

ДУШАН ПРОРОКОВИЋ
Факултет за дипломатију и
безбедност
Београд

УДК 349.7:351.78
Оригиналан научни рад
Примљен: 03.09.2015
Одобен: 22.09.2015

ИЗАЗОВИ ВЕЗАНИ ЗА ОБРАЗОВАЊЕ ИЗ ОБЛАСТИ НУКЛЕАРНЕ БЕЗБЕДНОСТИ И ПРОГРАМ МЕЂУНАРОДНЕ АГЕНЦИЈЕ ЗА АТОМСКУ ЕНЕРГИЈУ (ИАЕА)

Сажетак: Нуклеарни акциденти су велика претња човечанству, али нуклеарне технологије представљају и реалну алтернативу фосилним горивима. Због тога се наставља са повећавањем нуклеарних капацитета у разним деловима света. Један од проблема који се тиче међународне безбедности, јесте неадекватан систем образовања кадрова у овој области, који не може да одговори изазовима времена у којем живимо. Даљим развојем програма нуклеарне безбедности, оспособљавањем кадрова, смањивањем ризика и повећавањем степена сигурности, ИАЕА може значајно утицати да се неке од постојећих дилема реше и да се добију јаснији одговори на многобројна питања везана за нуклеарне програме и нуклеарну безбедност.

Кључне речи: нуклеарна безбедност, међународна безбедност, међународни односи, нуклеарне технологије, акциденти, ИАЕА

Увод

Паралелно са развојем војног нуклеарног програма, током четрдесетих година XX века јавља се и идеја о могућностима коришћења ове технологије у цивилне сврхе-за производњу електричне енергије. Први нуклеарни реактор под кодним називом ЦП-1 (*Chicago Pile-1*) конструисан је у Чикагу (САД) у децембру 1942. године. Била је то једна од значајнијих активности познатог „Пројекта Менхетн“ (*Manhattan Project*), у оквиру којег су произведене и обе нуклеарне бомбе, потом употребљене за бомбардовање Хирошимае и Нагасакија. Деценију касније, 1951. године, први пут је произведена електрична енергија из нуклеарног реактора, у америчкој експерименталној станици „Арко“ у Ајдаху (*Arco, Idaho*)¹. Ипак, прва нуклеарна електрана за континуалну произ-

¹ Reactors Designed by Argonne National Laboratory: Fast Reactor Technology“, *U.S. Department of Energy*, Argonne National Laboratory. Више на: <http://www.energy.gov> (страница последњи пут посећена 17.03.2015)

Душан Пророковић, Изаови везани за образовање из области нуклеарне безбедности...

водњу електричне енергије није покренута у САД, већ у Совјетском савезу. Била је то електрана „Обнинск“ у Калушкој области (*Калужская област*), пуштена у рад 1954. године, са, по данашњим мерилима посматрано, скромним капацитетом од свега 5 MW². Од тада, па све до краја осамдесетих година XX века, долази до изградње великог броја нуклеарних електрана широм света. Ову експанзију су пратиле сталне расправе и дилеме да ли подстицати развој нуклеарне технологије или не?³ Заговорници већег коришћења нуклеарне енергије су бранили своју позицију тиме што су, са једне стране, резерве фосилних горива као најзначајнијег енергента- ограничене, док је, са друге стране, претерана експлоатација и употреба фосилних горива и њихових деривата стварала огромне еколошке проблеме. Противници су упозоравали на небезбедност ове технологије, која је потицала од немогућности људског фактора да увек и у потпуности контролише ланчане нуклеарно-физичке процесе.

Како се касније испоставило, противници су имали право, јер су нуклеарни акциденти изазвали катастрофе континенталних размера. Међутим, са изградњом нуклеарних електрана и пуштањем у рад нових нуклеарних ректора се није стало. Демографски раст и све већа потреба за електричном енергијом великог броја земаља у развоју, утицали су на то да се стално размишља о изградњи нових нуклеарних капацитета.

