослободување на пожарникарот од работа, поставување на пожарникарот во сенка, отстранување на облеката на пожарникарот, потопување на пожарникарот во вода (во поток или резервоар со вода). Пожарникарот треба веднаш да се евакуира од огнената линија, претпоставувајќи дека тоа може да се направи безбедно. Пожарникарот може да се врати на работа најрано за една недела, по извршен преглед на доктор и рехабилитација.

Сумирајќи го горенаведеното, треба да се нагласи дека при гаснење пожар во контаминирана средина, **топлината, најчесто е мал фактор кој влијае на здравјето на пожарникарите во споредба со контаминираниот чад кој директно влијае на дишните органи** (радиоактивен, хемиски) или експлозивите кои директно и физички го погодуваат животот. Затоа пожарникарите треба да бидат свесни и обучени како да избегнуваат топлотен стрес, а најмногу треба да се внимава на заштитата од чад, радијација и експлозии.

2.2 Хемиски елементи[5]

Постојат голем број на опсежни истражувања посветени на прашањето на контаминација од чад од вегетациски пожар (ЧВП) од различни хемиски елементи и гасови (Kelly, 1992; Reh and Deitchman, 1992; Lacaux, 1995, Ward, 1999; McDonald et al., 2000; Muraleedharan et al., 2000; Heil and Goldammer, 2001; Shauer et al., 2001; Ward and Smith, 2001; Radojevic, 2003; Booze et al., 2004; Miranda, 2004; Reinhardt and Ottmar, 2004; Koppmann et al., 2005; Statheropoulos and Karma, 2007; Bytnerowicz et al., 2009; Goldammer et al., 2009).

Според неодамнешните студии, чадот од вегетациски пожар содржи многу елементи и нивни соединенија. Меѓу нив, најважни се водената пареа, постојаните гасови, испраливите органски соединенија (ИОСа), полу-испарливите органски соединенија (ПИОСа) и различни честички. Постојаните гасови се CO_2, CO, NO_x, SO_x и NH_3. Поради вообичаено ниската концентрација на сулфур, SO_x носи релативно низок ризик по здравјето. Но, во исто време, ако вегетацијата расте на почви со висока содржина на хемиски достапен сулфур (природен [вулкански] или вештачки [контаминирано земјиште во близина на постројки кои горат на јаглен и други индустриски комплекси]), се ослободуваат големи количини на сулфурни соединенија. На пример, значителни концентрации на SO_2 and H_2S беа произведени за време на пожарите во Националниот парк Јелоустоун. Во пожарите во Савана беше откриен NH_3. Беше идентификувано дека содносот на емисијата на NH_3 во однос на CO_2 е на ниско ниво; NH_3 најчесто се испушта за време на тлеењето, а не за време на огнената фаза на согорувањето.

За време на пожарите активно се формираат метан и ИОСа. Особено беа идентификувани хемикалии како алкани, алкени и алкини, коишто привремено се појавија при формирањето на етан, хептан, декан, пропен, ацетилен и други гасови. Поопасни за здравјето се бензенот и алкилбензените, особено толуен, ксилен и етил-бензен. Интеракцијата на гореспоменатите хемикалии со кислород за време на процесите на горење резултира со производство на фенол, м-крезол, п-крезол, гуајакол, алдехиди (формалдехид, ацеталдехид, бензалдехид), кетони, вклучувајќи ацетон, оцетна киселина, бензоева киселина, метилестер итн. Покрај тоа, за време на пожарите во борови шуми, во произведениот чад беше откриен хлорометан. Хлорометан е идентификуван како најзастапен халогениран јаглеводород кој се емитува при горење на биомаса, која главно се состои од мртва и жива вегетација. Меѓу групите

[5] Автор: S. Zibtsev

на ПИОСа, генерирани од вегетациски пожари со голем волумен на чад, најопасен за здравјето е бензо [а]пиренот.

Ако избие пожар на почви со значителна содржина на сол, термичката поделба на атомот на хлор од молекулата на солта (NaCl) во текот на процесот на ладење ќе доведе до формирање на диоксини, една од најсилните познати супстанции што предизвикуваат рак.

За време на вегетациските пожари се создаваат големи количини на честички со различни големини. Влијанието на честичките многу зависи од нивната големина. Во зависност од интензитетот на пожарот и вегетацијата, големината на честички може да варира од крупни (> PM10) до фини (PM2.5, PM1, >PM1).[6] Од хемиска гледна точка, честичките се состојат од јаглерод или од органски јаглерод. Вториот, познат како црн јаглен (саѓи), е производ од нецелосното согорување на материјали и горива базирани на јаглерод (CEPA, 1999). Неодамна беше изучувано влијанието од далечина на црниот јаглен врз арктичкиот мраз. **Влијанието на чадот врз здравјето во голема мера зависи од температурата на огнот. Во текот на процесот на согорување доаѓа до жешки испарувања**. Тие доаѓаат во контакт со хемикалиите во воздухот, а со тоа формираат нови честички, обично со дијаметар под 0,1 µm, кои се особено опасни за белите дробови. Производите со ниска испарливост, вклучувајќи и некои радионуклиди или нуклеираат или кондензираат на површините на честичките, создавајќи честички во опсегот со големина од 0,1-1,0 µm, што претставуваат дополнителни закани. Повеќето елементи во трага, од природно или антропогено потекло, мигрираат со честичките во текот на вегетациските пожари, како што се Na, Mg, AL Si, P, S. Cl, K, Ca, Ti, Mn, Fe, Zn, Rb, Sr, V , Pb, Cu, Ni, Br, Cr и други. **Овие елементи вообичаено се концентрираат во фина фракција и затоа лесно навлегуваат во белите дробови и крвотокот на пожарникарите.**

За време на вегетациски пожари во зона од 5-6 км околу хемиски индустриски постројки (за производство на ѓубрива и друго) може да се формираат посложени мешавини во зависност од интензитетот на пожарот. **Во случај на пожари во линија на крошните на дрвјата проследени со високи температури, поголемиот дел од чадот се крева високо до горните слоеви на атмосферата и нивото на хемиско влијание врз пожарникарите е помало.** Спротивно на тоа, за време на **ниски пожари со низок интензитет, поголемиот дел од чадот останува ниско на земја на што директно** се изложени пожарникарите, особено од страната на ширење на пламенот. Други видови горива и / или материјали можат да придонесат за хемиски оптоварувања во чадот, кога на пример, вегетацискиот пожар се проширува на поранешна обработлива земја, нуклеарна инфраструктура и места за складирање на отпад. Другите отпадни материјали закопани во шуми како дрво, пластика, ѓубрива може да горат, а во произведениот чад може да се појават материи, како што се прашкасто стакло, цементна прашина, азбест или малтер и други хемиски соединенија. Ова бара да се земе предвид просторната дистрибуција на хемиска контаминација при развивањето и примената на тактики за противпожарна заштита.

2.3 Чад[7]

По дефиниција, чад од вегетациски пожар (ЧВП) е аеросол во форма на колоиден систем составен од мешавина на дисперзирана фаза и цврсти или течни честички во воздухот (Johnson, 1999). Нивото на заканата од чад по здравјето на пожарникарот зависи од многу фактори и од нивната комбинација. Првенствено, тоа е самата хемиска токсичност, проследена со интензитетот на горењето и нивото,

[6] Партикулатна материја (ПМ) или партикулати се микроскопски цврсти или течни материи суспендирани во атмосферата. Подвидови на атмосферски честички се суспендирани партикулатни материи (СПМ), респираторни суспендирани честички (РСП, честички со дијаметар од 10 микрометри [µm] или помалку), фини честички (дијаметар од 2,5 µm или помалку), ултра-фини честички (помалку од 100 нанометри [nm, или 0,1 µm] во дијаметар) и саѓи (нечисти јаглеродни честички кои произлегуваат од нецелосното согорување на јаглеводород).
[7] Автор: С. Зибцев Author: S. Zibtsev

времетраењето и зачестеноста на изложеноста. Најголемо влијание врз пожарникарите врши нападот на предниот пламен. Следниве публикаци даваат опсежна анализа и преглед на главните штетни фактори од чад: (Malilay, 1998; Heil and Goldammer, 2001; Radojevic, 2003; Bytnerowicz et al., 2009; Goldammer et al., 2009). Подолу се дадени основните информации за тоа кои се главните причини за чад кои треба да се земат предвид при организирање на гаснење на вегетациски пожари и, што е најважно, на терен со хемиска контаминација.

Честичките во чадот се еден од главните фактори кои влијаат на органите за дишење и бараат лична заштитна опрема (ЛЗО). Солидните компоненти на чадот со големина на вдишливи честички лесно навлегуваат во внатрешноста на телото со вдишениот воздух. Како што беше споменато погоре, честичките се делат во две категории: фини честички со просечен дијаметар од 0,3 микрометри (µm) и груби честички со просечен дијаметар поголем од 10 µm. Дури и при ниски концентрации, фините честички може да предизвикаат промени во функциите на белите дробови кои на долг рок може да придонесат за поголема можност за развој на респираторни и кардиоваскуларни заболувања, вклучувајќи астма. Фините честички обично влијаат на алвеолите и таму се концентрираат. Во услови кога белите дробови природно не се доволно исчистени, концентрациите на големи загадувачи може да влезат во крвотокот или да останат во белите дробови, што резултира со хронични белодробни заболувања, како што е емфизем. Како што беше споменато претходно, хемикалиите апсорбирани од партикулати создадени во воздухот содржат бројни токсични елементи кои имаат значителни канцерогени последици.

Влијанието на чадот врз здравјето директно зависи од големината и видот на вегетацискиот оган. Според проценките, за време на пожарот многу интензивно се произведуваат честичките - најмалку 0,6 тони во секунда и повеќе, а со тоа и влијанието врз здравјето зависи од интензитетот на пожарот и насоката на ветерот. **40% до 70% од фините честички се состојат од органски јаглероден материјал, кој содржи познати карциногени.** 2-5% е графитен јаглерод; остатокот е неоргански пепел. Честичките носат апсорбирани и кондензирани токсиканти и слободни радикали, на пример, полициклични ароматични јаглеводороди (ПАЈ). Нивните последици врз здравствјето се одредени од нивниот хемиски состав, кој се состои од група органски соединенија со два или повеќе бензен прстени, како што се метил антрацен, пирен, хризен, бензо[а]антрацен, флурорантен и метилриден. Бензо[а]пиренот се смета за најканцерогено соединение. Утврдено е дека пожари со помал интензитет спротивни од насоката на ветрот (во насока на дување на ветерот) произведуваат поголеми количини на бензо[а]пирен отколку пожарите што се движат кон новото гориво во иста насока со движењето на ветерот. Овој факт во суштина ја намалува можната тактика за гаснење и бара да се минимизира колку време пожарникарите се изложени на чад, дури и во случаи кога се користат контролирани пожари. Карактеристиките на горивото, исто така, влијаат на производството на ПАЈ за време на согорувањето. Емисијата на бензо[а]пирен се зголемува како што се зголемува густината на живата вегетација која ја покрива опожарената област. **Стапките на емисии на ПАЈ беа забележани како највисоки за температури во опсег од 500-800°**C и беа во согласност со резултатите од студијата за ПАЈи ослободени во контролирани пожари со мал интензитет.

Јаглерод моноксид (CO) е главната причина за смртни случаи од вегетациски пожари. Тоа е поврзано и со пожарникарите и со цивилното население кои се понекогаш заробени од пожарот. Механизмот на влијанието на гасовите од јаглерод моноксид врз здравјето е поврзан со ткивна хипоксија која ја спречува крвта да донесува доволно кислород. Нивото на закана зависи од концентрацијата. Ниските и средните концентрации резултираат со ослабено размислување, главоболки, бавни рефлекси, ослабено движење на рацете, намален капацитет за вежбање и поспаност. Високите концентрации може да завршат фатално. Концентрацијата на јаглерод моноксид тесно корелира со концентрацијата на други соединенија во чадот, вклучувајќи честички и формалдехид. Во повеќето случаи, концентрациите на CO зависат од интензитетот на огнот и се движат од 60 g/kg кај пожарите со мал

интензитет до повеќе од 300 g/kg гориво согорено за време на пожарите со висок интензитет. Меѓу важните фактори кои го одредуваат интензитетот на емисијата е типот на вегетацијата и содржината на влагата. Во секоја земја постои официјален праг за здравствен ризик. Во Украина, ако траењето на изложеноста е помалку од 1 час, границата е 50 mg/m^3, помалку од 30 минути - 100 mg/m^{3}и помалку од 15 минути - помалку од 200 mg/m^3.

Алдехидите кои се креваат во атмосферата за време на пожарот најпрво ја иритираат мукозната мембрана. Најопасен е формалдехид, кој може да биде канцероген во комбинација со други хемикалии, како што се ПАЈи. Формалдехидот и акролеинот се главните алдехиди ослободени при палење на вегетацијата. Формалдехидот, кој веројатно е најмасовно произведеното хемиско соединение од оваа класа, предизвикува иритација на очите, носот и грлото за време на изложеност на чадот. Многу е веројатно дека акролеин е иритант во чадот во близина на огнените линии, со концентрации до 0,1 ppm до 10 ppm.

За време на активната фаза на вегетацискиот оган се формираат органски киселини како резултат на оксидација на формалдехидот. Здравствените ефекти најчесто вклучуваат иритација на мукозните мембрани. **Употребата на вода за гаснење, или услови на висока влажност, може да стимулираат производството на органски киселини како мравја киселина, оцетна киселина и други.**

ПИОСа и ИОСа предизвикуваат иритација на кожата и очите, поспаност, кашлање и отежнато дишење. Најопасните се бензен, бензо[а]пирен, 1,3-бутадиен, бидејќи тие се генотоксични карциногени и нивното влијание може да има долгорочни канцерогени ефекти врз здравјето на пожарникарите.

Еден од најважните хемиски процеси кои влијаат врз здравјето се слободните радикали кои интензивно се формираат за време на вегетациски пожари. Слободните радикали, прво, навлегуваат во човечкото ткиво во рок од 20 минути по горењето и претставуваат проблем за пожарникарите изложени на свежо формирани аеросоли.

Додека запаливиот материјал согорува за време на вегетациски пожари, озонот како исклучително реактивен оксиданс се формира во зоната за дишење во близина на огнената линија. **Во случај концентрацијата на озон да го надмине дозволениот праг, таа негативно влијае на функциите на белите дробови, што во суштина ја намалува отпорноста кон заразни болести. Пожарникарите со хронични респираторни болести не треба да бидат повикани да се борат против пожарите во овој случај**. Неколку часа интензивна физичка активност на огнената линијата, дури и во случај на ниска концентрација на озон, има негативни ефекти: како што се акумулира озонот во ткивата, така респираторната стапка се зголемува. Во овој случај, озонот предизвикува симптоми како кашлица, губење на здив, вишок на плунка, скокот во грлото, непријатно грло, гадење и влошена функција на белите дробови. Долгорочно, во перспектива влијанието на озонот врз здравјето може да се состои од супресирани функции на белите дробови и хронично опструктивно пулмонарно заболување. Најголемата закана од влијанието на озонот е поврзана со тревните пожари со ниска пламенска должина под услов на сончева светлина и кога чадот е концентриран во долините или на места со инверзија на температура.

Inorganic elements may cause certain effects on health. Surface fuel on the territories near big cities or around industrial plants is usually contaminated by heavy metals, in particular lead, asbestos, and sulfur. The health impact of inorganic elements is usually low, as they are present in trace concentrations in fuel and smoke particles, but at the same time it largely depends on the chemistry of fuels burned and the intensity of the vegetation fire. As most of the roofing in rural areas of Ukraine is done using asbestos, this compound is widely distributed in surface fuel and in the air around settlements. During vegetation fires, asbestos fibers are carried with the smoke and produce a secondary contamination of the environment. Of other trace elements,

potassium is registered in relatively high concentrations primarily in cases when branches are burning in the wood. **The migration of the most part of these elements into the breathing pathways of firefighters in most cases can be reduced essentially by using proper PPE, first of all, special face masks or respirators**.

Неорганските елементи може да предизвикаат одредени последици врз здравјето. Површинските горива на територииите во близина на големите градови или околу индустриските постројки обично се контаминирани со тешки метали, особено олово, азбест и сулфур. Неорганските елементи обично имаат мали последици врз здравјето бидејќи тие се присутни само во трагови во честичките од гориво и чад, но во исто време тоа во голема мера зависи од хемијата на изгорените горива и интензитетот на вегетацискиот пожар. Бидејќи најчесто покривите во руралните области на Украина се изградени со употреба на азбест, ова соединение е широко распространето во површинските запаливи материјали и во воздухот околу населбите. За време на вегетациски пожари, азбестните влакна се пренесуваат со чадот и предизвикуваат секундарна контаминација на животната средина. Од други елементи во трагови, калиум е откриен во релативно високи концентрации, пред сè во случаи кога горат гранки од дрво. Навлегувањето на најголем дел од овие елементи во дишните патишта на пожарникарите најчесто може суштински да се намали со користење на соодветна ОЛЗ, пред сè, специјални маски за дишење или респиратори.

2.4 Радиоактивност[8]

Радиоактивноста е природен феномен и природните извори на зрачење се карактеристики на животната средина. Радијацијата и радиоактивниот материјал, исто така, може да бидат од вештачко потекло по нуклеарни и радиолошки несреќи.
Три главни типа на зрачење се јавуваат по контаминација на животната средина, секој со различни својства и начини на влијание врз здравјето:

- алфа (α) честички: се радиоактивни честички кои се состојат од јадра на хелиум. Алфа-честичките имаат плитко ниво на пенетрација и може да бидат запрени од неколку сантиметри воздух или од самата кожа. Тие се главен здравствен ризик ако се вдишат или проголтаат бидејќи големата изложеност може да предизвика последици кај ткивата каде продреле, како што е слузокожата на белите дробови или стомакот.
- Бета (β) честички: се радиоактивни честички кои се состојат од електрони со висока енергија. Тие имаат средно ниво на пенетрација, заштитните материјали со ниски атомски броеви се поефикасни при нивно запирање (пластика, стакло или метал). Таквиот емитер обично не продира подлабоко од горниот слој на кожата. Сепак, големата изложеност на високо-енергетски бета емитери може да предизвика изгореници на кожата. Бета честичките се главниот ризик за здравјето ако се вдишат или проголтаат.
- гама (γ) зраци: претставуваат многу високо енергетско електромагнетско зрачење со длабока пенетрација, за што е потребна потенцијално масивна заштита (на пример, олово). Гама зраците претставуваат главно ризик од надворешно зрачење на внатрешните органи без инхалација или голтање.

