



Digitally signed by
Library TUM
Reason: I attest to the
accuracy and integrity
of this document

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

Efim OLARU

**FIABILITATEA SISTEMELOR TEHNICE
ȘI RISCUL TEHNOGENIC**

Ciclu de prelegeri

**Chișinău
2013**

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

Facultatea Cadastru, Geodezie și Construcții

Catedra Securitatea Activității Vitale

Efim OLARU

**FIABILITATEA SISTEMELOR TEHNICE
ȘI RISCUL TEHNOGENIC**

Ciclu de prelegeri

**Chișinău
U.T.M.
2013**

Ciclul de prelegeri „**Fiabilitatea sistemelor tehnice și riscul tehnogenic**” este destinat persoanelor care fac studiile de masterat (ciclul II) la specialitatea 582.5 „Inginerie antiincendii și protecție civilă”, precum și studenților de la toate specialitățile ciclului I. Lucrarea urmărește scopul de a facilita însușirea materialului legat de problemele securității și sănătății industriale, inclusiv problemele securității și sănătății în muncă și ale protecției mediului ambiant.

Sunt studiate caracteristicile pericolelor, problemele riscului tehnologiilor, cauzele refuzurilor sistemelor tehnice, metodele inginerice de cercetare a fiabilității sistemelor tehnice și asigurarea securității acestora.

Materialul va fi util profesorilor și studenților, personalului tehnic, altor persoane preocupate de problemele fiabilității (siguranței) și securității sistemelor tehnice.

Autor: conf. univ., dr. Efim Olaru

Recenzent: conf. univ., dr. I. Cobușcean

© U.T.M., 2013

Introducere

Securitatea și stabilitatea dezvoltării societății sunt două noțiuni interconexe care au o importanță determinantă la alegerea reperelor și a căilor pentru atingerea unui nivel înalt, material și spiritual, de viață pentru oameni.

Prin securitate se înțelege starea calitativă a societății și statului la care se asigură protecția fiecărui om ce locuiește pe teritoriul țării, drepturile și libertățile acestuia, precum și siguranța existenței și a dezvoltării țării, protecția bunurilor acesteia, a surselor materiale și spirituale ale vitalității, a regimului constituțional și a suveranității statale, independenței și integrității teritoriale față de vrăjmașii interni și externi.

Dacă de pe pozițiile acestei definiții ne-am referi la problema securității industriale devine evident acel fapt, că aceasta nu se limitează și nu finalizează cu problemele ce poartă doar caracter tehnico-științific – problema are o importanță colosală social-economică în domeniul asigurării securității naționale a statului (țării). Statul nu poate și nu trebuie să suporte anual pagube enorme sub formă de vieți umane, daune considerabile morale, materiale și ecologice. La etapa actuală a sporit considerabil numărul situațiilor excepționale (S.E.) însoțite de victime umane. În mod deosebit acest lucru este caracteristic incidentelor „minore” în activitatea de producție, care nu provoacă, s-ar părea, urmări grave și nu totdeauna atrag atenția cuvenită a opiniei publice și a specialiștilor. Însă care sunt urmările pentru familiile care și-au pierdut întreținătorul? Copiii rămân fără părinți, iar statul – fără cetățeni apti de muncă.

Trebuie menționat că starea nesatisfăcătoare în domeniul securității industriale și a condițiilor de muncă influențează negativ asupra duratei vieții oamenilor și asupra indicelui mortalității atât la noi în țară, cât și în lumea întreagă. În timpul de față cota persoanelor apte de muncă decedate din cauza accidentelor și îmbolnăvirilor profesionale constituie 20-25 % din numărul total al persoanelor decedate. Un număr considerabil de cetățeni devin

invalidi din cauza unor sau altor îmbolnăviri, așa ca: tuberculoza pulmonară, bolile cardiace, boli psihice etc. Conform datelor oficiale jumătate din tinerii care astăzi au împlinit vârsta de 16 ani nu vor ajunge la vârsta de 60 ani. Sistemul imunitar este slăbit, crește numărul bolilor infecțioase, se nasc tot mai mulți copii cu deficiențe. Urmările acestor modificări, chiar dacă se vor adopta cele mai serioase măsuri, se pot resimți într-un timp relativ scurt.

Situația care s-a creat exercită o anumită influență psihologico-morală nu numai asupra lucrătorilor, dar și asupra unui cerc tot mai larg din rândul populației, mai cu seamă în cazul avariilor de proporție însoțite de victime umane.

Creșterea numărului și a gravității urmărilor avariilor și catastrofelor tehnogenice este condiționată nu numai de complexitatea activității de producție, cu utilizarea noilor tehnologii, care necesită concentrații sporite de energie, de substanțe periculoase pentru viața omului și pentru mediul înconjurător, dar și de schimbările structurale majore în economia țării, de nivelul înalt al uzurii fondurilor fixe, scăderea disciplinei tehnologice și de producție și a calificării personalului, amânarea termenelor de reparație și schimbare a utilajului, simplificarea deservirii reglementare.