	<i>држава</i>	<i>Капацитет (MW)</i>	<i>% у укупној производњи ел. ен.</i>
1	САД	102,136	19,0
2	Француска	63,130	74,85
3	Јапан	44,215	18,1
4	Русија	23,643	17,8
5	Јужна Кореја	20,739	30,4
6	Канада	14,135	15,3
7	Украјина	13,107	46,2
8	Кина	12,086	2,0
9	Немачка	12,068	16,1
10	Велика Британија	9,938	18,1
11	Шведска	9,395	38,1
12	Шпанија	7,560	20,5
13	Белгија	5,927	51,0
14	Тајван	5,028	18,4
15	Индија	4,780	3,6
16	Чешка	3,804	35,3
17	Швајцарска	3,278	35,3
18	Финска	2,752	32,6
19	Бугарска	1,906	31,6
20	Мађарска	1,889	45,9

² „Nuclear Power in Russia“, *World Nuclear Association*. Доступно на: <http://www.world-nuclear.org> (страница последњи пут посећена 15.12.2014)

³ „Renewable Energy and Electricity“, *World Nuclear Association*. Доступно на: <http://www.world-nuclear.org>

21	Бразил	1,884	3,1
22	Јужна Африка	1,860	5,1
23	Словачка	1,816	53,8
24	Мексико	1,530	4,7
25	Румунија	1,300	19,4
26	Аргентина	935	4,7
27	Иран	915	0,6
28	Пакистан	725	5,3
29	Словенија	688	36,0
30	Холандија	482	4,4
31	Јерменија	375	26,6

Табела бр. 1: *Производња нуклеарне енергије по државама (у MW)*⁴

Тренутно, нуклеарне електране постоје у 31 земљи на свету. Највећи број реактора је у САД, а затим у Француској, Јапану, Русији и Јужној Кореји. Током хладноратовског периода, а покушавајући да чланице Источног блока учини економски независним од богатијих западних суседа (историјски посматрано традиционалних трговинских партнера) и енергетски самосталним, Совјетски савез је помогао изградњу нуклеарних капацитета у Чехословачкој, Бугарској, Мађарској и Југославији (пре свега трансфером технологија и знања). Распадом совјетске, чешко-словачке и јужнословенске државе „нуклеарне земље“ су постале Русија, Украјина, Јерменија, Чешка, Словачка и Словенија. Совјетски савез, односно од почетка деведесетих година XX века Русија (*ОАО Атомэнергпроом*), продају опрему и знање у овој области низу држава-Ирану, Кини, Индији, Бразилу и тд.

У државама Западног блока самосталне нуклеарне програме развијале су паралелно САД (*General Electric, Westinghouse* и тд.) и Француска (*Électricité de France-EDF*), које се појављују и као највећи „извозници“ нуклеарне технологије, најпре у западноевропске земље, Јапан и Јужну Кореју, а затим широм света.

Самосталан нуклеарни програм током времена, а користећи се америчко-француским искуствима, развијају немачке (*E.ON, Vattenfall, RWE*) и јапанске енергетске корпорације (*Hitachi, Mitsubishi, JNFL, TEPCO*), које врло брзо постају важне учеснице на тржишту нуклеарних технологија. САД и Јапан су 2007. године потписале Заједнички акциони план за нуклеарну енергију (*United States-Japan Joint Nuclear Energy Action Plan*), којим предвиђају координацију активности у области истраживања и развоја нуклеарних технологија⁵. Циљ удруживања је да се повећа конкурентност проивођача из обе земље на пословима конструкције и/или производње нуклеарних реактора, нуклеарног горива, компјутерских симулација, обезбеђивања и физичке заштите, да се развије програм такозваних „малих реактора“ и успешан програм управљања нуклеарним отпадом.