Дозите на зрачење од различни големини, изложени со различни стапки на различни делови од телото, може да предизвикаат различни видови на здравствени последици во различни периоди. Количеството енергија што јонизирачкото зрачење го складира во единица маса од материја, како што е човечкото ткиво, се нарекува **апсорбирана доза**. Тоа се изразува во единица наречена сива, симбол Gy (1 Gy = 1 џул на килограм, 1 mGy = 0.001 Gy). 1 Gy до ткиво од α-зрачење е поштетно од 1 Gy од β- или γ-зрачење, бидејќи α-честичката, како послаба и понаелектризирана, многу повеќе ја губи својата енергија по пат. **Еквивалентната доза** е еднаква на апсорбираната доза помножена со фактор кој ја зема предвид

[8] Автори: St. Robinson (Здравствени ризици) и V. Kashparov (внатрешни и надворешни дози)

релативната ефикасност за да предизвика биолошка штета на различни типови на зрачење. Овој фактор за мерење на зрачење е 1 за β- или γ-зрачење и 20 за α-зрачење. Еквивалентната единица доза е наречена Сиверт, симбол Sv (1 Sv = 1000 mSv = 1000000 µSv). На пример, просечната стапка на еквивалентна доза од сите природни извори на зрачење (ниво на позадина) е 0,1-0,3 µSv на час. Таквите нивоа на еквивалентна стапка на дози се забележани во Европа и во повеќето делови од Забранетата зона на Чернобил, вклучувајќи го и градот Чернобил. Сега максималните вредности на еквивалентната брзина на дозирање се на најконтаминираните области (до 100 µSv на час) во близина на НЦЧ. Ефектите од изложеноста врз различни човечки органи можат да бидат многу различни, на пример, поради различната дистрибуција на радионуклидот во организмот. Збирот на измерени еквивалентни дози (еквивалентна доза во секоја од главните ткива и органи на телото помножена со тежински фактор поврзан со ризикот поврзан со ткиво или орган) е количина наречена ***ефективна доза:*** тоа ни овозможува да ги претставуваме различните дози еквиваленти во телото како единствен број. Ефективната доза, исто така, ја зема предвид енергијата и видот на зрачење, и затоа дава широка индикација за штетата по здравјето. Покрај тоа, истото се однесува подеднакво на надворешната и внатрешната изложеност и на рамномерно или нерамномерно зрачење. Ефективната доза е, исто така, Сиверт, симбол Sv (1 Sv = 1000 mSv = 1 000 000 µSv). На пример, ефективната доза од сите природни извори на зрачење е во просек 2.4 mSv за една година.

Зрачењето може да ги уништи молекулите во телото, со што се нарушува правилното функционирање на метаболизмот. Исто така може да генерира модификации на ДНК, кои потенцијално можат да имаат долгорочни последици. Се разликуваат два типа на зрачење:

- краткорочни последици: се појавуваат само при доза еднаква на дозата на праг. Штетата е во функција на апсорбираната доза на зрачење. Ова може да вклучи (во растечки редослед на сериозноста) главоболки, зголемен ризик од инфекции, недостаток на апетит, замор, губење на косата, стерилитет, дијареа, колапс на телесни функции, смрт. Овие видови на последици се нарекуваат определувачки последици;
- Долгорочни последици: може да се појави неколку години по апсорпција на мала ефективна доза. Според досегашното знаење, не постои праг на доза. Промените во ДНК може да доведат до рак или генетски аномалии. Овие видови на последици се нарекуваат стохастички последици. "Коефициент на номинален ризик од доза со прилагодена штета", кој ги вклучува ризиците од сите видови на рак и наследни последици, е 5% по сиверт (Св).

Ризиците од зрачење врз луѓето и животната средина мора да се оценат и контролираат преку примена на стандарди за безбедност (Меѓународни стандарди за основна безбедност -BSS) така што ќе се определат граници на дозата за планирани ситуации на изложеност со цел:

- спречување на појава на детерминистички последици кај лица кои се изложени на зрачење;
- ограничување на прифатливото ниво на веројатност за појава на стохастички последици.

За професионално изложување на работници на возраст над 18 години, границите на дозата се:

- ефективна доза од **20 mSv** годишно во просек во пет последователни години (**100 mSv за 5 години)** и **50 mSv** во секоја поединечна година;
- доза еднаква на леќата на окото од 20 mSv годишно во просек во текот на 5 последователни години (100 mSv за 5 години) и 50 mSv во секоја поединечна година;
- доза еднаква на на екстремитетите (раце и нозе) или кожата од 500 mSv во една година.

There are additional restrictions apply to occupational exposure for a female worker who has notified pregnancy or is breast-feeding.

Постојат дополнителни ограничувања што се однесуваат на професионална изложеност на работнички кои пријавиле бременост или дојат.

За јавна изложеност, границите на дозата се:

- ефективна доза од **1 mSv** во една година;
- во посебни околности може да се примени повисока вредност на ефективната доза во една година, под услов просечната ефективна доза во текот на пет последователни години да не надминува 1 mSv годишно;
- доза еднаква на леќата на окото од 15 mSv во една година;
- доза еднаква на кожата од 50 mSv во една година.

Ограничувањата на ефективната дозата се применуваат на збирот на релевантните дози од надворешната изложеност во определениот период и релевантните исполнети дози од внесот во истиот период.

Различни радионуклиди се особено важни од гледна точка на здравјето. Во ЗЗЧ, радиоцезиум (^{137}Cs) и радиостронциум (^{90}Sr) доминираат на нивоата на радијација, кои инаку се и бета-емитери; бариум (^{137m}Ba), кој е гама-емитер и плутониум (^{238,239,240}Pu) со америциум (^{241}Am), што се алфа-емитери. Стапката на надворешна доза зависи од густината на контаминација на теренот со ^{137}Cs. За време на пожарите може да се зголеми концентрацијата на радионуклиди создадени во воздухот. Вдишување на алфаемитирачките радионуклиди (^{238,239,240}Pu и ^{241}Am) е главен извор на внатрешни дози на зрачење. Соодветната заштита на пожарникарите вклучува:

- заштита од внесување на честички преку устата, носот и очите (со носење маски за лице и заштитна облека),
- заштита од надворешно гама-зрачење (преку ограничување на времето на престој и намалување на работата надвор од возилата што е можно повеќе), како и
- итна и правилна деконтаминација на заштитната облека и опремата на крајот на работењето.

Заштитните мерки за намалување на постојните или нерегулираните ризици од зрачење мора да се оправдаат и да се оптимизираат.

Како резултат на несреќата во НЦЧ, забранета зона од 30 км (ЗЗЧ) и зоната на апсолутна забрана за повторно населување (ЧЗАР) на НЦЧ е со најголема радиоактивна контаминација. Се очекува дека главната радиолошка опасност во моментов и во следните децении ќе бидат среднорочните и долготрајните радионуклиди ^{90}Sr, ^{137}Cs, ^{238}Pu, ^{239}Pu, ^{240}Pu, ^{241}Am (Табела 1). Во моментот на ослободување, главниот дел од ^{90}Sr, ^{238}Pu, ^{239}Pu, ^{240}Pu и ^{241}Am бил содржан внатре во матрицата на озрачените честички на нуклеарно гориво - компоненти од горивото од радиоактивните последици од Чернобил (Kashparov et al., 2001; Kashparov et al., 2003). Поради овој факт, мапите на густината на контаминација на областа околу зоната на НЦЧ се слични со овие радионуклиди (Слика 8 а, в, г).

Честички од гориво (ЧГ) беа формирани како резултат на дисперзија на нуклеарното гориво во моментот на првичната експлозија и понатамошна оксидација во воздухот (Kuriny et al., 1993; Kashparov et al., 1996). Густината на честички на гориво се движи во големина од неколку микрони до стотици микрони и достигна 8-10 g/cm^3. Тоа резултираше со висока стапка на опаѓање на ЧГ од радиоактивниот облак, како и брзо намалување на радиоактивната контаминација од тешките ЧГ во зоната на НЦЧ на далеку.

За разлика од тешките радионуклиди на нуклеарното гориво, испарливите високо-мобилни ^{137}Cs испарува главно при високо-температурно нанесување на нуклеарно гориво со кондензација на

различни носители (кондензирана компонента на радиоактивните последици од Чернобил); што главно доведе до разновиден модел на радиоактивна контаминација на теренот (Сл. 8 б).

Густината на контаминација на површината со i-тиот радионуклид во специфичниот момент на време (A_s^i) е основна првична информација за проценка на нивоата на радиоактивна контаминација на запалив материјал и испарување на радионуклиди за време на горењето; и истото, исто така, за пресметување на еквивалентните стапки на дози за надворешно зрачење и ефективни дози на внатрешно зрачење формирани поради вдишување на внесот на радионуклиди во случаи на шумски и ливадски пожари.

Надворешната доза на зрачење на пожарникарите се создава главно (повеќе од 99%) со гама-зрачење од ^{137}Cs и ^{137m}Ba содржани во слоеви од отпадоци, шумски стебла и врвови, минерален слој на почвата (Табела 1). **Во моментов, остатоците од борови шуми може да содржат до 50% од активноста на ^{137}Cs и до 20% од ^{90}Sr од нивната вкупна содржина во биогеокоенозата** (Ipatiev, 1999; Yoschenko et al., 1996; Shityuk, 2011). Дебелите слоеви остатоци од зимзелени шуми се карактеризираат со најголем капацитет за задржување (до 50% од активноста), а тенки слоеви остатоци од листопадни шуми со минимум (помалку од 1% од активноста). Во моментов, повеќе од 75% од активноста на радионуклиди во слоеви остатоци е концентрирана во слој споен со минералниот слој на почвата, имено, во распаднати или полураспаднати слоеви (Sheglov, 2000; Perevolotsky, 2006).

Покрај тоа, во моментов, до 20% од активноста на ^{137}Cs во зрелите борови шуми може да се најде во шумските групи (повеќе од 50% во дрво и околу 20% во кората). Заедно со високата содржина на радиокезиум во слоеви од отпадоци, што се карактеризира со слаба заштита од гама-зрачење, може значително да влијае на формирањето на стапки на еквивалентни дози (СЕД) на надворешно човечко зрачење (Kashparov, 2014).

Во област хомогено контаминирана со ^{137}Cs, содржината на СЕД во воздухот во овие шуми може да биде до 1,5 пат повисока отколку во шумите и ливадите, каде што главниот дел од радиоакезиумот е содржан во горниот минерален слој на почвата од 5-см .

Ефективната стапка на доза од надворешно гама-зрачење на радионуклиди P_{ext} (μSv/hr) содржана во 5 см тарскиот минерален слој на почвата, може да се пресмета како:

$$P_{ext} = 0.77 \cdot k \cdot \sum_{i=1}^{6} A_s^i \cdot B_{s\gamma}^i , \qquad (1)$$

Каде 0.77 - фактор на конверзија на еквивалентната доза до ефективна доза на возрасен човек; k - заштитен фактор еднаков на k = 1 на отворен простор, и k = 0,1 ÷ 0,5 внатре во превозното средство (трактор, автомобил и друго); $B_{s\gamma}^{i1}$ - доза фактор еднаков на односот на СЕД (μSv / час) до густина на контаминација на површината со i-тиот радионуклид (A_s^i , kBq/m^2) акумулиран во минералниот слој на почвата од 5 cm (Eckerman and Ryman, 1993) - Табела 1.

Очекуваната ефективна доза од надворешното гама-зрачење D_{ext} (μSv) на радионуклиди содржани во слојот на почва од 5 см, во текот на **t** часовен период за возрасен човек, е еднаква на:

$$D_{ext}(t) = P_{ext} \cdot t \, . \qquad (2)$$

Дозата на внатрешно зрачење за пожарникарите може да се формира поради вдишување на радионуклиди преку органите за дишење. За времето на пожарот се јавува висока температура од испарувањето на радионуклидите, како и мал дисперзиран радиоактивен аеросол поради појавата на

пепел и кондензацијата на радионуклидите на различни носители (Yoschenko et al., 2006, Kashparov et al., 2000). Сите овие факти се придружени со пораст на надземната концентрација на радионуклиди во воздухот, до стотици и илјадници пати повисоки од нормалните нивоа (Kashparov et al., 2000; Yoschenko et al., 2006).

Во моментов, поголем дел од ЗЗЧ и Зоната на апсолутна забрана за повторно населување (ЗАЗПНЧ) (ChZAR) се опфатени со шуми, каде што преовладуваат бор и бреза (64% и 23%, редоследно). Специфичната активност на i-тиот радионуклид во тревата и структурните компоненти на шумските единици (дрво, кора, гранки, иглички/лисја) може да се процени врз основа на податоците за ареалната густина на контаминација со i-тиот радионуклид и неговиот преносен фактор вредности од почва до суви компоненти на запалив материјал за разни видови дрвја или ливади (IAEA, 2010).

Во случаи на ливадски и шумски пожари, шумските остатоци или слојот од ливадиски остатоци составен од неминерализирани ливадски треви преставува важен извор на ослободување на радионуклиди. Приносот на сувите култури од ливадите на ЗЗЧ и ChZAR обично достига 0.2-0.3 kg/m^2; Содржината на ^{90}Sr и ^{137}Cs во културите и остатоците во однос на соодветните почви не надминува 1%; Содржината на ^{238}Pu, ^{239}Pu, ^{240}Pu, ^{241}Am ќе биде дури и повеќе од 10 пати пониска поради малите вредности на факторот на трансферот од почва кон растение (IAEA, 2010; Paskevich, 2006). Делот од запаливиот материјал, кој е изгорен, зависи од видот на пожар и ризикот од пожар во различни временски услови и варира од 0% за дрво до 97% за иглички/лисја. Испарувањето на повеќето испарливи ^{137}Cs од изгорениот согорлив материјал ќе се движи од 25% до 75%.

За да се процени очекуваната внатрешна ефективна доза на човековото зрачење поради внесот на вдишување на радионуклиди во човечки организам, при шумски пожари во временскиот период ***t,*** неопходно е да се знае интегралната, средна концентрација на i-тиот радионуклид во областа каде се дише, дисперзираниот состав и класата на растворливост на радиоактивни аеросоли, соодветни коефициенти на доза и волуменот на воздух кој го вдишува еден човек во време ***t,*** зависно од возраста и интензитетот на дишењето.

Коефициентите на дозата, еднакви на очекувано ефективна доза која се формира поради вдишување на доза од 1 Bq на i-тиот радионуклид на човечкиот организам, може значително да варираат во зависност од возраста на човекот (големина на органите, телесните и метаболичките промени со возраста), класата на растворливост (аеросолната растворливост го одредува метаболизмот на i-тиот радионуклид во организмот) и Аеродинамичниот дијаметар на медијаната на активност (AMAD), кој го одредува преносот и складирањето на радионуклиди во респираторниот систем (IAEA 2011). Грубите аеросоли се акумулираат во горните дишни патишта, а малите може да паднат во алвеолите на белите дробови. Радионуклидите на растворливи аеросоли брзо се апсорбираат во човечкиот организам, но нерастворливите може многу полека да се отстранат од респираторниот систем во зависност од местото на нивно таложење.

Врз основа на податоците за содржината на радионуклиди во запалив материјал и за ослободување на i-тиот радионуклид од единицата на површина во зависност од типот на однесувањето на пожарот и класата на ризик од пожар, може да се процени интегралната/средна надземна концентрација на i-тиот радионуклид во воздухот на различни растојанија од изворот и при различни метеоролошки услови. За да се пресметаат ваквите концентрации, најчесто се користат различни модели кои го опишуваат конвективниот пораст и дисперзија на радиоактивен аеросол во атмосферата (Yoschenko et al., 2006; Evangeliou et al., 2014, 2015). Сепак, овие модели не дозволуваат да се пресмета концентрацијата на радионуклиди во областа на дишење на пожарникарот во непосредна близина на огнениот фронт.

За време на експериментите во ЗЗЧ со ливадски пожари (горење на суви култури) и ниски пожари кои преоѓаат во пожари во линија на крошните на дрвјата (Сл.7), воспоставени се следните соодноси (Kashparov et al., 2000; Yoschenko et al., 2006):

- ливадски пожари: односот на медијаната од ^{90}Sr and ^{137}Cs создадените во воздух врз волуменската концентрација на земјата (A^{i}_{Rvs}, Bq/m3) со резервите од запалив материјал (Bq/ m^2) изнесуваше 10^{-6}-10^{-5} 1/m, а за Pu и ^{241}Am од 10^{-7}-10^{-6} 1/m.
- во случај на тешки ниски пожари кои преминуваат во пожари во линија на крошните на дрвјата, односот на концентрација на сите радионуклиди создадени во воздухот со резервите од запалив материјал на површината беше од 10^{-7}-10^{-6} 1/m. Тоа овозможува да се процени средната концентрација на i-тиот радионуклид во областа каде што работи пожарникарот (A^{i}_{Rvs},Bq/m^3).

Очекуваната ефективна внатрешна доза на зрачење поради вдишување на внесот на радионуклиди D_{int} (μSv) на возрасен човек при интензивна работа за ***t*** часа може да се пресмета како:

$$D_{\text{int}}(t) = \sum_{i=1}^{6} A^{i}_{Rvs} \cdot B^{i}_{inh} \cdot t \cdot v, \qquad (3)$$

Каде што ***v*** - волумен на вдишан воздух: **3 m^3/час** при тешка физичка активност на возрасен човек и **1.5 m^3/час** при лесна работа.

B^{i}_{inh} - коефициентот на доза е еднаков на очекуваната ефективна доза поради вдишување на внесот од 1 Bq од i-тиот радионуклид во организмот на возрасен човек во μSv/Bq (види Табела 1).