Asigurarea securității populației și a mediului ambiant nativ prezintă în sine o problemă tehnică complicată, soluționarea căreia este imposibilă fără modernizarea și aprofundarea pregătirii inginerice în domeniul cercetării siguranței (fiabilității), prognozării și asigurării securității sistemelor tehnice. Într-un șir de țări dezvoltate studierea securității sistemelor tehnice ca o activitate independentă a fost pusă în aplicare în anii '60 ai secolului trecut. Centrul atenției s-a deplasat de la analiza comportamentului unor elemente separate, de diverse tipuri (electrice, mecanice, hidraulice), la cauzele și urmările provocate de refuzul (ieșirea din funcție) acestor elemente în sistemul corespunzător. „Arborele defecțiunilor (refuzurilor)”, „Arborele urmărilor”, „Metoda expertizei succesive”, „Evaluări de expertiză” și alte metode de evidențiere a refuzurilor au fost luate spre utilizare de către

specialiștii din diverse ramuri industriale periculoase din domeniile militar și aerocosmic de cercetare. În anii '60 începe publicarea mai accentuată a lucrărilor științifice referitoare la fiabilitatea sistemelor tehnice și prevenirea riscurilor. Spre regret, în fosta Uniune Sovietică asemenea lucrări au fost foarte puține, deoarece la ordinea de zi se afla concepția „securității absolute” a tehnologiilor și a utilajului. Această concepție era fundamentul pe care se bazau toate normativele de securitate. Specificul dezvoltării politice, economice și sociale a fostei U.R.S.S. a condiționat o rămânere în urmă de cel puțin 20 de ani privind cercetările în domeniile securității industriale, securității vitalității, ecologiei. O asemenea atârnare față de problemele securității a reținut formarea la viitorii specialiști a concepțiilor referitor la principiile și metodele de asigurare a securității industriale și ecologice, fapt care a favorizat rămânerea în urmă în toate sferile activității tehnice și instructiv-educativă: proiectare, confecționare, exploatare, supraveghere asupra securității, pregătirea specialiștilor, acțiunilor în S.E. și s-a răsfrânt asupra creșterii numărului și amplitudinii situațiilor extreme și avariilor la întreprinderile industriale sistemele de transport etc. Cerința de „securitate absolută”, adică „risc nul” în final a condus la urmări costisitoare și tragice pentru populația și economia țării.

Specialiștii care exploatează sistemele tehnice și deservesc procesele tehnologice periculoase în industria chimică, sistemele energetice și transportul prin conducte s-au pomenit nepregătiți, în plan metodic, pentru căutarea și analiza refuzurilor critice, care provoacă avarii și catastrofe. Nivelul cunoștințelor în problemele securității vitalității în tehnosferă a rămas în urmă față de nivelul complexității și ritmurile dezvoltării tehnicii, tehnologiilor, sistemelor tehnice.

Iată din ce cauză metodele de cercetare a posibilelor refuzuri trebuie să devină un suport favorabil, esențial pentru specialiștii în domeniul protecției inginerice a mediului înconjurător sau în domeniul securității vitalității, iar căutarea posibilelor refuzuri și analiza urmărilor trebuie să devină o procedură obișnuită și

răspândită la evaluarea întreprinderilor, tehnologiilor și instalațiilor costisitoare și cu risc sporit.

În condițiile actuale, care s-au schimbat radical, atitudinea față de soluționarea problemelor securității industriale, a problemelor ecologice bazate pe concepția „a reacționa și a corecta” trebuie să cedeze locul unei noi atitudini unde domină „se află în capul mesei” principiul „a prevedea și a preîntâmpina”.

Cuprins

Introducere	3
1. Natura și caracteristica pericolelor în tehnosfera	7
1.1. Tehnosfera. Tehnica. Sistemul tehnic. Tehnologia	7
1.2. Definiția pericolului	9
1.3. Axiomele privind pericolul potențial al S.T.	10
1.4. Taxonomia pericolelor	12
1.5. Algoritmii dezvoltării și realizării pericolului	21
1.6. Sursele de pericol	22
1.7. Concepția ergoentropică a pericolelor	23
1.8. Cuantificarea pericolelor	24
1.9. Identificarea pericolelor, cauzele și urmările acestora	24
1.10. Indicii de securitate ai S.T.	26
2. Principiile fundamentale ale teoriei riscului	28
2.1. Noțiunea de risc	28
2.2. Dezvoltarea riscului la obiectivele industriale	37
2.3. Bazele metodologiei analizei și dirijării cu riscul	39
2.4. Modelarea riscului	57
2.5. Principiile creării tehnologiilor informaționale de dirijare a riscului	60
3. Rolul factorilor externi care influențează asupra aparitiei refuzurilor sistemelor tehnice	62
3.1. Noțiuni generale	62
3.2. Clasificarea factorilor de influență exterioară (F.I.E.)	65
3.3. Acțiunea temperaturii	69
3.4. Acțiunea radiației solare	71
3.5. Acțiunea umidității	73
3.6. Acțiunea presiunii atmosferice	74
3.7. Acțiunea vântului și a poleiului	75
3.8. Acțiunea impurităților aerului	76
3.9. Acțiunea factorilor biologici	77