⁴ Према: „Operational Long Term Shutdown Reactors“, *IAEA*. Доступно на: <http://www.iaea.org> (страница последњи пут посећена 19.03.2015)

⁵ US Department of Energy: <http://www.energy.gov/media/USJapanFactSheet.pdf> (страница последњи пут посећена 17.03.2015)

	<i>Нуклеарна електрана</i>	<i>Оригиналан назив</i>	<i>Држава</i>	<i>Капацитет</i>
1	Кашивазаки-Карива	<i>Kashiwazaki-Kariwa</i>	Јапан	8,212 MW
2	Брус	<i>Bruce</i>	Канада	6,300 MW
3	Ханул	<i>Hanul</i>	Јужна Кореја	5,906 MW
4	Ханбит	<i>Hanbit</i>	Јужна Кореја	5,904 MW
5	Запорожка	<i>Запорізька</i>	Украјина	5,700 MW
6	Гравелин	<i>Gravelines</i>	Француска	5,460 MW
7	Палјуел	<i>Paluel</i>	Француска	5,320 MW
8	Катен	<i>Cattenom</i>	Француска	2,200 MW
9	Ој	<i>Ōi</i>	Јапан	4,494 MW
10	Фукушима	<i>Fukushima Daini</i>	Јапан	4,268 MW

Табела бр. 2: Десет највећих нуклеарних електрана на свету⁶

Примећује се, међутим, да је и поред великог броја нуклеарних реактора, удео нуклеарне енергије у укупно произведеној електричној енергији у низу земаља на релативно малом или незадовољавајућем нивоу. У САД, Јапану, Канади, Немачкој и Русији, које су међу десет највећих произвођача, нуклеарна енергија учествује са испод 20 посто, док је у Кини то свега 2 посто (мада је очигледно стратешко опредељење Кине да се овај удео повећа у наредним деценијама, између осталог и због чињенице да Кина исцрпљује своја налазишта мрког угља и лигнита који су до сада користили за производњу електричне енергије у термоелектранама).

	<i>држава</i>	<i>Број постојећих ректора</i>	<i>Број реактора у изградњи</i>
1	САД	104	5
2	Француска	58	1
3	Јапан	50	2
4	Русија	33	10
5	Јужна Кореја	23	4
6	Канада	19	0
7	Украјина	15	2
8	Кина	17	32
9	Немачка	9	0
10	Велика Британија	16	0
11	Шведска	10	0
12	Шпанија	7	0
13	Белгија	7	0
14	Тајван	6	2
15	Индија	20	7
16	Чешка	6	0
17	Швајцарска	5	0
18	Финска	4	1
19	Бугарска	2	2
20	Мађарска	4	0

⁶ Према: <http://www.industcards.com/top-100-pt-1.htm>
(страница последњи пут посећена 19.03.2015)

21	Бразил	2	1
22	Јужна Африка	2	0
23	Словачка	4	2
24	Мексико	2	0
25	Румунија	2	0
26	Аргентина	2	1
27	Иран	1	0
28	Пакистан	3	2
29	Словенија	1	0
30	Холандија	1	0
31	Јерменија	1	0
32	Белорусија	0	2

Табела бр. 3: Број нуклеарних реактора по државама (активних и у изградњи)⁷

Убедљиво највећи удео нуклеарна технологија има у у производњи електричне енергије у Француској где чини три четвртине производње, а такође и у Белгији (51,0), Словачкој (53,8), Украјини (46,2), Мађарској (45,9), Шведској (38,1), Швајцарској (35,3), Словенији (36,0), Финској (32,6), Бугарској (31,6), Чешкој (35,3) и Јужној Кореји (30,4). Уочљиво је да земље са највећим економским и демографским растом, Кина (2 посто), Индија (3,6), Бразил (3,1), Аргентина (4,7) и Јужноафричка република (5,1) имају мали удео нуклеарне енергије у укупној производњи електричне енергије. У ову групу земаља могу се сврстати и Иран и Пакистан, мада због својих проблема, и поред несумњивих потенцијала, не бележе високе стопе економског раста у последњој деценији (Иран дуго година изложен санкцијама међународне заједнице, а Пакистан дестабилизован дугим ратовима, тероризмом и оружаним сукобима различитог интензитета на граници ка Авганистану). Уједно, ово су и земље које највише рачунају на повећавање капацитета и развој нуклеарних технологија. Економски узлет и све већи број становника са једне и исцрпљивање необновљивих енергетских ресурса са друге стране, једноставно „усмеравају“ власти побројаних земаља ка развоју нуклеарних технологија. Без обзира на све ризике и релативно високе почетне инвестиције, ово је за њих најстабилнији извор енергије за привреду и грађане.