Вкупната очекувана ефективна доза за зрачење на возрасни лица D_{Tot} (μSv) при гаснење на шумски пожари во текот на ***t*** часа мора да биде еднаква на збирот на ефективни дози, кои произлегуваат од надворешно и внатрешно зрачење:

$$D_{Tot}(t) = D_{ext}(t) + D_{\text{int}}(t) \qquad (4)$$

Ова овозможува да се оцени можноста за надминување на референтните нивоа на надворешната (2.3 mSv / год.) и внатрешната (0.7 mSv / год.) ефективна доза на учесници во гаснење пожар во 30-километарската Забранета зона (Anonymous, 2008b).

За време на пожари на тревна површина, ослободената радионуклидна фракција од запаливиот материјал (смет и трева) во атмосферата може да се процени на следниов начин: 137Cs и 90Sr до некои%; Pu - до 1%. За време на шумските пожари, до 3-4% од 137Cs и ^{90}Sr и до 1% од изотопите Pu може да се ослободат од шумскиот смет. Ослободената фракција на радионуклиди за време на шумските пожари може да биде дури и поголема ако изворот на ослободување е голем и е многу интензивен оган, бидејќи во овој случај може да се очекува поголемо горење на запалив материјал (Yoschenko, 2006б). Експерименталните и пресметаните податоци покажуваат дека, **дури и под најнеповолни услови, ресуспендирањето на радионуклиди за време на шумските пожари нема да даде значителен придонес кон земјената контаминација.** Дополнителната земјена контаминација поради шумски пожари може да се процени дека е во опсег од 10^{-4}-10^{-5} од нејзината заднинска вредност (Кашпаров, 2000).

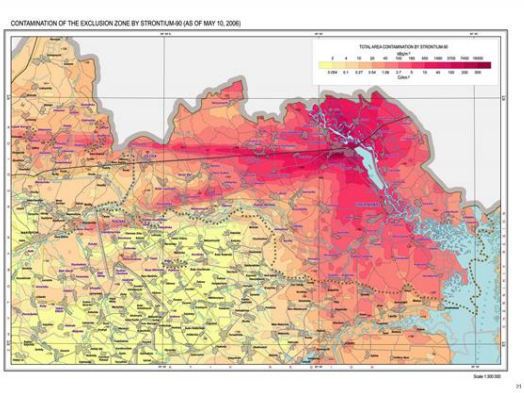
За широк спектар на сценарија за шумски пожари поврзани со радиоактивните последици од Чернобил ^{137}Cs, придонесот на дозата за инхалација во вкупната доза не надминува неколку проценти. Присуството на алфа-емитирачки радионуклиди (за време на шумски пожари во ChEZ од 30

км**) предизвикува значително зголемување на инхалационата компонента,** што може да се спореди со дози за надворешна изложеност (Yoschenko, 2006a). **Дополнителната доза за инхалација за пожарникари изложени во погодената област може да достигне ниво на дополнителна надворешна радијација во периодот на нивната мисија.** На пример, за време на ливадски и шумски пожари во најконтаминираните области во забранетата зона на Чернобил со еквивалентна стапка на доза на надворешна радијација 4-16 μSv/h дополнителните извршени ефективни внатрешни дози на вдишување на пожарникарите поради 1-часовен престој во огнената зона беше 8-40 μSv. Плутониумот и америциум нуклидите го сочинуваат доминантниот придонес во дозата за инхалација (> 99%).

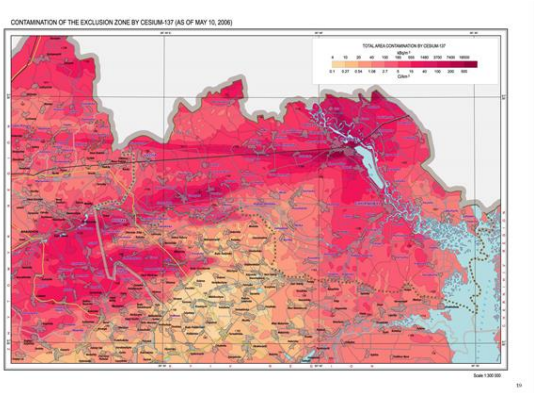
Во исто време, земајќи го предвид острото намалување на концентрацијата на радионуклиди во воздухот со растојанието од изворот на ослободување, може да се констатира дека инхалационата компонента на вкупната доза (како и надворешното зрачење од радионуклиди во воздух) не е важно за персоналот на забранетата зона, кој не е вклучен во гаснењето пожар и за населението надвор од забранетата зона (Yoschenko, 2006a).

Табела 1. Главни карактеристики на радионуклиди и нивни дозни коефициенти. Извор: IAEA (2011)

#	i-th радионуклид	Половина живот- време ($T_{1/2}$)	Специфична активност на i-th радионуклид во nuclear fuel во Чернобил (од 2014 год.), Bq/g	Главен вид на радијација	$B^i_{s\gamma}$, (μSv/hr) / (kBq/m^2)	B^i_{inh}, μSv /Bq
1	$^{90}Sr \rightarrow ^{90}Y$	29 years (64,26 hours)	6.19E+08	β	6.2E-6	3.2E-2
2	$^{137}Cs \rightarrow ^{137m}Ba$	30.17 years (2.5 min.)	7.35E+08	β, γ	7.9E-4 9	6.7E-3
3	^{238}Pu	87.74 years	6.41E+06	α	5.8E-8	43
4	^{239}Pu	24 100 years	5.07E+06	α	1.2E-7	47
5	^{240}Pu	6 563 years	7.77E+06	α	5.7E-8	47
6	^{241}Am	432.8 years	2.42E+07	α	1.7E-5	39

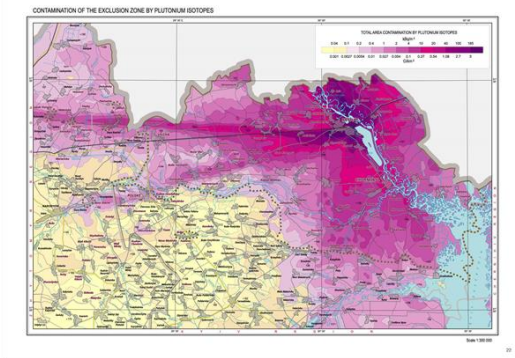


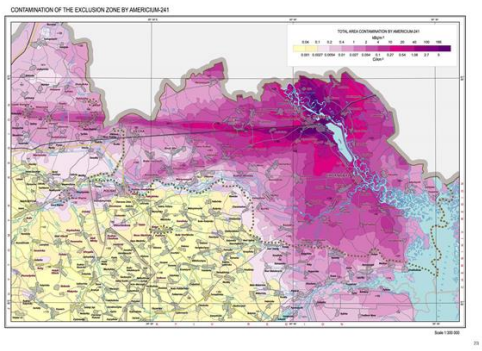
а



б

[9] До 1.5 пати повисоко кај возрасните борови шуми (B2, B3) со дебел слој на смет





в г

Слика 7. Густина на контаминација на EZ и ZAR терен со ^{90}Sr (а), ^{137}Cs (б), $^{238\text{-}240}$Pu (в) и^{241}Am (г) for May 10th 2006 (Anonymous, 2008b)

2.5 Експлозиви[10]

Во многу земји од Западна, Источна и Југоисточна Европа, вклучувајќи ги и териториите на поранешниот Советски Сојуз, големи површини на шуми и други екосистеми се контаминирани со неексплодирани експлозивни направи (UXO) - артилериски и минофрлачки гранати, бомби и друга муниција - и нагазни мини од вооружени конфликти (експлозивни остатоци од војна - EOB) или од поранешни воени вежби и стрелишта. Најголем дел од оружјето првично беше закопано подземно, но постепено се движеше кон површината на почвата поради ефектот на мраз (*педотурбација*). Шумските пожари што се случуваат на тие терени може да предизвикаат неконтролирани експлозии и закани од колатерална штета - повреда и смрт на пожарникари.

Друг проблем е заканата од шумски пожари на депоата за муниција. Во Украина се случија два големи настани во 2004 и 2008 година. Шумски пожар се прошири во складиштето за муниција во јужна Украина во 2004 година и загинаа пет лица. Во 2008 година артилериските гранати и друга муниција во складиште во Украина експлодираа кога шумски пожар го зафати складиштето. Во 2008 година слични настани се случија во Каган, Узбекистан, каде што експлозии убија три лица и беа повредени уште 21 други; и оган изгоре арсенал во близина на Уљановск (720 километри источно од Москва) во ноември 2009 година. Најновиот инцидент од ваков вид резултираше со голем пожар во Русија во складиштето за муниција, што некои му го припишаа на шумскиот пожар во мај 2011 година во близина на селото Урман (Башкортостан).

Од друга страна, исто така, постои потреба за употреба на оган за одржување на НЕКС-контаминирани локации со висока конзерваторска вредност. Историски гледано, во Европа, активните и поранешните воени полигони за обука и стрелишта биле обликувани од пожари на таков начин што отворените копнени екосистеми со висока вредност на биолошката разновидност биле создадени или одржувани од повторливи пожари. Атлантските и континенталните пустари на Calluna vulgaris на Германија се класичен пример за екосистеми од под-кулминација кои историски се одржуваа со интензивно одгледување (пасење, косење, извоз на биомаса) и намерно или случајно запалени пожари на воените полигони за обука. Во пресрет на демилитаризацијата на крајот на Студената војна и обединувањето на Германија во 1990-тите и во првата деценија од 21-от век, употребата на поранешни воени подрачја беше во голема мера напуштена, а субвенционираното одржување на отворени земјишни живеалишта достигна критични ограничувања поради недостаток на соодветни политики и приоритизација на финансирањето. Неодамнешното воведување на пропишан пожар во Германија за одржување на отворени природни живеалишта се заснова на традиционални практики на горење и се совпаѓа со

[10] Автор: J.G. Goldammer

новите еколошки согледувања на применети истражувања на пожари кои добиваат зголемен прием од групите за заштита на природата и од јавноста. *Белата книга за употреба на пропишан пожар во управувањето со земјиштето, заштитата на природата и шумарството во умерена бореална Евроазија* (Goldammer, 2009, 2013b) навистина повикува на широко распространета примена на пропишан пожар за одржување на конзерваторската вредност на поранешните локации на воени полигони за обука.

Присуството на неексплодирани експлозивни направи, сепак, е ограничувачки фактор за примена на пропишан пожар на околу 250.000 хектари терен со висока конзервациска вредност. Пилот-проект (истражувачки и развојен проект) е спроведен во природниот резерват Хајдехоф-Голмберг во државата Бранденбург, Германија, поранешно воено стрелиште, за тестирање на методи на безбедна примена за користење на оклопни возила (демилитаризирани тенкови) за пропишан пожар и контрола. Мониторинг и контролирање на операциите на пожар од беспилотни воздушни системи (хеликоптерски беспилотни летала со видео-распоредување во реално време до контролниот центар) овозможува навигација, како и безбедно и ефикасно палење и контрола на оклопни возила. Овој проект обезбеди клучна експертиза за гаснење на пожари на терен контаминиран со неексплодирани експлозивни направи (Goldammer et al., 2012).

3. ОПРАВДАНОСТ НА ПОТРЕБИТЕ И ВИДОВИТЕ НА ОПРЕМА ЗА ЛИЧНА ЗАШТИТА ЗА БЕЗБЕДНО ГАСНЕЊЕ НА ВЕГЕТАЦИСКИ ПОЖАРИ НА КОНТАМИНИРАН ТЕРЕН

3.1 Радиоактивна контаминација [11]

Ефективната доза на зрачење за персонал за противпожарна заштита во областа на ChEZ и ChZAR е формирана со надворешно зрачење од радионуклиди пронајдени надвор од човечкото тело (почва, смет, шумска група et al.) плус внатрешно зрачење на организмот по внесувањето на радионуклиди преку вдишување преку респираторни органите, очите, устата, отворените рани итн. Сите вработени кои учествуваат во работата во Забранетата зона се предмет на индивидуална дозиметриска контрола (Anonymous, 2008a).

Надворешната доза на зрачење за пожарникарите може да се намали со минимизирање на времето на престој на персоналот во област со висока густина на 137Cs контаминација, заштита од гама-зрачење со материјал од кабини за автомобили (до 10 пати), користење на технички далечински контролирани алатки (авто, трактори, итн.), и преку одржување на далечина со помош на воздухопловство (авиони, хеликоптери) применети за гаснење на шумски пожари.

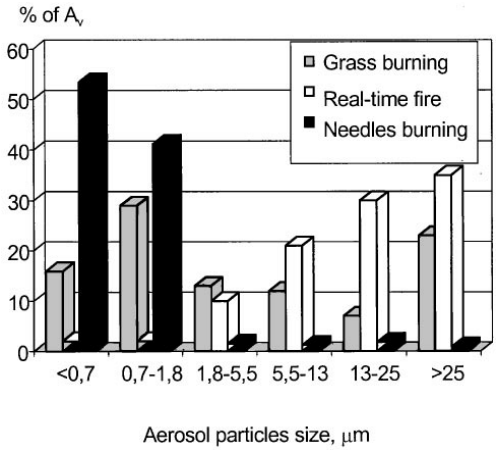
Внатрешната доза на зрачење за пожарникарите формирана со вдишување на алфа-озрачувачки радионуклиди, може да биде споредлива со придонесот на надворешното зрачење во 10-километарската зона на ChNPP, за трагите на радиоактивна прашина

Во случаи на ливадски и шумски пожари, радиоактивни аеросоли со микронска и субмикронска големина се најдени во воздухот на блиска оддалеченост од огнената линија (Слика 9). Испарливи ^{137}Cs, и делумно ^{90}Sr, се главно најдени во честичките од чад. Најштетните, алфа озрачувачки радионуклиди, ^{238}Pu, ^{239}Pu, ^{240}Pu, ^{241}Am, повторно се суспендираат во воздухот со честички од пепел со микронска големина. Ефикасноста на задржување на овие честички со платното Петријанов, кое се користи кај респираторите, надминува 98%. Затоа, со цел да се заштити респираторниот тракт за време на борба

[11] Автор: V. Kashparov

против пожар, се чини дека целисходно е да се применат разни видови респиратори и други индивидуални заштитни алатки за респираторни органи, како и користење на запечатени и, ако е потребно, заштитени автомобилски кабини. Внесувањето на радионуклиди преку дишење може да се намали десетици и стотици пати со употреба на респиратори итн.

Контаминацијата на кожата и облеката на пожарникарите поради отстранувањето на радиоактивните аеросоли се проценува како многу пониска од дозволените нивоа на контаминација на површината (Anonymous, 1997).



Слика 9. Дистрибуција на ^{137}Cs на аеросолни честички со различна големина, забележани при шумски пожари, (Кашпаров, 2000).

3.1.1 Опрема за лична заштита од радијација [12]

При борба против пожари во контаминирана зона, изборот на соодветна Опрема за лична заштита (ОЛЗ) зависи од:[13]

- улогата и специфичните задачи;
- ризикот од контаминација.

ОЛЗ може да заштити од:

- надворешна контаминација и делумно од зрачење;
- внатрешна контаминација преку инхалирање, голтање, апсорпција преку отворени рани;
- други физички опасности (на пример, остатоци, оган/топлина, или хемикалии).
-

ОЛЗ не може да заштити од изложеност на висока енергија, силно продорни форми на јонизирачко зрачење.

ОЛЗ треба да содржи:

- Личен дозиметар за заштита од радијација секогаш кога постои загриженост поради изложеност на продорно јонизирачко зрачење. Лични дозиметри за заштита од радијација со директно читање може да се користат за следење на дозата на радијација и можат да им помогнат на работниците да останат во границите на препорачаната доза за членовите на тимот за прва реакција. Дозиметрите со директно читање треба да се носат така што

[12] Автор: St. Robinson
[13] http://www.remm.nlm.gov/radiation_ppe.htm

работникот лесно да може да ги види прочитаното и /или да ги чуе предупредувачките аларми.

- Препорачаната респираторна ОЛЗ вклучува респиратор за прочистување на воздухот со дел за цело лице со P-100 или (HEPA) филтер. Друга респираторна заштитна опрема (на пример, едноставна хируршка маска за лице, N-95 респиратори), нетестирани респиратори или ад хок респираторна заштита не даваат соодветна или доволна респираторна заштита.

Развиена е заштитна облека со способност да заштити не само од агресивни супстанции, туку и од јонизирачко зрачење. Руските стандарди предвидуваат фактор на атенуација на надворешна бета-радиација со енергија до 2 MeV (Sr-90) не помалку од 150x и фактор атенуација на надворешна гама радијација со енергија од 122 keV (Co-57) на не помалку од 5.5 x
Во продолжение се дадени различни примероци на руски и американски комплети за заштита од радијација за пожарникари:

<u>Руски комплет за заштита од радијација "RZK-T" (TU 8570-025-46840277-2003 со AI 005-2011)</u>

Дизајниран за сеопфатна заштита на персоналот за време на операции за противпожарна заштита и спасување во областите со бета-гама зрачење. Комплетот е дизајниран да заштити од надворешна радијација, покачени температури, топлински флукс, апсорбција на радиоактивни гасови и аеросоли преку респираторниот и дигестивниот тракт и контаминација на кожата на мукозните мембрани. Можно е да се закачат поединечни дозиметри.

Спецификации на "RZK-T":

- Температурен опсег во кој комплетот може да се користи: -40°C до +150°C;
- Време на работа: од -40°C до +40°C: 20 минути; од +40°C до +100°C: 15 минути; од +100°C до +150°C: 3 минути;
- Фактор на антентуација на надворешна бета радијација со енергија до 2 MeV (Sr-90) на не помалку од 150 x; фактор на атентуација на надворешна гама радијација со енергија од 122 keV (Co-57) на не помалку од 5.5 x;
- Време потребно да се облече комплетот (со помош од еден асистент) макс. 3 минути;
- Време потребно да се соблече комплетот: не повеќе од 20 минути;
- тежина: не повеќе од 25 кг.

Вклучени предмети во комплетот: изолационен надворешен костум со капа, прозорци, апарат за дишење со залисток, гумени ракавици и чизми, чизми и хеланки; целосна внатрешна топлинска изолација; капа со внатрешен заштитен шлем за заштита од топлина; облека за заштита од топлина; наметка за заштита од радијација, комбинезони, панталони, влошки за чизми; хигиенска долна облека што апсорбира течност.