3.10.	Îmbătrânirea materialelor	78
3.11.	Acțiunea factorilor de solicitare	80
4.	Bazele teoriei calculării fiabilității sistemelor tehnice	82
4.1.	Noțiunile principale ale teoriei fiabilității	83
4.2.	Caracteristicile cantitative ale fiabilității	98
5.	Metodica cercetării fiabilității S.T.	114
5.1.	Modul sistemic de analiză a posibilelor refuzuri: noțiunea, destinația, scopul și etapele, ordinea, granițele cercetării	114
5.2.	Identificarea principalelor pericole la fazele inițiale ale proiectării	121
5.3.	Cercetările în perioada dinaintea punerii în funcțiune	122
5.4.	Cercetările sistemelor în funcțiune	123
5.5.	Înregistrarea rezultatelor cercetării	124
5.6.	Conținutul raportului informativ privind securitatea procesului	125
6.	Fiabilitatea sistemelor tehnice	132
6.1.	Aspecte particulare ale fiabilității sistemelor tehnice	132
6.2.	Sistemul tehnic cu montajul elementelor în serie	136
6.3.	Sistemul tehnic cu montajul elementelor în paralel	139
6.4.	Redundanța paralelă	143
6.5.	Sisteme tehnice cu structură mixtă	150
6.6.	Sisteme cu structură reticulată	151
7.	Aprecierea omului ca verigă de siguranță a S.T. complicat	155
7.1.	Cauzele comiterii greșelilor	155
7.2.	Factorii ce influențează perceperea subiectivă a riscului	162
7.3.	Metodologia prognozării greșelilor	165
7.4.	Principiile formării bazelor referitoare la greșelile omului	168

8.	Măsurile, metodele și mijloacele care asigură fiabilitatea și securitatea sistemelor tehnice	171
8.1.	Faza de proiectare a S.T.	171
8.2.	Faza de fabricare a S.T.	172
8.3.	Faza de exploatare a S.T.	173
8.4.	Suportul tehnic și asigurarea	173
8.5.	Mijloacele tehnice care asigură fiabilitatea și securitatea sistemelor tehnice	174
8.6.	Măsurile organizatoric-administrative	179
8.7.	Diagnostica perturbărilor și a situațiilor de avarie în S.T.	182
9.	Sistemele tehnice de securitate	186
9.1.	Destinația și principiul de lucru al sistemelor de securitate	186
9.2.	Structurile model și principiile de funcționare ale sistemelor automate de protecție (S.A.P.)	187
9.3.	Sistemul automat intelectualizat de protecție a obiectivelor și de comandă (dirijare) a nivelului de securitate	192
9.4.	Sisteme tehnice locale model și mijloace de securitate	196
	Glosar	201
	Bibliografie	212

Bibliografie

1. Gabriel Burlacu. Fiabilitatea, mentenabilitatea și disponibilitatea instalațiilor. Aplicații. -București, MATRIX ROM, 2011.
2. Gabriel Burlacu. Ingineria fiabilității și mentenabilității instalațiilor industriale. -București, Editura Paideia, 2010.
3. Diana Robescu, Dan Robescu. Fiabilitatea proceselor și instalațiilor de oxigenare a apelor. -București, Editura BREN, 2002.
4. Акимов В. А., Лапин В. Л., Попоа В. М., Пучков В.А., Томаков В. И., Фалеев М.И. Надежность технических систем и техногенный риск. – М.: ЗАО ФИД „Деловой экспресс”, 2002 – 368 с.
5. Ветошкин А.Г. Надежность технических систем и техногенный риск. Учебное пособие. -Пенза: Изд-во ПГУА и С, 2003.
6. Рыжов Ф. Н., Томаков В. И. Надежность технических систем и управление риском. Учебное пособие / Курский государственный технический университет. – Курск, 2000. – 346 с.
7. Рыжов Ф. И., Томаков В. И. Основы теории расчета надежности технических систем. Учебное пособие / Курский государственный технический университет. – Курск, 1998. – 94 с.