Руски комплет за заштита од радијација и топлина "RZK-MT" (TU 8570-025-46840277-2003 со AI 005-2011), во согласност со GOST R 53264-2009

Дизајниран за сеопфатна заштита на персоналот за време на операции за противпожарна заштита и спасување во областите со бета-гама радијација. Комплетот е дизајниран да заштити од надворешна

радијација, покачени температури, топлински флукс, абсорпција на радиоактивни гасови и аеросоли преку респираторниот и дигестивниот тракт и контаминација на кожата на мукозните мембрани.

Апаратот за дишење со компримиран воздух се носи над костумот; времето на работа може да се зголеми со брза промена на цилиндрите. Костумот штити од топлински флукс до 14 kW / m2 (најмалку 180 секунди).

Костумот не ја ограничува слободата на движење и овозможува надминување на решетки и шахти со дијаметар од 600 mm. Присуството на запечатување на лице овозможува користење на индивидуални маски за цело лице. Заштитните наметки, покривката за чевли и хеланките обезбедуваат дополнителна заштита во хемиски агресивни средини и против топлински флукс.

Спецификации "RZK-MT":

- Температурен опсег во кој комплетот може да се користи: -40°C до +150°C;
- Време на работа: од -40°C до + 40°C: 20 минути; од +40°C до +100°C: 15 минути; од +100°C до +150°C: 3 минути;
- Фактор на атенуација на надворешна бета радијација со енергија до 2 MeV (Sr-90) на не помалку од 150 x; фактор на атенуација на надворешна гама радијација со енергија од 122 keV (Co-57) на не помалку од 5.5 x;
- Заштитува од широк спектар на агресивни средини, вклучувајќи погонско и хемиски воен агенс, како и топлински флукс со висок интензитет до 14 kW/m2;
- Време потребно за да се облече комплетот (со помош од еден асистент): макс. 3 минути;
- Време потребно да се соблече комплетот: не повеќе од 20 минути;
- Тежина: не повеќе од 18 кг.

Вклучени предмети: Надворешен комбинизок со капа, гумени чизми, ракавици, комбинизон за заштита од топлина и радијација, наметка за заштита од радијација, елек, панталони, чизми, хигиенска долна облека која апсорбира течност.

Руски комплет за заштита од радијација и топлина "RZK-M" (TU 8570-047-38996367-2004 со AI 005-2011), во согласност со GOST R 53264-2009

Овој мобилен костум за заштита од радијација се заснова на лесниот костум за заштита од агресивни хемикалии "TASK-M".

Тој е дизајниран за сеопфатна заштита на персоналот за време на операциите за гаснење пожар и спасување во области со бета гама радијација, особено во затворени области со дебели ѕидови како цивилни и воени бродови со нуклеарни мотори. Апаратот за дишење со компримиран воздух се носи над костумот, времето за работа може да се зголеми со брза промена на цилиндрите. Костумот не ја ограничува слободата на движење и овозможува надминување на решетки и шахти со дијаметар од 600 mm. Присуството на запечатување на лице овозможува користење на индивидуални маски за цело лице.

Спецификации на "RZK-M":

- Температурен опсег во кој комплетот може да се користи: -40°C to +150°C;
- Време на работа: од -40°C до +40°C: 20 минути; од +40°C до +100°C: 15 минути; од +100°C до +150°C: 3 минути;
- Фактор на атенуација на надворешна бета-радиација со енергија до 2 MeV (Sr-90) на не помалку од 150 x; фактор на атенуација на надворешна гама радијација со енергија од 122 keV (Co-57) на не помалку од 5.5 x;
- Време потребно за да се облече комплетот: макс. 3 минути;
- Тежина: не повеќе од 18 кг.

Вклучени предмети: хигиенска долна облека која апсорбира пот; елек на заштита од радијација, наметка, панталони и чизми; комбинезони за заштита од топлина и радијација; надворешен костум со ракавици и чизми;

<u>Американско одело за заштита од радијација со Demron ткаенина (www.radshield.com)</u>

Одделот за противпожарна заштита во Њујорк (FDNY) одлучи во 2010 година да го инкорпорира Demron во својата програма за надградба на облеката за заштита од хемикалии (ОЗК) за да ги подобри своите способности за реагирање со универзална заштита. Компанија за опасни материи 1, еден од првите тимови на Одделот за противпожарна заштита во Њујорк кој употребил Demron, користи Demron Двослоен торзо елек за заштита од радијација, Demron-W Штит за заштита од нуклеарна радијација со висока енергија / Балистички IED RDD RED штит и Ќебе за заштита на екипаж на RST(Radiation Shield Technologies). Овие технологии ја максимизираат безбедноста, а го минимизираат времето, работната сила и ресурсите потребни за да одговорат на потенцијалните итни случаи. Елекот може да се носи под повеќето hazmat костуми за заштита на виталните органи, тироидната жлезда и препоните. Тестовите на Министерството за енергетика на САД покажаа дека тој штити од рендгенски зраци и емисија на гама зраци со ниска енергија, како и од бета и алфа-честички со нисока и висока енергија. Нуклеарниот / балистички штит е ќебе,отпорно на пламен и киселина, што помага да запре експлозии и извори на високо-енергетско зрачење и може да помогне да се спречат или минимизираат катастрофи. Тестовите на H.P. White Laboratory покажале дека обезбедува балистичка заштита на ниво IIIA и највисока заштита од фрагментација. Ќебето за заштита на екипаж кое RST(Radiation Shield Technologies) специјално го креираше за Одделот за противпожарна заштита во Њујорк, обезбедува целосна заштита од нуклеарна радијација за членовите на тимот за прва реакција, а исто така може да се користи и за пренесување на жртви на радијација без контаминирање на другите“

Тестовите за способноста на Demron ткаенината за заштита од радијација направени од Националната лабораторија Лоренс Ливермор во 2003 година покажаа дека:

- „Demron е ефикасен како штит од радијација, споредлив со олово, во однос на g/cm2 и тантал според коефициентот на атенуација на маса, против емисии на гама, рентген и бета зраци“.
- „За Demron, со густина од 3.14 g/cm3, дебелината ќе биде 0.8 mm што одговара на 2 слоја за овој примерок. За олово со густина од 11.3 g/cm3, дебелината ќе биде 0.2 mm.”
- „Физичките карактеристики на Demron како флексибилна, прилагодлива ткаенина ја прават многу полесна за работа и ракување од оловото“.

- „За разлика од оловото, според Radiation Shield Technologies, Demron е нетоксичен, не содржи ризик за кожата или ризик од вдишување за корисникот, и не бара специјални или рестриктивни услови за отстранување“.
- „Со сегашната дебелина на примерокот (0.38 mm), Demron обезбдеува фактор 3 заштита од бета и фактор 10 заштита од емисии на гама зраци со ниска енергија“.
- „Коефициентот на атенуација на маса може да се користи за да се одреди дебелината на Demron ткаенината потребна за успешна заштита од гама радијација со висока енергија/интензитет. Додека точниот состав и конструкција на Demron ткаенината е својствен, може да се заклучи дека за заштита од радијација, Demron штити слично на оловото според тежината, а сепак не претставува никаква еколошка или биолошка опасност како оловото.

3.1.2 Инструменти за мерење на радијација и следење на радијација

Постојат голем број на уреди за мерење на нивото на радијација како и на апсорбираната доза. Во следново е даден е избор на руски уреди:

<u>Уреди за мерење на нивото на радијација</u>

- DP-5V (A, B), IPD-5: дизајниран за мерење на нивоата на бета и гама радијација (0.05 mR/h to 200 R/h). Постојат шест под-бендови мерења. Единечна тежина: 3,2 кг.
- DP-3B: може да се инсталира на мобилни уреди, како автомобили, чамци итн. Дизајниран за мерење на нивоата на гама радијација (0.1 to 500 R/h). Овој уред има четири под-бендови. Единечна тежина: 4,4 кг.
- IPD-21, IPD-22: може да се инсталира на мобилни уреди како автомобили, чамци итн. Дизајниран за мерење на гама и неутронска радијација (0.01 to 104 R/h).

<u>Дозиметри</u>

- DP-70MP: мерење на доза на гама и неутронска радијација во опсег од 50 до 800 рад. Тоа е стаклена вијала која содржи безбоен раствор. Ампулата е ставена во пластична (DP-70MP) или челична (DP-70M) кутија. Покривката на кутијата внатре има референтна боја која одговара на бојата на растворот во доза од 100 rad. Со зрачење, растворот ја менува својата боја. Со цел да се одреди примената доза на радијација, вијалата се отстранува од телото на кутијата и се вметнува во колориметар. Ротирачките филтри со дискови помагаат да се совпадне боите со бојата на ампулата и да се дефинира дозата.
- ID-1: Комплет со десет индивидуални дозиметри за мерење на дози на гама и неутронска радијација во опсег од 20 до 500 рад.
- PH-11: Комплет со 500 индивидуални дозиметри за мерење на дози на гама и неутронска радијација во опсег од 10 до 1500 рад. Дозите може да се сумираат во период од 12 месеци. Има дигитален индикатор за одбројување на предниот панел.

3.1.3 Организациски прашања

Заштитната опрема за пожарникарите е само начин да се добие време и да се продолжи временскиот интервал во кој што можат да работат во озрачена средина. Меѓутоа, борбата против пожари во нуклеарно контаминирани области, мора да оди паралелно со други организациони мерки за намалување на ризикот од изложеност.

<u>I. Организација</u>

Борбата против пожари во контаминирани шуми може да резултира со:

- Изложеност на опасни нивоа на радијација → апсорбирање опасни нивоа на дози од надворешна радијација;
- тежок чад со радиоактивни честички → дишењето на чад може да резултира со внатрешно изложување и зрачење на пожарникарите, радиоактивните честички може да се транспортираат со ветер на значителни растојанија.

Затоа, при организирање на пожар во контаминирани области мора да се има јасна претстава за количината и типот на запаливи материјали во шумата, типовите на загадување и нивоата, достапната противпожарна сила и нивните нивоа на обука и заштитната опрема и тешката опрема што е на располагање. Сите овие фактори ќе ја дефинираат стратегијата за интервенција. Во секое време треба да се обезбеди дека персоналот и опремата не се лоцирани надолу(во насока на ветрот) од зоната на пожар.

II. Обука

Обуката за хемиска и нуклеарна заштита треба да опфати неколку аспекти, покрај основната обука на секој пожарникар.[14] Ова вклучува:

- основно разбирање на својствата на хемикалиите и на радијацијата, основни пристапи за лична заштита / безбедност;
- видови на материјали за индивидуална (ОЛЗ) и колективна заштита
- правилна употреба, сервисирање и депонирање на заштитните материјали;
- основи на нуклеарна дозиметрија и заштита од радијација (види подолу);
- пристапи на сведување на ризикот на минимум при распоредување на пожарникари во контаминирани зони;
- постапки за радио комуникација за приоритет на пренос на итни пораки;
- при користење авијација, посебно хеликоптери: Наредете да се напуштат воздухопловните средства сампо откако ќе се натаолжи прашината во областа на слетување;
- деконтаминација, зонирање, сигнали и симболи.

Стандардните принципи за заштита од радијација се:

- избегнете изложеност соодветно, сведете го времето на изложување на минимум;
- останете колку што е можно подалеку од изворот;
- воспоставете заштитни екрани (употребените материјали зависат од типот на радијација од која треба да се заштитат);
- немојте да пушите, пиете или јадете во контаминирана област;
- не ги допирајте устата, очите носот, отворените рани со раце кога сте во контаминирана област;
- проверете ги рацете и стопалата со монитор за радијација пред да ја напуштите контаминираната област;
- минимално, измијте ги рацете кога ја напуштате контаминираната област.

III. Служби за заштита од радијација

Организациони мерки

[14] For details see handbooks such as the Swiss handbook for ABC incident management (FKS, 2014)

Покрај вообичаените противпожарни тимови, треба да се формира служба за следење на радијацијата, која ќе ја проверува изложеноста на пожарникарите, и ќе ги има минимум следниве задачи:

- регистрација на дневно примени дози на сите пожарникари (вклучувајќи и ново пристигнати) во посебен записник;
- организирање на редовни здравствени прегледи за сите пожарникари;
- одредување на област за соблекување на облека и за деконтаминација на опремата;
- создавање на стратегија за собирање и отстранување на контаминирани материјали (на пр. ОЛЗ, маски, опрема, итн.);
- развивање на стратегии кои ќе доведат до минимална изложеност на радијација на минимален број на пожарникари;
- (повторна-)обука на пожарникари за основите на заштита од радијација;
- подготовка на работни планови за пожарникари за следните денови (вклучувајќи дозволиво работно време и организирање на смени) земајќи предвид претходно примени дози на радијација, изложеност на топлина, и предвидена насока на ветер;
- учество на дозиметриски персонал во противпожарни операции, мерење на нивоата на радијација во зоната на операциите;
- калибрирање и сервисирање на уреди за следење на радијацијата;
- дневно известување на оперативниот менаџмент и националниот дозен регистар за дозата;
- набавка на мапи за противпожарните бригади, кои ја прикажуваат радиоактивната контаминација (вклучувајќи и контаминација со плутониум) на територииите;

<u>Лични мерки:</u>

- секој член на тим за прва реакција треба да носи личен дозиметар за директно читање на радијација.
- дозиметрите со директно читање им помагаат на работниците да останат во границите на препорачаната доза. Тие треба да се носат за да може работникот лесно да го види прочитаното и/или да го слушне предупредувачкиот аларм;
- покрај личниот дозиметар, треба да се обезбеди следнава опрема за лична заштита: респиратори, лесни заштитни одела и заштитни наметки;
- да се набаваат сигурни средства за комуникација за сите противпожарни единици;
- може да се оцени употребата на лекови против радијација во области со интензивни нивоа на надворешна радијација. Ова може да биде на пример: антибиотици, filgrastim, (комерцијално име Neupogen), CBLB502 (од Cleveland BioLabs), Ex-RAD (од Onconova Therapeutics), CLT-008 (од Cellerant Therapeutics). Последните лекови се уште се во фаза на клиничко испитување;
- апсорбираната доза, како и кумулативната апсорбирана доза на секој член на тимот за прва реакција мора да се контролира (индивидуално дозиметриско следење);
- националното законодавство за радијациона безбедност, а во отсуство на такво, раководниот тим на итната служба мора да дефинира апсорбирана доза над која, членот на тимот за прва реакција мора да се повлече од внатрешниот периметар (види подолу, „Зонирање“). Доза на одлучување во САД е 0.5 Sv и во Русија 0.2 Sv;
- пожарникарите ќе ги запазат и минимизираат периодите на изложеност на облак од чад, со цел да се минимизираат индивидуалните дози на инхалација.

<u>IV. Зонирање</u>

Зонирањето е важно за да се обезбеди јасно разбирање на нивоата на ризици и соодветните заштитни мерки што треба да се преземат, како и да се спречи ширењето на контаминацијата од опасна зона кон надвор.

Зонирање (пример од Русија)

1. Во област со ниво на контаминираност на почвата Cs-137 од 37-185 kBq/m^2 (1-5 Ci/km^2) и со ниво на контаминираност на почвата Sr-90 од 5.55 - 37 kBq/m^2 (0.15-1 Ci/km^2) се применуваат следниве мерки:

- гаснењето на пожар се врши главно со конвенционални методи со усвојување на дополнителни мерки за заштита на работниците од штетните ефекти на прашината и продукти од согорување;
- пожарот може да се гасне со апарати за гаснење пожар, опрема базирана на земја или воздух со користење на вода и / или хемиски агенси за гаснење пожар и средства за спречување на појава на пламен.

2. Во област со ниво на контаминираност на почвата Cs-137 од 185-555 kBq/m^2 (5-15 Ci/km^2) се применуваат следниве мерки:

- гаснењето на пожар се врши со користење на противпожарни камиони со монтиран воден монитор како и опрема базирана на воздух. Може да се подигнат хемиски бариери.

3. Во област со ниво на контаминираност на почвата Cs-137 од 555-1 480 kBq/m^2 (15-40 Ci/km^2) се применуваат следниве мерки:

- гаснењето на пожар се врши во согласност со специјално изработени планови, земајќи ги предвид барањата за радијациона безбедност;
- треба да се користи опрема базирана на воздух;
- за конечно гаснење на пожар, може да се користат пожарникари и противпожарни возила со монтирани водни монитори, како и опрема базирана на воздух.

4. Во област со ниво на контаминираност на почвата Cs-137 над 1 480 kBq/m^2 (40 Ci/km^2) се применуваат следниве мерки:

- мора да се користи опрема базирана на воздух;
- за конечно гаснење на пожар може да се користат пожарникари и противпожарни возила со монтирани водни монитори, како и опрема базирана на воздух.

Зонирање (Пример од САД) [15]

Да се воспостави *надворешен* периметар ако се надмине некоја од следниве вредности:

- стапка на изложеност од 10 mR/h ;
- 60,000 dpm/cm2 за бета и гама контаминација на површина; 16
- 6,000 dpm/cm2 за алфа контаминација на површина.
- соодветните активности во овој периметар се:
- евакуирање на членови на јавноста;
- изолирајте ја областа;
- Да се води сметка сите членовите на тимот за прва реакција внатре во областа да го сведат на минимум времето поминато во областа и да ги следат соодветните упатства за заштита.

Да се воспостави *внатрешен* периметар на:

- Стапка на изложеност од 10 R/h .

Соодветните активности внатре во овој периметар се:

[15] http://www.ncrponline.org/Publications/Commentaries/Commentary%20No%2019%20Overview.pdf

16 pm = дезинтеграции во минута или честички во минута

- Изложеноста и активностите во рамките на овој периметар имаат потенцијал да предизвикаат акутна повреда од радијација. Активностите треба да се ограничат на временски чувствителни, битни активности (на пример: спасување на живот) .

V. Здравствени служби

Треба да се организираат соодветни медицински служби (на лице место, во блиските болници, во специјализирани болници за лекување на тешко озрачени пациенти). На крајот од кампањата за противпожарна заштита, сите инволвирани работници треба да се подложат на медицинско испитување во специјализирана медицинска установа и вкупната акумулирана доза да се евидентира во централен, национален регистар.

VI. Регулативи

Во отсуство на постоечко национално законодавство, може да се консултираат стандардите утврдени од Меѓународната агенција за атомска енергија (МААЕ) во Виена, Австрија.

Регулативите треба да ги содржат следниве клучни прашања:

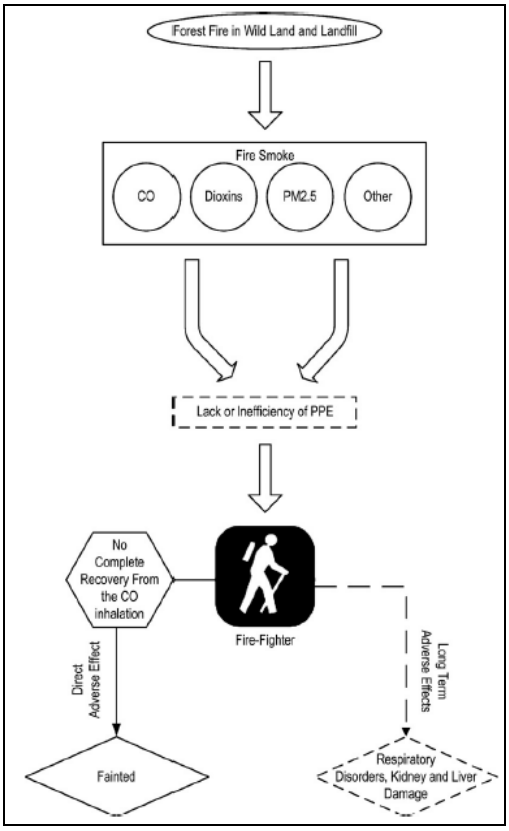
- список на радиоактивни супстанции и нивните својства;
- организација и средства за следење на радијација;
- мерки и постапки за заштита на персоналот од изложеност на радијација;
- максимално дозволени нивоа на изложеност на пожарникарите, членовите на тимот за прва реакција и шумарските работници при нормални услови и во услови на пожар;
- мерки и постапки за деконтаминација на персонал и опрема и за конечно складирање на отстранувани, контаминирани материјали;
- информирање за персонал за примени дози на радијација;
- организирање на медицински служби;
- изложеност на радијација на пожарникари над дозволените граници на дозата може да се дозволи за одредено време и во рамките на границите утврдени со санитарните прописи. На пример: планирано, зголемено зрачење на персоналот може да се дозволи еднаш во текот на целиот живот со нивна доброволна согласност и претходно известување за можните дози кои ќе ги примат и поврзани ризици по здравјето. Зрачењето на персоналот не треба да надмине 10 пати повеќе од дозволената доза утврдена за работниците изложени на радијација (во повеќето земји 20 mSv/y).

Пример од законодавството за дозволени дози е: SanPin 2.6.1.2523-9 „Стандарди за безбедност од радијација (NRB-99/2009)", одобрени со Резолуцијата #47 од Главниот државен санитарен доктор на Руската Федерација од 7ми јули 2009 година.

3.2 Хемиска контаминација [17]

Опремата за лична заштита (ОЛЗ) е неопходно средство за избегнување на негативни здравствени ефекти од контаминираниот чад кај пожарникарите. Недостапноста на ОЛЗ може да предизвика сериозни здравствени ефекти кај пожарникарите и, исто така, драстично да го намали нивното ефективно работно време на огнената линија. На крајот, недостатокот на соодветна ОЛЗ може да доведе до неуспех при сузбивање на пожарот, како и некои сериозни повреди или дури и случаи на смрт. Концепт модел на употреба на ОЛЗ е прикажан на Слика 10.

[17] Автор: S. Zibtsev



Слика 10. Концептуален модел на влијанието на чадот од вегетациски пожар врз здравјето. Извор: Dokas et al. (2007)

Во моментов не постои решение за сеопфатна заштита на шумските пожарникари од сите хемиски опасности од вегетациски пожар. Во сериозни случаи со високи нивоа на хемиска контаминација, треба да се користи специјална опрема за дишење какошто се воздушни системи за итни случаи за шумски пожарникари за релативно кратко време (слика 11а). Воздушните системи за итни случаи ги обезбедуваат пожарникарите со чист и ладен воздух неопходен за маневри за самозаштита, намалувајќи ја интоксикацијата и изгорениците на респираторниот тракт. Оваа опрема помага да се избегне вдишување на големи количини на чад во одредени моменти од пожарот. Покрај тоа, системот може да се користи за помагање на други луѓе со помош на вентил за да се обезбеди позитивен воздушен притисок. Обично гарантира 6-7 минути воздух за да се избега од ситуација каде пожарникарите се заробени.

(а) (б) (в)

Слика 11. (а) Воздушен систем за итни случаи, (б) полумаска со филтер, и (в) шлем за заштита од честички

Полумаските (на пример, маски за филтрирање на честички) или целосните маски со филтри можат да обезбедат нивоа на заштита до 50 и 200 пати, соодветно, во дозволените граници на изложеност за честички според европските стандарди (слика 11 б, в). Во исто време, треба да се нагласи дека маски за филтрирање на честички не заштитуваат од најопасниот хемиски фактор во вегетациониот оган - јаглерод моноксид. Целосните маски со филтри може делумно да заштитат од респираторни надразнувачи (алдехиди) и CO.

3.3 Експлозиви[18]

3.3.1 Стандардна опрема за лична заштита (ОЛЗ) за неопасни ситуации

Достапноста и обуката за правилна употреба на основната опрема за лична заштита (ОЛЗ) е предуслов за целиот персонал вклучен во гаснење на огнот, без оглед на дополнителна заштитна опрема за противпожарни операции на контаминиран терен. Клучните барања за ОЛЗ ги вклучуваат следниве услови:

- не смее да придонесува за замор;
- не смее да откаже предвреме;
- мора да биде фукнционална, издржлива, удобна и економична.

Грижата за удобност е првенствено за топлинскиот стрес и тежината на ОЛЗ, бидејќи пожарникарот често работи во подолг временски период од 12-16 часа во средина со висока температура.

Основните компоненти за основната ОЛЗ го вклучуваат следново: [19]

Шлемови

18 Автор: J.G. Goldammer

[19] За илустрации: Види Анекс

Критично парче ОЛЗ, тврди капи спасија многу животи и спречија сериозни повреди заштитувајќи ги оние што ги носат од паѓање дрва и тркалање карпи. Сегашните модели мора да ги исполнуваат ЕУ регулативите за противпожарна заштита EN 397, EN 443 и EN 12492[20]. Шлемот за шумски пожар треба да биде направен од едно парче ABS / PC и да ги вклучува следните надворешни елементи:

- систем за вентилација;
- систем за прицврстување за очила ;
- пинцети за систем на предно светло
- прицврстување за ламба;
- систем за прицврстување за екрани на превиткување;
- систем за прицврстување за штитници на врат;
- систем за прицврстување на радио и видео системи; и
- треба да бидат дизајнирани да се користат заедно со штитниците за уши..

Внатрешниот ремен треба да има систем за прилагодување заедно со обложена ткаенина за дишење.

Палта, кошули, панталони и чизми

Генерално, жолтите кошули и зелените панталони се направени од арамидна ткаенина (Nomex IIIR). Арамидните ткаенини се издржливи и обезбедуваат добра термичка заштита. Како и повеќето ткаенини, арамидната ткаенина гори кога е изложена на пламен, но престанува да гори кога ќе се отстрани пламенот. Наместо да се стопи и да изгори до пепел, таа формира јаглен кој ја штити кожата. Големото искуство со шумските пожари покажува дека широката облеката е поважна во спречувањето на сериозни повреди од изгореници од огнената отпорност на материјалите. Тесната облека претставува опасност од светлосна топлина и топлотен стрес и истовремено ја намалува способноста на пожарникарот да се справи со огнот. Облеката која е отпорна на пламен треба да биде дизајнирана така што движењето на лицата што ја носат предизвикува вентилација, со што се намалува влагата со ефект на бранување. Најповолни се огноотпорните палта со следните карактеристики:

- до четири предни џебови со лесен систем за отворање дизајниран специјално за ракавици. Еден од џебовите исто така може да носи преносли радио предавател;
- еден водоотпорени внатрешен џеб дизајниран специјално за документи;
- велкро лепенка за да ја држи личната карта (името на пожарникарот) на градите;
- прстен за закачување за радио предавател на рамото;
- манжетни може да се прикачат од внатре или од надвор со Векро лепенка;
- подигната јака на грбот за да се обезбеди заштита на вратот;
- ревер за заштита на грбот, кој може да се намести со Векро лепенка;
- систем за фиксирање за маска за заштита од чад;
- централен патент кој лесно се отвора, брз и сигурен;
- светло жолта ткаенина (за да се обезбеди добра видливост на пожарникарот на земја и во воздух на терен со вегетација) врз основа на Nomex влакна и трислојна 265 gr/cm3 VISCOSA FR да гарантира доволно термичка изолација и заштита од радијација;
- Nomex шевови и е високо отпорна на триење и излитување предизвикано од шумската средина;
- светли рефлектирачки ленти со висока видливост ќе обезбедат зголемена видливост.

Панталоните треба да бидат изработени од огноотпорна ткаенина (жолта или која било друга боја) и треба да бидат со широк дизајн кој овозможува слобода на движење.

[20] http://ec.europa.eu/enterprise/policies/european-standards/harmonised-standards/personal-protective-equipment/index_en.htm

Гаснењето пожар на терен со густа вегетација, понекогаш стрмен и нерамен бара стабилни чизми. Лизнувањата и паѓањата сочинуваат 15 проценти од сите повреди при шумски пожари. Така, ѓонови што не се лизгаат се од суштинско значење. Чизмите треба да бидат изработени од огноотпорна кожа и со водоотпорен слој.

Ракавици

Ракавиците треба да бидат специјално дизајнирани за да ги заштитат рацете на пожарникарот од плускавци, исекотини, гребнатини и мали изгореници во текот на рутинското гаснење на пожар. Тие исто така играат голема улога во противпожарната заштита во случај на авионска несреќа или огнена стапица. Испитувањата на минати огнени стапици покажуваат дека, без ракавици, пожарникарот ризикува да ги изгуби прстите како последица на сериозни изгореници. Ова, исто така, може да важи и за конвенционалите штавени работни ракавици кои горат или се намалуваат при интензивна топлина. Поединци заробени во засолништа од пожар исто така известуваат дека ракавиците се неопходни за да го држат жешкиот материјал од засолништето до тлото без да се изгорат.

Заштита на очи

Заштитата од чад, прашина и мали летечки предмети е од суштинско значење. Очилата треба да бидат удобни за носење за време од 8-16 часа. Се претпочита фиксирање на очилата на заштитниот шлем. Очилата ги имаат следниве карактеристики:

- долна и горна вентилација;
- пена со отворени пори која ги заробува сите видови на прашина;
- брз систем за монтирање (еластична лента со брз страничен механизам за отклучување);
- двократни поликарбонатни леќи, третман против магла внатре, и слој против гребење однадвор;
- мека, антиалергенска пеназта лента, која се залепува на лицето заради заштита од груб прав и стопени метали;
- сите материјали од овие очила треба да спречуваат оган и да ги исполнуваат стандардите за сертификација (CE Стандарди - ANSI Z87.1-2003/MIL-V-43511C Clause 3.5.10 STANAG 2920/4296).

Маска за противпожарна заштита

Маската за противпожарна заштита ќе го заштити лицето од радијација, помага да се спречат изгореници и да се намали вдишувањето на чад и честички од пепел, заради нејзиниот филтер за честички вметнат во маската. Маската треба да има:

- филтер со активен јаглен;
- вентил за издишување;
- рефлектирачки ленти со висока видливост;
- ткаенина: Nomex;
- стандарди за сертификација на маски: EN 531 (A B1 C1) EN 15614;
- Стандарди за сертификација на филтер: EN 149:2001 FFP1.

Штитник за врат

Штитниците за врат се користат за да го заштитат вратот на шумските пожарникари од високи температури и пламен и мора да ги исполнуваат стандардите за сертификација (EN 340/03 EN ISO 11612/08 EN 15614/0).

Засолниште од пожар

Засолништето за заштита од пожар стана важна компонента на ОЛЗ. Шатор-засолништето е единственото парче опрема кое што нуди заштита на животот во случај на огнена стапица. Засолништата се изработени од алуминиум, стаклена волна и Textar, ја одбива светлосната топлина, обезбедува воздух за дишење и ги штити белите дробови и дишните канали од пламен и топли гасови, водечките убијци во огнена стапица. Стандарди за сертификација кои треба да се исполнат: UNE - EN ISO9151:1995, EN ISO11612:2010 and EN ISO6942:2002.

3.3.2 Опрема за лична заштита (ОЛЗ) за борба против пожари на терен со висок ризик од експлозии

Борбата против пожар на терен контаминиран со радиоактивност, хемикалии и експлозиви / нагазни мини ќе бара дополнителна заштита. За разлика од заштитата на пожарникарите од хемикалии, заштитата од експлозиви бара силен физички оклоп дизајниран да ги апсорбира и / или одврати ударите од парчиња. За пожарникарите, засилени модуларни тактички елеци со цврста плоча (балистички елеци), како што се панцирите што ги користат борбените војници или тимовите за отстранување на мини, се потребни во ситуации на спасување под високо ризични услови или во случај на потреба за контрола на пожар во близина, остатоци од неексплодирани експлозивни направи подложени на оган (стандарди кои треба да бидат исполнети: NIJ-3A). Балистичките шлемови дизајнирани за деминирање обично се опремени со балистички визир.

- **4. Опрема за контрола на пожар, како и најдобра и најбезбедна практика на противпожарна заштита на контаминиран терен**

4.1 Радиоактивна контаминација [21]

10-километарската Забранета зона на НЦЧ (Нуклеарната централа Чернобил) се карактеризира со највисоко ниво на стапки на доза поврзана со радиоактивна контаминација кои го загрозуваат здравјето на пожарникарите (Сл.1). Поради тоа, неопходни се далечни инструментални техники за гаснење на пожарот, со цел минимизирање на престојот на персонал во високо контаминирана област.

Методите и алатките кои се користат за гаснење на пожар на радиоактивна контаминирана територија треба да се изберат со цел минимизирање на ослободувањето на радиоактивни аеросоли кои содржат алфа-радиоактивни радионуклиди (^{238}Pu, ^{239}Pu, ^{240}Pu и ^{241}Am) од површината на почвата, како и времето на изложеност на персоналот на чадот. Повисоката содржина на влага на гориво го намалува ослободувањето на радиоактивни аеросоли. Користењето на автомобили и тешка машинерија опремени со затворени кабини (филтриран воздух под притисок) дозволуваат да се намалат, до десетици, па дури и стотици пати, вдишувањата на радионуклидите од страна на пожарникарите.

Најголемото намалување на очекуваните дози на надворешно, како и на внатрешно зрачење е постигнато, ако се користи воздухопловна опрема (хеликоптери, авиони) за противпожарна заштита. Ако радиоактивната контаминација по завршувањето на работата за гаснење на огнот ги надминува дозволените нивоа, мора да се преземе деконтаминација на опремата и алатките.

Во силно озрачени средини може да се користат оклопни возила и борбени извиднички патролни возила прилагодени на конкретни задачи. Ризикот од активирање на материјали е низок, поради отсуството на големи неутронски струи (освен во непосредниот период по катастрофа на нуклеарен реактор), сепак, деконтаминацијата на опремата на крајот на работата останува важна.

4.1.1 Деконтаминација

Крајната цел на деконтаминација е да се елиминираат или намалат штетните ефекти на јонизирачкото зрачење врз човечкото тело. Карактеристична особина на деконтаминацијата е строго диференциран пристап кон дефинирањето на предметите што треба да се деконтаминираат. Ова овозможува да се приоритизираат активностите според ризиците за живот и да се користи на оптимален начин ограничена работна сила и опрема.

Контаминацијата може да биде адхезивна, површна и длабока. Во случај на адхезивна контаминација, лесно се отстранува од површината ако силата на сепарација е поголема од силата на адхезија. Во водната средина, адхезивната сила е значително намалена, па затоа вообичаено е користење на вода за деконтаминација.

Поретко, може да наидете на случаи на површна и длабока контаминација. Тие се предизвикани од процеси на адсорпција, јонска размена и дифузија. Во овие случаи, целиот горен слој треба да се отстрани заедно со радиоактивните материи.

Сите методи на деконтаминација може да се поделат на течни и суви.

- Течност: отстранување на контаминација со млаз на вода или пареа, или како резултат на физички и хемиски процеси помеѓу течниот медиум и загадувачот. Ефикасноста зависи од

[21] Автори: J.G. Goldammer, St. Robinson и S. Zibtsev

протокот на течност, растојанието до површината што треба да се третира и употребените адитиви. Највисокиот фактор за деконтаминација се постигнува кога насоката на млазот е под агол од 30-45° до работниот дел. За да се намалат количините на вода, треба да се користат веќе употребени четки.

- Суво: механичко отстранување преку чистење, вшмукување, дување, отстранување на загадениот слој, полнење на почвата.
- Адитивите може да ја зголемат ефикасноста на деконтаминацијата:
    - Детергентноста на водата може да се подобри со додавање на 0,1-0,5% на површински активни супстанции како што се обичен сапун, гардинол (прав со бела или крема боја, лесно растворлив во вода за да формира благо алкален медиум), сулфонин (паста или во форма на кафеави плочи), ОП-7 и ОП-10 (индустриски агенси за навлажување и емулгатори).
    - Комплексни раствори може да се направат со натриум фосфати, оксална киселина, лимонска киселина, винска киселина и нивни соли, натриум хексаметафосфат и други соли на фосфорни киселини.
- Органски растворувачи (дихлороетан, бензен, керозин, дизел гориво) може да се користат за деконтаминација на метални површини (машини, опрема, транспортни средства).
- Сорбентен материјал и смоли (јонски разменувачи) може да се користат за отстранување на радионуклиди од растворот. Вообичаен сорбент е специјално третиран, ситно-зрнест активиран јаглерод (на пр. карбоферогел).
- Деконтаминацијата на возилата и опремата може да биде делумна или целосна. Делумната деконтаминација би била само од компоненти со кои луѓето ќе дојдат во контакт со текот на операцијата. При деконтаминација на возило, потребно е, пред се, да го исчистите шаторот. Потоа, горниот дел на кабината, хаубата на моторот, предното стакло, штитниците против кал и подножјето се бришат со крпа. Потоа, внатрешната површина се третира, вклучувајќи инструменти и контроли во кабината. Ако машината треба да ги пренесува луѓето, тогаш полето за вчитување дополнително се чисти. Целосната деконтаминација се изведува надвор од контаминираната зона кај специјализирани станици со капацитет за пречистување на водата.
- Деконтаминацијата на облека, обувки и ОЛЗ (опрема за лична заштита) исто така може да биде делумно или целосно. Сето тоа зависи од специфичните услови, степенот на контаминација и преовладувачката ситуација. Делумната деконтаминација може да се направи со отстранување облека, чевли итн. и со нивно закачување на табли, јажиња, дрва, а потоа темелно да бидат удирани 20-30 минути со метла, четка или стапови (додека се носи ОЛЗ за да се исклучи поврзувањето со ослободените честички на прашина). Гума, материјали обложени со гума, синтетички фолии и кожата мора да се избришат со крпа натопена во вода или во раствор за деконтаминација.
- Деконтаминацијата на опремата треба да се спроведува во близина или во контаминирана област со цел да се спречи ширењето на контаминацијата како таква;
- Во случај на шумски пожари, активирањето на материјалите е малку веројатно прашање. Затоа, деконтаминацијата главно е задача на чистење на опрема од радиоактивни честички од прашина. Ова може да се направи со помош на вода и детергенти или други растворувачи како што беше дискутирано погоре;
- Додека гаснењето на пожарот е во тек, контактните делови на опремата треба редовно да се деконтаминираат. На крајот од работната задача, опремата треба да биде целосно деконтаминирана. Материјалите што не можат да се деконтаминираат треба да бидат испратени за конечно отстранување;
- Иницијалниот личен мониторинг и деконтаминациските напори на местото на настанот треба да се фокусираат на спречување на акутни зрачења.

- Вкрстената контаминација е секундарна грижа, особено кога загадената локација и бројот на евакуирани се големи. На пример, постои ризик од радиоактивни аеросоли кои зрачат од валкани алишта;
- Лицата со контаминација на самото место > 2,2 x 10 6 dpm треба да добијат приоритет во деконтаминацијата.
- Во посложени околности, може да се побара поддршка од воените единици за хемиско-радиолошка одбрана.

4.2.1 Конечно отстранување

Радиоактивни отпадоци од деконтаминација или противпожарни активности треба да се отстранат во посебни објекти. Течностите, на пример, може да се пренесат во складишта за радиоактивен отпад во нуклеарни централи или други нуклеарни објекти.

4.2 Хемиска контаминација [22]

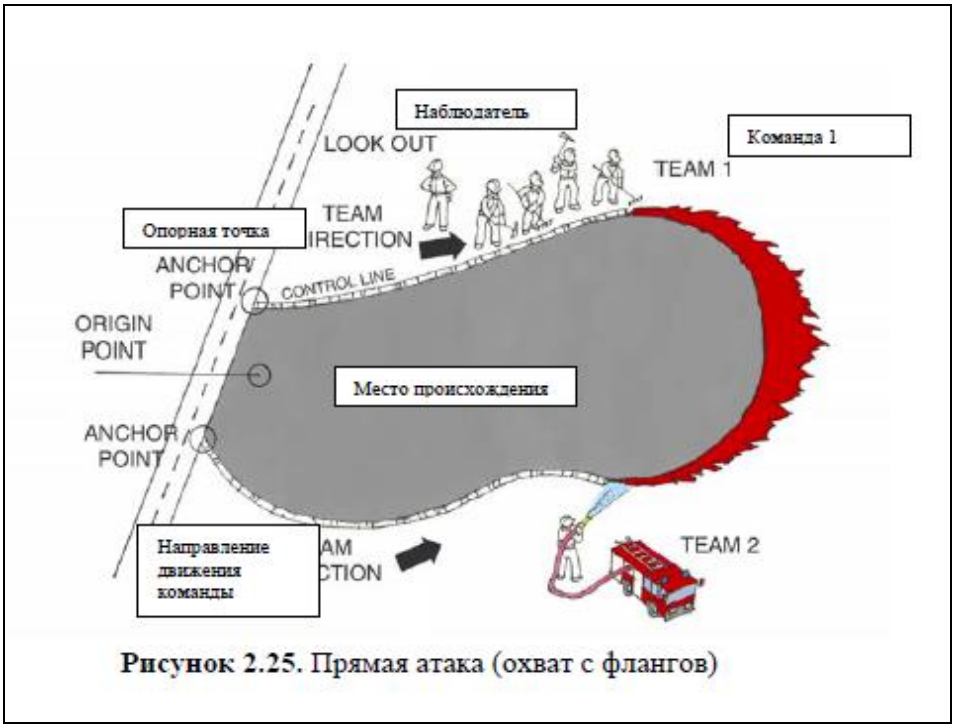
Опремата за контрола на пожар и тактиките за противпожарна заштита кои се користат во случај на гаснење на вегетациски пожари во зоните на хемиска контаминација зависат од условите на теренот, видот и тежината на пожарот, присутноста на запалив материјал на теренот и нивото на лична обука на персоналот. Обично, хемиските погони и капацитети се наоѓаат во близина на реки на обичен терен - така што шумите околу нив се лесно достапни дури и за потешки противпожарни камиони и за средни и мали противпожарни возила. Ова овозможува минимизирање на директен контакт на противпожарните бригади со огнените линии и минимизирање на контакт со чад контаминиран со хемиски елементи како такви.

Во случај на помали (до 5 ха) почвени вегетациски пожари со низок и среден интензитет, класичните техники на гаснење на пожарот може да се применат со локализација на развојот на пожар во првата фаза проследена со користење на обична вода или вода со ретарданти или агенси за пена, или со користење на трактори за да се направат места на прекин на огнот пред самата огнена стихија или фронт. Во вториот случај, важен услов е тоа што кабината на трактор мора да биде опремена со системи за климатизација и филтрирање. Тимови опремени со рачни алатки може да се применат за да се направат места за прекин на огнот ако тракторите не можат да стигнат до потенцијалните граници на пожарите.

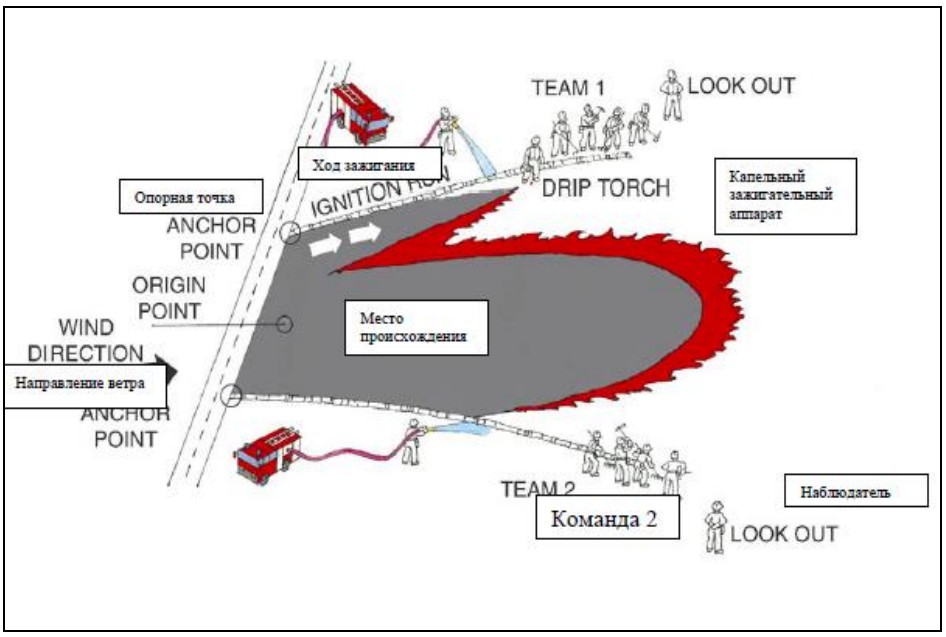
Директни, паралелни или индиректни интервенции во зависност од ситуацијата може да се користат за гаснење на пожар од мал обем (Сл. 12-14). Во случај на пожари од средна големина (5-25 ха), треба да се користат индиректни интервенции врз основа на природни или вештачки противпожарни бариери. Технологијата е опишана во Стандардите за компетентност на EuroFire.[23]

[22] Автор: S. Zibtsev

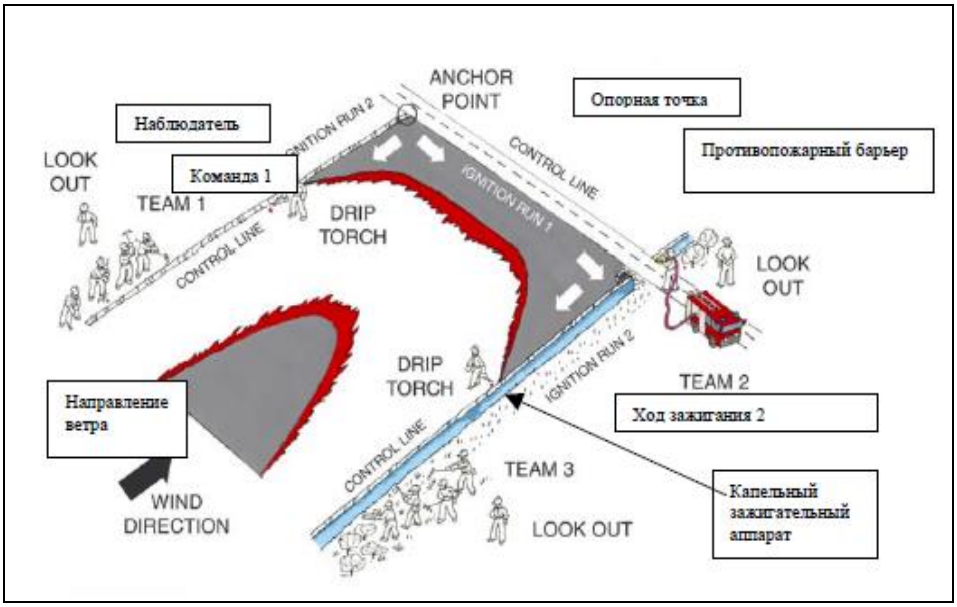
[23] Стандардите за компетентност на EuroFire (http://www.euro-fire.eu/) за пожарникарите беа развиени од Глобалниот центар за мониторинг на пожари и се достапни на украински јазик (http://www.fire.uni-freiburg.de/eurofire /ef_ukr.html)



Слика 12. Шема 1 на директна интервенција



Слика 13. Шема 2 на директна интервенција



Слика 14. Шема на индиректна интервенција

Главната цел на секоја тактика за гаснење на пожарот е минимизирање на контактот на екипите опремени со рачен алат, со чадот за време на создавање на прекини на огнот преку задолжителна употреба на маска за половина на лицето со филтер, од страна на персоналот кој работи на огнената линија. Во случај на поголеми пожари, треба да се користат само противпожарни камиони и ретарданти за да се спречи пожар преку примена на средства за гаснење од долги растојанија.

4.3 Експлозиви [24]

Експлозиите на неексплодирани орудија (НЕО) и мините предизвикани од пожари зависат од историјатот на контаминираните локации. Општо земено, највисоките закани постојат на терени каде претходно имало вооружени конфликти, бидејќи сета муниција (вклучувајќи артилериски гранати, ракети, касетни бомби и класични бомби) и мини користеле експлозивни полнења / боеви глави (муниција за вооружени конфликти / боева муниција). Ова, исто така, може да биде случај со активни или напуштени воени полигони за обука или за стрелање, каде што се користела боева муниција. Меѓутоа, на некои воени полигони, се користат само пиштоли или вежбовна муниција, што резултира со помал ризик од штетни детонации.

Искуството на Центарот за глобален мониторинг на пожари (ЦГМП) од Германија во користењето на пропишан оган на терен контаминиран со НЕО во Германија и оценување на наративите на инциденти на шумски пожари доведоа до следните заклучоци (без доволно голема база на податоци што статистички може да ги докаже овие набљудувања):

Сезона на пожари

Забележано е дека пожарите што горат за време на студената сезона, односно зимската сезона на северна хемисфера, резултираат со помалку експлозии предизвикани од оган. На другата страна, пожарите што горат за време на генерално жешката пролетна или летна сезона на пожари, резултираат со голем број експлозии. Причината за ова, може да биде општата температура на животната средина врз почвата и долниот слој на воздухот што влијае врз ладењето или претходно загревање на НЕО.

Однесување на пожарот

[24] Автор: J.G. Goldammer

Површинскиот оган што го води ветерот, особено кај материјали кои лесно горат (на пр. пасишта или трева, во отворени борови шумски предели) генерално води кон маргинално загревање на површината на почвата поради неговото кратко времетраење на локацијата на НЕО. НЕО може да се изложат на повисоки температури само за кратко време и може да бидат целосно непогодени од топлината, особено за време на студената зимска сезона.

Меѓутоа, пожарот што полека гори против ветрот, сепак, има подолг временски период на времетраење и на тој начин резултира со зголемен временски распон на НЕО или мина кој е изложена на повисоки температури.

Покрај ветерот, топографијата, исто така, влијае на времетраењето на пожарот; односно оган што бргу се шири по терен кој се качува, има пократко времетраење од пожарот што полека гори на терен кој се спушта.

Присутноста на запалив материјал на теренот
Количината на живи или мртви запаливи материјали на површината / земјата, го одредува ослободувањето на енергија и, заедно со однесувањето на огнот и топографијата, времетраењето на ослободувањето на енергија на локацијата на НЕО. Пожарот што брзо гори во слој од лесна трева, ќе ослободи помалку топлина на површината на почвата, во споредба со пожар што полека напредува во запалив слој кој се состои од големо присуство на запаливи материјали (мртви дрвени трупци, гранки, гранчиња, игли, разбиена вегетација) или во органски слоеви (суров хумус или трула вегетација на почвата во шумата).

Во Германија, споменатиот проект за истражување и развој (2009 - 2014) се осврна и на употребата на пожар на поранешен воен полигон, контаминиран од неексплодирани орудија. Додека овој проект првенствено се фокусираше на употребата на пропишан пожар за одржување на заштитени подрачја со висока вредност, предизвикани од нарушувања, нуспроизводите од проектот овозможуваат користење на концептите и технологиите во борбата против шумските пожари на загадениот терен. Додека финалните наоди од овој проект, технички предводени од ЦГМП, сè уште не се објавени, првичните искуства и заклучоци се манифестирани од страна на Goldammer et al. (2012).

Подготвеноста на НЕО да експлодира, исто така, зависи од староста и од состојбата на корозија на металното куќиште за експлозивното полнење. Кородираните метални куќишта и хемиските реакции со амбиенталниот воздух, вклучувајќи ја и амбиенталната топлина, може да резултираат со побрзо самозапалување, на пример, кај фосфорната муниција (трасерски куршуми и фосфорни бомби).

Во некои земји се пропишани безбедносни стандарди во врска со пожари на теренот контаминиран со НЕО. На пример, во Германија, општите правила за противпожарна заштита пропишуваат безбедносно растојание од 500 м во однос на пожари на локации со експлозиви. Уништувањето на експлозивни средства / правилата за безбедност, бараат дури и вертикално и хоризонтално безбедносно растојание од 1.000 м во однос на локации со НЕО. Без оглед на правилата за безбедност во други земји: Задржувањето на такви растојанија од пожарот нема да дозволи никаква интервенција, ниту на терен, ниту преку реакција од воздух (пуштање на вода од воздух, ретарданти или пена од далечина во износ од стотици метри не би резултирало во било какво ефикасно гаснење на огнот).

Па така, постојат три опции за гаснење на шумски пожари на терен контаминиран со НЕО / мини:

- при временските услови на ниска опасност и интензитет на пожар (на пример, во текот на зимата и раната пролет), доминантни лесни запаливи материјали и површински пожари кои согоруваат со низок до умерен интензитет на теренот контаминиран со вежбовна и друга муниција за мало оружје, раководното лице одговорно за локални инциденти може да

одлучи да се дозволат конвенционални пристапи во контролата на големиот пожар преку создавање на огнени линии и поставување на контролирани помали пожари на безбедно растојание. За самото гаснење на пожарот, може да бидат вклучени и воздушни средства.

- во ситуации со висок ризик (висока опасност од пожар и интензитет: очекувани експлозии на НЕО со големо влијание) теренскиот персонал може да се испраќа само ако е достапна оклопна опрема за противпожарна заштита и / или специјална балистичка ОЛЗ, или
- ако далечински контролирани или автономно управувани средства на земја и од воздух се користат за гаснење на пожар.

4.3.1 Теренско работење со оклопна опрема

Во текот на изминатите децении, некои земји и компании развија оклопни возила за гасење на пожар, особено како пренаменети поранешни воени тенкови, специфично за почетокот на периодот по Студената војна во време кога голем вишок на воена опрема беше достапен за потенцијална цивилна употреба. Горе споменатиот проект за истражување и развој (види делови 2.5.4 и 2.5.5, Goldammer et al., 2012) вклучувал три главни компоненти за безбедно користење на пропишан оган и за борба против шумски пожари на теренот контаминиран со НЕО:

Оклопна опрема за гаснење пожар

Постојниот тенк за гаснење пожар SPOT-55, произведен во и за потребите на армијата на Чешката Република, се користеше со целосно задржаната оклопна структура. Овој тенк има контејнер за вода монтиран на местото на бедем со капацитет од 11.000 L вода, пумпа под висок притисок за противпожарна заштита и млазници. Тенкот, кој подоцна беше развиен во Германија за употреба на противпожарната заштита на опасен терен, дополнително беше опремен со систем за камера, сателитска навигација / GPS систем и радио комуникација. Оваа опрема овозможува екипажот на тенкот да работи целосно заштитен со оклоп, да се движи во терен без да го отвора капакот и да остане поврзан преку комуникациска врска со раководното лице одговорно за инцидентот.

Раководното лице одговорно за инцидентот го насочува тенкот до критичните места каде што е потребна интервенција за гаснење. Навигацијата е поддржана со употреба на беспилотно летало / систем (UAV / UAS) опишан подолу. За илустрации: Види Слики 2.27 и 2.28 во Анексот.

Во случај на потреба од пожарникари или спасувачки екипи да влезат во опасната локација на шумскиот пожар, мора да се напарави обезбедување на балистичка заштитна облека (сп. Дел 3.3.2 и Слики 2.6 и 2.7 во Анексот).

Оклопна опрема за палење

За поставување пропишани пожари, на пр. за заштитни цели, за создавање на линии од места изгорени од оган / тампон зони околу шумски пожар, или за поставување на контролирани пожари, развиен е оклопен тенк за палење. Германскиот проект го претвори поранешното чешко воено командно возило BMP-OT-R5 во тенк за палење со целосна лична безбедност, оставајќи го оклопот немодифициран (Анекс, Слика 2.22).

За запалување на растојанија до 80 метри, системот Pyroshot Green Dragon® беше монтиран на таквото возило BMP како фрлач за уреди за палење (т.н. Пластичен сферен дозирач - ПСД) (Слика 2.23). ПСД, како такви, имаат големина на пинг-понг топче и се полнат со калиум перманганат ($KMnO_4$). Во моментот на пукање, инјектирање на гликол води до хемиска реакција со $KMnO_4$ и доведува до палење на капсулата по околу 20 секунди. Капсулата која гори ја запалува околната вегетација. Покрај тоа,

наменското возило ВМР е опремено со цевки-факели за палење преземени од возилата за сите терени (ВСТ), што пак дозволува странично палење од ВМР на оддалеченост од 6 метри со помош на мешавина на дизел и бензин, во сооднос од 4: 1 (Анекс, Слики 2.24 до 2.25).

4.3.2 Беспилотно летало / систем за беспилотни летала (UAV / UAS) за контрола на работата и координација

Бидејќи раководното лице одговорно за пропишаната операција на наменско палење или шумски пожари треба да остане на командна позиција вон безбедносната зона до 1.000 метри и со оглед на истите ограничувања наметнати за летови на летала со пилот, тогаш задолжително е да се користи беспилотно летало / систем за беспилотни летала (UAV / UAS) за добивање на непосредни и брзи визуелни / тактички информации за состојбата на пожарот, позициите и движењето на оклопните копнени сили и извидување на ситуации за кои е потребна интервенција. Во горенаведениот проект во Германија, беспилотен мал хеликоптер од типот CT BEE 6B® беше употребен за да се добие постојано видео снимано од воздух и снимки од кадри, пренесени до командната позиција на инцидентот директно и веднаш. Компонентата на воздушно извидување, поради причини за воздушна безбедност, по можност со употреба на беспилотни летала, е предуслов за секоја операција на гасење оган на теренот контаминиран со мини и НЕО (Анекс, Слики 2.27 до 2.30).

Возила без посада за противпожарна заштита на опасен терен

Неодамнешниот развој на далечински контролирана машина за сечење на коров и слична вегетација, овозможува индиректна интервенција против шумски пожар со создавање на огнена линија. Технологијата овозможува контролниот персонал да остане надвор од зоната на удар при експлодирачка муниција или радиоактивна прашина. Прототипот, развиен од Vallfirest (VF Dronster), овозможува далечинска контрола при создавање на огнена линија кај типови на вегетација со согорување до 8 cm во дијаметар (Анекс, Слики 2.17 до 2.18).

Беспилотни летала за воздушна противпожарна заштита

Развојот на беспилотни летала за воздушна противпожарна заштита неодамна забележа значителен напредок од Lockheed Martin Corporation (САД), фирма која успешно ги тестира беспилотните хеликоптери од типот K-MAX на меѓународниот аеродром Грифис, преку подигање во воздух и фрлање вода врз пожарите. Во ноември 2014 година, тимот на Lockheed Martin Corporation успешно ги тестираше двата беспилотни летала за да изгасне големи или опасни пожари без да ги загрози животите на пилотите како такви.

Целта е беспилотното летало да може да работи на гаснење на пожарите и дење и ноќе, во сите временски услови, достигнувајќи опасни области без ризик по човечките животи. Фирмата Kaman го произведува хеликоптерот K-MAX, опремен со сензори од Lockheed кои овозможуваат автономно собирање на вода од помали езера и испорака до локацијата на пожарот (Анекс, Слики 2.31 и 2.32).

Употреба на беспилотно летало за палење од воздух

Поради ризикот од експлозии на НЕО предизвикани од шумски пожари кои влијаат врз воздушните платформи со екипаж, во тек е развојот на употреба на беспилотно летало за палење од воздух. Се очекува во 2015 година, следната генерација на беспилотно летало (беспилотен хеликоптер) да биде достапна за палење на пожари од воздух во пропишаните области и палење на контролирани пожари (Слики 2.33 до 2.36).

5. Заклучоци и препораки

Горењето на пожарите во загадени средини создава дополнителни, нестандардни ризици за пожарникарите и може да има негативни здравствени влијанија врз пожарникарите и на локалното население. Во овој извештај беа разгледани три главни видови контаминирани средини: (а) вегетација загадена со радиоактивност како последица на несреќи на нуклеарни централи, како што се територииите контаминирани по дефектот на Реактор 4 од Чернобилската нуклеарна централа во 1986 година; (б) вегетација околу хемиски и индустриски погони и капацитети загадени со редовни емисии или како последица на несреќи или како колатерална штета на вооружените конфликти; (в) зони загадени со неексплодирана муниција во регионот на поранешни и тековни вооружени конфликти или активни и напуштени воени полигони за вежби и стрелање.

Се заклучува дека контролата на шумските пожари на загаден терен е исклучително опасна и тешка. Затоа инвестициите треба да бидат приоритетни за да се обезбеди соодветна опрема и да се зголеми подготвеноста и способностите за безбедна и ефикасна контрола на шумските пожари со цел да се намалат основните и секундарните ризици за пожарникарите и цивилното население.

Следниве препораки се дадени.

1. Треба да се идентификуваат посебни мерки за управување со пожари, средства за лична заштита и тактики, како и соодветни услуги за следење на здравјето и животната средина, прилагодени и искористени за безбедно гаснење на пожарот во гореспоменатите средини.

2. Главните ризици за здравјето на пожарникарите се генерирани од чад од пожари што гори во вегетација загадена со радионуклиди и хемикалии. Како последица на тоа, раководството мора да ја спроведува употребата на средствата за заштита на дишење и да ги дефинира и да ги спроведе временските ограничувања на експонирањето на пожарникарите врз основа на радиоактивни и хемиски ризици и доминантната употреба на тактики за индиректна интервенција за време на гаснењето.

3. Потребни се планови за долгорочно намалување на опасноста од пожар и управување со материјали кои горат (т.е. управување со запаливи материјали). На краток рок, ова вклучува примена на шумарски методи и методите за искористување на шумите користејќи тешка механизација за собирање / сечење и расчистување на шумски дрва кои се соодветно опремени со филтри за да се избегне вдишување на неповолни дози за операторите. Покрај тоа, стратегиски поставени и редовно одржувани места за прекин на огнот и места исчистени од запалив материјал, ќе го намалат ризикот од неконтролирано ширење на пожари. Долгорочно, треба да се изготви стратегија за управување и третман на собраното радиоактивно дрво, вклучително и посебни постројки за согорување за радиоактивните делови од дрвото со поврзаната солидификација на нуклеарниот отпад и капацитетите за долгорочно складирање. Без таква долгорочна стратегија, ќе биде тешко да се управува со шумите и да се намалат ризиците од пожар преку отстранување на мртвото дрво.

4. Пожарникарите во зоните со опасности од нуклеарна или хемиска контаминација, треба да бидат соодветно обучени и опремени за да се борат против пожарите и да ги разберат овие нестандардни ризици. Режим за поддршка при одлучувањето за системи за гаснење на пожари и системи за следење на воздухот, ќе му дозволи на раководното лице одговорно за инцидентот

да го контролира времето на изложеност на пожарникари на линијата на огнот од аспект на усогласеноста со поединечните норми за радиоактивна и хемиска безбедност.

5. Гаснењето на пожар на терен контаминиран со неексплодирани орудија (НЕО) и нагазни мини бараат различни средства за ОЛЗ и опрема која повторно ја обезбедува заштитата на персоналот од балистички ефекти од муницијата која експлодира. Постојат три опции за гаснење на шумски пожари на терен контаминиран со НЕО / мини:
   - при временските услови на ниска опасност и мал интензитет на пожар (на пример, во текот на зимата и раната пролет), доминантни лесно запаливи материјали и површински пожари кои согоруваат со низок до умерен интензитет на теренот контаминиран со вежбовна и друга муниција за мало оружје, раководното лице одговорно за локални инциденти може да одлучи да се дозволат конвенционални пристапи во контролата на големиот пожар преку создавање на огнени линии и поставување на контролирани помали пожари на безбедно растојание. За самото гаснење на пожарот, може да бидат вклучени и воздушни средства.
   - во ситуации со висок ризик (висока опасност од пожар и интензитет: очекувани експлозии на НЕО со големо влијание) теренскиот персонал може да се испраќа само ако е достапна оклопна опрема за противпожарна заштита и / или специјална балистичка ОЛЗ, или
   - ако далечински контролирани или автономно управувани средства на земја и од воздух се користат за гаснење на пожар.

6. За сите видови контаминирани терени, раното откривање, следење и контрола на пожарите бараат напредни решенија кои ќе ја намалат операцијата и присуството на лице место од страна на луѓето. Далечински сензори за рано откривање на пожари (теренска автоматизирана и автономна оперативна опрема за брзо откривање на чад или топлина од вегетацискиот оган) и беспилотни, далечински контролирани или автономно управувани теренски возила или беспилотни летала (UAV / UAS) обезбедуваат значително намалување на здравствени ризици, повреди или смртни случаи кај пожарникарите. Најнапредните решенија за противпожарна заштита со беспилотни летала и теренски средства заслужуваат внимание во практиката.

- **КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА**

Adolph, E. F. 1947. Physiology of man in the desert. Interscience. 53 p.

Anonymous. 1997. Radiation safety norms of Ukraine (RSNU-97).Kyiv. (in Ukr.).

Anonymous. 2008a. Radiation safety rules during carrying out of works in the exclusion zone and zone of absolute resettlement, implemented by the order of MH and ME of 04.04. 2008 № 179/276. (Ukr.).

Anonymous. 2008b. The basic control level, level and release level action on radioactive contamination of the Exclusion zone, Ministry of Ukraine, Kyiv, 2008, 11p. (Ukr.).

Booze, T.F., Reinhardt, T.E., Quiring, S.J., and Ottmar, R.D. 2004. A screening-level assessment of health risks of chronic smoke exposure for wildland fire-fighters. J. Occup. Environ. Hyg. 1, 296-305.

Bytnerowicz, A., Arbaugh, M., Riebau, A., and Andersen, C. (eds.). 2009. Wildland fires and air pollution. Elsevier B.V., Developments in Environmental Science, Vol. 8, Amsterdam-Boston, 687 p.

CEPA (Canadian Environmental Protection Act). 1999. National Ambient Air Quality Objectives of particulate matter Part 1, Science Assessment document. Minister Public Works and Government Services, Cat. No. H46-2/98-220-1E. Cesti, G. 2006. Effects of forest fire smoke. FFNet 4, 113-126.

Cuddy, J.S., Ham, J.A., Harger, S. (and others). 2008. Effects of an electrolyte additive on hydration and drinking behavior during wildfire suppression. Wilderness and Environmental Medicine 19 (3), 172-180.

Domitrovich, J., and Sharkey, B. 2010. Heat Illness Basics for Wildland Firefighters. In: Fire Tech Tips. Technology and development program. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 8 p.

Eckerman K.F. and Ryman, J.C. 1993. External exposure to radionuclides in air, water, and soil. Federal Guidance Report No. 12, EPA-402-R-93-081, Oak Ridge National Laboratory, USA, 238 p.

Evangeliou N., Balkanski Y., Cozic A., Hao, W., and Møller A. 2014. Wildfires in Chernobyl – contaminated forests and risks to the population and the environment: A new nuclear disaster about to happen? Environment International 73, 346-358.

Evangeliou, N., Balkanski, Y., Cozic, A., Hao, W. M., Mouillot, F., Thonicke, K., Paugam, R., Zibtsev, S., Mousseau, T. A., Wang, R., Poulter, B., Petkov, A., Yue, C., Cadule, P., Koffi, B., Kaiser, J. W., and Møller, A.P. 2015. Fire evolution in the radioactive forests of Ukraine and Belarus: Future risks for the population and the environment. Ecological Monographs 85 (1), 49-72.

FKS (Feuerwehr Koordination Schweiz). 2014. Handbuch für ABC-Einsätze. Version 04.2014 (German and French). Available online: http://www.feukos.ch/de/abc-einsatze/handbuch-fur-abc-einsatze/

Goldammer, J.G. (ed.) 2009. White Paper on Use of Prescribed Fire in Land Management, Nature Conservation and Forestry in Temperate-Boreal Eurasia. Results and recommendations of the Symposium on Fire Management in Cultural and Natural Landscapes, Nature Conservation and Forestry in Temperate-Boreal Eurasia and members of the Eurasian Fire in Nature Conservation Network (EFNCN), Freiburg, Germany, 25-27 January 2008. Fire Ecology Research Group/ Global Fire Monitoring Center, 28 p. UNECE/FAO International Forest Fire News No. 38, 133-152.

Goldammer, J.G. 2013a. Beyond Climate Change: Wildland Fires and Human Security in Cultural Landscapes in Transition – Examples from Temperate-Boreal Eurasia. Chapter 22 in: Vegetation Fires and Global Change: Challenges for Concerted International Action. A White Paper directed to the United Nations and International Organizations (J.G. Goldammer, ed.), 285-311. A publication of the Global Fire Monitoring Center (GFMC). Kessel Publishing House, Remagen-Oberwinter, 398 p.

Goldammer, J.G. (ed.) 2013b. Prescribed Burning in Russia and Neighbouring Temperate-Boreal Eurasia. A publication of the Global Fire Monitoring Center (GFMC). Kessel Publishing House, 326 p.

Goldammer, J.G., M. Statheropoulos, and M.O. Andreae. 2009. Impacts of vegetation fire emissions on the environment, human health and security – A global perspective. In: Wildland fires and air pollution (A. Bytnerowicz, M. Arbaugh, A. Riebau, and C. Andersen, eds.), 3-36. Elsevier B.V., Developments in Environmental Science, Vol. 8, Amsterdam-Boston, 687 p.

Goldammer, J.G., E. Brunn, A. Held, A. Johst, S. Kathke, F. Meyer, K. Pahl, A. Restas, and J. Schulz. 2012. Kontrolliertes Brennen zur Pflege von Zwergstrauchheiden (*Calluna vulgaris*) auf munitionsbelasteten

Flächen: Problemstellung, bisherige Erfahrungen und geplantes Vorgehen im Pilotvorhaben im Naturschutzgebiet „Heidehof-Golmberg“ (Landkreis Teltow-Fläming). Naturschutz und Biologische Vielfalt 127, 65-95.

Heil, A., and Goldammer, J.G. 2001. Smoke-haze pollution: A review of the 1997 episode in Southeast Asia. Reg. Environ. Change 2, 24-37.

Hendrie, A.L., Brotherhood, J.R., Budd, G.M. (and others). 1997. Project Aquarius 8. Sweating, drinking, and dehydration in men suppressing wildland fires. International Journal of Wildland Fire 7(2), 145-158.

IAEA. 2010. Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and fresh-water environments. Vienna: IAEA-TRS-472. - 194p.

IAEA. 2011. Radiation protection and safety of radiation sources : international basic safety standards: general safety requirements. – Interim edition. – Vienna : International Atomic Energy Agency, 303 p.

Ipatiev V.A. (eds.). 1999. Forest. People. Chernobyl. Forest ecosystems after the Chernobyl accident: The state, the forecast, the reaction of the population, ways of rehabilitation. Gomel: Institute of Forest of NAS of Belarus, 452 p. (Rus.).

Johnson, R. 1999. Guidance on measures in forest fire emergency cases. In: Goh, K.-T., Schwela, D., Goldammer, J.G., and Simpson, O., eds. Health guidelines for vegetation fire events-background papers, 6–9 October 1998. Lima, Peru, WHO/UNEP/WMO, pp. 411-465.

Kashparov V.A. 2014. Experimental biogenic fluxes 137Cs in forest ecosystems. The scientific and research Report. NUBiP Ukraine, Kyiv, 81p. (Ukr.).

Kashparov, V.A., Ahamdach N., Zvarich S.I., Yoschenko, V.I., Maloshtan, I.N., and Dewiere, L. 2004. Kinetics of dissolution of Chernobyl fuel particles in soil in natural conditions. //Journal of Environmental Radioactivity 72 (3), 335-353.

Kashparov, V.A., Ivanov, Yu.A., Zvarich, S.I., Protsak, V.P., Khomutinin, Yu.V., Kurepin, A.D., and Pazukhin E.M. 1996. Formation of Hot Particles During the Chernobyl Nuclear Power Plant Accident. Nuclear Technology 114 (1), 246-253.

Kashparov, V.A., Lundin, S.M, Kadygrib, A.M., Protsak, V.P., Levtchuk, S.E., Yoschenko, V.I., Kashpur, V.A., and Talerko, N.M. 2000. Forest fires in the territory contaminated as a result of the Chernobyl accident: radioactive aerosol resuspension and exposure of fire-fighters. Journal of Environmental Radioiactivity 51, 281-298.

Kashparov, V.A., Lundin, S.M., Khomutinin, Yu.V., Kaminsky, S.P., Levtchuk, S.E., .Protsak, V.P., Kadygrib, A.M., Zvarich, S.I., Yoschenko, V.I., and Tschiersch, J. 2001. Soil contamination with 90Sr in the near zone of the Chernobyl accident. Journal of Environment Radioactivity 56 (3), 285-298.

Kashparov, V.A., Lundin, S.M., Zvarich, S.I., Yoschenko, V.I., Levtchuk, S.E., Khomutinin, Yu.V., Maloshtan, I.N., and Protsak, V.P. 2003. Territory contamination with the radionuclides representing the fuel component of Chernobyl fallout. The Science of the Total Environment 317 (1-3), 105-119.

Kelly, J. 1992. U.S. Department of the Interior National Park Service, Health Hazard Evaluation Report, Heta 92-045-2260, NIOSH. http://www.cdc.gov/niosh/topics/firefighting.

Koppmann, R., Czapiewski, K.von., and Reid, J.S. 2005. A review of biomass burning emissions, part I: Gaseous emissions of carbon monoxide, methane, volatile organic compounds, and nitrogen containing compounds. Atmos. Chem. Phys. Discuss. 5, 10455-10516.

Krasnov, V.P. 1999. Scientific basis of the use of forest products in terms of radioactive contamination of forests. Doctoral thesis, 39 p. (Ukr.).

Kuriny, V.D., Ivanov, Yu.A., Kashparov, V.A., Loshchilov, N.A., Protsak, V.P., Yudin, E.B., Zhyrba, M.A., and Parshakov, A.E. 1993. Particle-associated Chernobyl fall-out in the local and intermediate zones. Annals of Nuclear Energy 20 (6), 415-420.

Lacaux, J.P., Brustet, J.M., Delmas, R., Menaut, J.C., Abbadie, L., Bonsang, B., Cachier,H., Baudet, J., Andreae, M.O., and Helas, G. 1995. Biomass burning in the tropical savannas of Ivory Coast: An overview of the field experiment fire of savannas (FOS/DECAFE 91). J. Atmos. Chem. 22, 195-216.

Muraleedharan, T.R., Radojevic, M., Waugh, A., and Caruana, A. 2000. Chemical characterisation of the haze in Brunei Darussalam during the 1998 episode. Atmos. Environ. 34, 2725-2731.

Malilay, J. 1998. A review, of factors affecting the human health impacts, of air pollutants from forest fires. In: Goh, K.-T., Schwela, D., Goldammer, J.G., and Simpson, O., eds. Health guidelines for vegetation fire events-background papers, 6–9 October 1998. Lima, Peru, WHO/UNEP/WMO 1999: Health Guidelines for Vegetation Fire Events, Lima, Peru, October 6–9, pp. 255-270.

McDonald, J.D., Zielinska, B., Fujita, E., Sagebiel, J., and Chow, J. 2000. Fine particle and gaseous emission rates from residential wood combustion. Environ. Sci. Technol. 34, 2080-2091.

Miranda, A.I. 2004. An integrated numerical system to estimate air quality effects of forest fires. Int. J. Wildland Fire 13, 217-226.

Muraleedharan, T.R., Radojevic, M., Waugh, A., and Caruana, A. 2000. Chemical characterisation of the haze in Brunei Darussalam during the 1998 episode. Atmos. Environ. 34, 2725-2731.

Paskevich, S.A. 2006. Radiation importance of phytocoenoses meadows and fallow Exclusion Zone to stage a late phase of the accident. Doctoral thesis. Kiev National University, 22 p. (Ukr.).

Perevolotsky, A.N. 2006. Distribution of 137Cs and 90Sr in the forest Biogeocenoses. Gomel: RSRUE "Institute of Radiology", 255 p. (Rus.).

Petrilli, T., Ackerman, M. 2008. Tests of undergarments exposed to fire. Tech Tip 0851–2348–MTDC. Missoula, MT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Missoula Technology and Development Center. 10 p.

Radojevic, M. 2003. Chemistry of forest fires and regional haze with emphasis on Southeast Asia. Pure Appl. Geophys. 160, 157-187.

Reh, C.M., and Deitchman, S.D. 1992. U.S. Department of the Interior National Park Service, Health Hazard Evaluation Report, Heta 88-320-2176, NIOSH. http://www.cdc.gov/niosh/topics/firefighting/

Reinhardt, T.E., and Ottmar, R.D. 2004. Baseline measurements of smoke exposure among wildland fire-fighters. J. Occup. Environ. Hyg. 1, 593-606.

Ruby, B.C., Scholler, D.A., Sharkey, B.J. (and others). 2003. Water turnover and changes in body composition during arduous wildfire suppression. Medicine & Science in Sports & Exercise 35 (10), 1760-1765.

Sharkey, B. 2004. Wildland firefighter health and safety report: No. 8. Tech Rep. 0451–2802–MTDC. Missoula, MT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Missoula Technology and Development Center. 12 p.

Shauer, J.J., Kleeman, M.J., Cass, G., and Simoneit, B.T. 2001. Measurement of emissions from air pollution sources. 3. C1–C29 organic compounds from fireplace combustion of wood. Environ. Sci. Technol. 35, 1716-1728.

Sheglov A.I. 2000. Biogeochemistry of artificial radionuclides in forest ecosystems: materials 10 years of research in the area of influence of the Chernobyl accident. Nauka, 268 p. (Rus.).

Shityuk K.F. 2011. Evaluate forest management in the area of radiation exposure from Chernobyl patterns of behavior of radionuclides in forest ecosystems. Doctoral thesis, NUBiP Ukraine, 24 p. (Ukr.).

Statheropoulos, M., and Karma, S. 2007. Complexity and origin of the smoke components as measured near the flame-front of a real forest fire incident: A case study. J. Anal. Appl. Pyrolysis 78, 430-437.

Steinhauser, G., Brandl, A., and Johnson, T. 2014. Comparison of the Chernobyl and Fukushima nuclear accidents: A review of the environmental impacts. Science of the Total Environment 470-471, 800-817.

Trabalka, J., Eyman, L., and Auerbach, S. 1980. Analysis of the 1957-1958 Soviet nuclear accidents. Science 209 (4454), 345-53.

Ward, D.E., 1999. Smoke from wildland fires. In: Goh, K.-T., Schwela, D., Goldammer, J.G., and Simpson, O., eds. Health guidelines for vegetation fire events-background papers, 6-9 October 1998. Lima, Peru, WHO/UNEP/WMO, pp. 70-85.

Ward, T.J., and Smith, G.C., 2001. Air sampling study of the 2000 Montana Wildfire Season. Paper No 113. In: Proceedings of the Air and Waste Management. Conference, Orlando, Florida, USA.

Yoschenko, V.I., Kashparov, V.A., Levchuk, S.E., Glukhovskiy, A.S., Khomutinin, Yu.V., Protsak, V.P., Lundin, S.M., and Tschiersch, J. 2006. Resuspension and redistribution of radionuclides during grassland and forest fires in the Chernobyl Exclusion Zone: Part II. Modeling the transport process. Journal of Environmental Radioactivity 87 (3), 260-278.
Yoschenko, V.I., Kashparov, V.A., Protsak, V.P., Lundin, S.M., Levchuk, S.E., Kadygrib, A.M., Zvarich, S.I., Khomutinin, Yu.V., Maloshtan, I.M., Lanshin, V.P., Kovtun, M.V., and Tschiersch, J. 2006. Resuspension and redistribution of radionuclides during grassland and forest fires in the Chernobyl Exclusion Zone: Part I. Fire experiments. Journal of Environmental Radioactivity 86 (2), 143-163.

АНЕКС

Илустрации на проблеми со пожари и технологии за управување со пожари на терен контаминиран со радиоактивност, неексплодирани орудија (НЕО) и мини

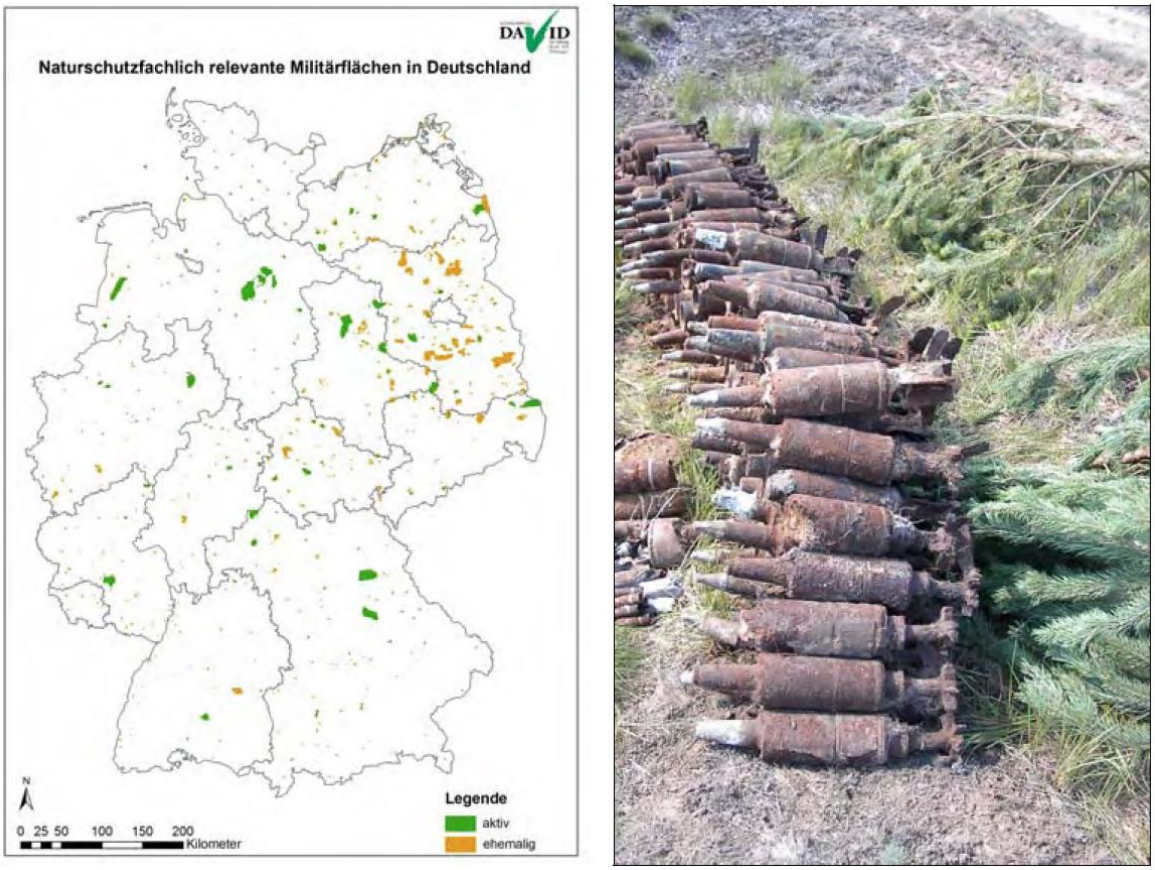
Види ги следниве страници

АНЕКС

Илустрации на Технологиите за проблеми со пожари и управување со пожари на терен контаминиран со радиоактивност, неексплодирани орудија (НЕО) и нагазни мини

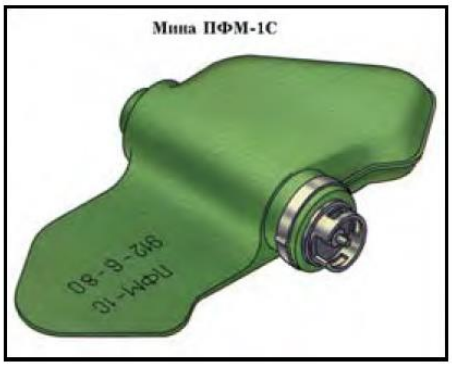
1) Примери на остатоци од експлозиви од војна (ОЕВ)/НЕО и нагазни мини како потенцијална закана за пожарникарите и шумските работници

Слики од 1.1 до 1.3. Знак за предупредување за НЕО во Јужен Кавказ (лево). Неексплодирана граната вкопана во органски слој, едвај видлива (средина). Неексплодирана бомба вкопана во песочна почва, неколку сантиметри под површината - закана за теренските возила (Бранденбург, Германија). Слики: ГЦМП.



Слики од 1.4 до 1.5. Мапи на поранешни и активни воени полигони за обука и стрелање во Германија (Извор: Foundation David) и НЕО чекаат да се отстранат од тимот на EOD (Бранденбург, поранешен воен полигон за обука Jüterbog Ost. Слика: GFMC.

Сликите 1.6 и 1.7. Мапи на контаминација со нагазни мини во Хрватска од вооруженото конфликт во 1990-тите. Извор: Хрватски центар за акција против мините.



Слики 1.8-1.10. Контаминација со нагазни мини во Ерменија. Извор: Министерство за вонредни состојби, Ерменија.

Слики 1.11 и 1.12. Експлозии на НЕО на поранешен советски воен полигон во Бранденбург, Германија. Слики: Државна шумска служба на Бранденбург

Слики од 1.13 до 1.14. Неексплодирани гранати и бомби изложени по пожарот во Бранденбург, Источна Германија (лево и средина) и во Јужен Кавказ (Нагорно Карабах) (десно). Слики: ГЦМП.

2) Примери на општа опрема за лична заштита (ОЛЗ) за безбедно гаснење на вегетациски пожари и специјализирана оклопна ОЛЗ

Слики од 2.1 до 2.3. Заштитни елеци, панталони и лесни пожарникарски шлемови со очила и маска за чад како што се користат во Глобалниот центар за мониторинг на пожари (ГЦМП). Слики: ГЦМП.

Слики од 2.4 до 2.5. Како се употребува ОЛЗ во Глобалниот центар за мониторинг на пожари (ГЦМП) и партнерите во Германија и Бразил. Слики: ГЦМП.

Слики од 2.6 до 2.7. Заштитен балистички елек, шлем со визир за заштита на тимовите за контрола и спасување на терен контаминиран со НЕО и нагазни мини, како што се користат во Глобалниот центар за мониторинг на пожари (ГЦМО). Слики: ГЦМП.

Слики од 2.8 до 2.10. Обука за користење на посипувач на запалива течност за да се запали пропишан пожар заради создавање на црна тампон зона без користење на рачни алатки за копање и стружење, вклучувајќи ризик од нагазување на НЕО, нагазни мини или ослободување на контаминирана прашина. Слики: ГЦМП.

Слики од 2.11 до 2.13. Обука за користење на посипувач на запалива течност со цел да се запали пропишан пожар за да се создаде црна тампон зона или за да се намалат запаливите материјали на површината на шумите со голем ризик од пожар. Станица за истражување на шуми - Бојарка и Регионален центар за мониторинг на пожари во Источна Европа, Киев, Украина. Слики: ГЦМП.

Слики од 2.14 до 2.16. Стандардна противпожарна ситуација со рачни алатки за гаснење на површински пожари со низок до умерен интензитет во Бразил (лево) и Германија (средина и десно). Слики: ГЦМП.

Слики од 2.17 до 2.18. Далечински управувана машина за кастрење плевел дизајнирана да запали индиректен шумски пожар со создавање на огнена линија. Оваа технологија овозможува контролниот персонал да остане надвор од зоната на удар на експлозивната муниција или радиоактивна прашина. Слики: Валфирест.

Слики од 2.19 до 2.21. Употреба на противпожарен тенк со резервоар СПОТ-55, конвертиран Т-55 со 11.000 литри противпожарен спреј (вода, пена) управуван од ДиБуКа, Германија, за безбедно контролирање на пропишани пожари или шумски пожари на терен контаминиран со НЕО и радиоактивност. Слики: ГЦМП.

Слики 2.22 и 2.23. Конвертиран BMP-OT-R5 тенк со резервоар за употреба како оклопен тенк со резервоар за палење оган, опремен со Pyroshot Green Dragon® со уреди за палење на иницран и контролиран пожар. Слики: ГЦМП.

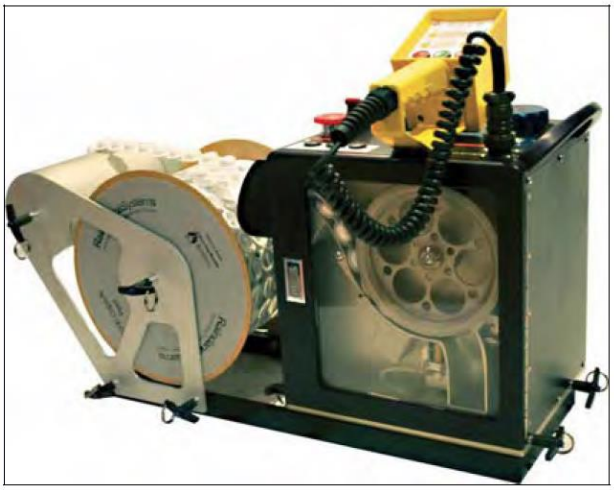
Слики 2.24 и 2.25. Конвертиран BMP-OT-R5 тенк со резервоар за употреба како оклопен тенк за иницирање пожар, дополнително опремен со АТВ посипувач на запалива течност за да се запали иницран и контролиран пожар. Слики: ГЦМП.

Слика 2.26. BMP-OT-R5 тенк со резервоар за палење на иницран и контролиран пожар на терен контаминиран со НЕО. Фото: ГЦМП.

Слики 2.27 и 2.28. Беспилотни воздушни системи (UAV), со фиксни крила и хеликоптерски дронови или привврзани балони, кои се предуслов за управување со инциденти од шумски пожари или контролирани пожари на контаминиран терен во Германија. Преносот во реално време на набљудувањето на пожарот од воздух му овозможува на раководното лице одговорно за инцидентот да ја контролира операцијата од безбедна дистанца и да ги насочи оклопните, теренски возила со или без екипаж до местото на пожар. Слики: ГЦМП.

Слики 2.29 и 2.30. Операции на терен со UAV беспилотни летала: оклопното возило со резервоар за иницирање оган со екипаж (сино) и тенкот со резервоар за гаснење пожар (црвено-бело) се контролираат со дрон. Операции на ГЦМП во Бранденбург, Германија, на поранешни воени полигони за обука и стрелање и борбени театри од Втората светска војна. Слики: ГЦМП.

Слики 2.31 - 2.32. На 6 ноември 2014 година Корпорацијата Lockheed Martin (САД) успешно ги тестираше беспилотните хеликоптери К-МАХ на меѓународниот аеродром Грифис, кревајќи вода во воздух и истурајќи ја врз контролиран оган. Фотографии: Корпорација Локхид Мартин.



Слики 2.33 – 2.34. Воздушно палење на контролирани или пропишани пожари од мали беспилотни хеликоптери или хеликоптери со екипаж кои го користат Raindance® минијатурниот воздушен систем за палење, ќе овозможат безбедни беспилотни операции над опасните контаминирани терени. Слики: Rainbow Services.

Слики 2.35 и 2.36. Шема за палење од воздух. Слики: Working on Fire International.