Због овога, без обзира на то што је у наредним годинама најављено затварање више од сто мањих дотрајалих нуклеарних реактора, ипак треба очекивати да се удео нуклеарне енергије у укупно произведеној енергији повећа у Кини, Русији, Јужној Кореји, Индији и САД⁸. То су најзначајније земље које интензивно раде на изградњи нових нуклеарних реактора (само је у Кини у току изградња 32 нова реактора)⁹. Поред њих, изградњу нових нуклеарних капацитета реализују Француска, Јапан, Украјина, Тајван, Финска, Бразил,

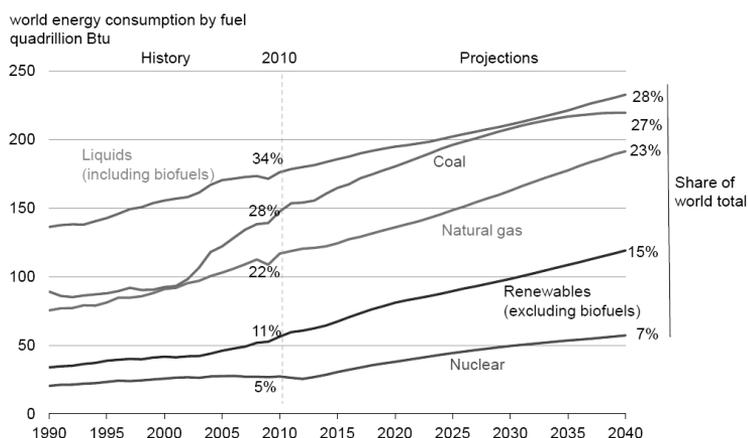
⁷ Према: „Operational Long Term Shutdown Reactors“, *IAEA*. Доступно на: <http://www.iaea.org> (страница последњи пут посећена 19.03.2015)

⁸ „Nuclear power: When the steam clears“, *The Economist*. March 24, 2011. Доступно на: <http://www.economist.com/node/18441163> (страница последњи пут посећена 17.10.2014)

⁹ Mark Diesendorf, „Book review: Contesting the future of nuclear power: A critical global assessment of atomic energy“, *Energy Policy*, vol. 56, 2013, стр. 738 – 739.

Словачка, Аргентина, Бугарска и Белорусија као нова чланица „ексклузивног клуба“ нуклеарних држава. Изградњу нових реактора већ дуже време најављује и Иран, а кораке у овом смеру предузимају Турска, Уједињени арапски емирати, Јордан и Вијетнам¹⁰. Заинтересованост за стицање статуса „нуклеарне земље“ показују још и Пољска, Литванија, Египат, Индонезија, Казахстан, Тајланд, Чиле, Малезија, Мароко, Нигерија и Саудијска Арабија¹¹. Отуда и процене да ће се до 2040. године удео енергије из нуклеарних реактора у укупно произведеној енергији повећати са садашњих 5, на око 7 посто.

С обзиром на све већу заинтересованост низа политички утицајних држава (чланице Г-20, БРИКС, ОИК и тд.) и њихових растућих националних економија за развојем нуклеарних технологија, за период од 2001. године користи се појам „нуклеарна ренесанса“ (*nuclear renaissance*). Узроци „нуклеарне ренесансе“ се налазе у већ поменутих разлозима: исцрпљивању резерви фосилних горива услед чега њихова цена континуално расте (цена нафте је у последњих две деценије порасла шест пута), експоненцијалном порасту становништва на земљи (демографска експлозија), потребама за стабилним енергетским изворима привредних система земаља у развоју¹². Као разлог за већу употребу нуклеарних потенцијала још се наводи и потреба смањивања испуштања у атмосферу гасова који производе ефекат стаклене баште¹³. Међу највећим загађивачима су, поред аутомобила, још и термоелектране и разни индустријски капацитети који користе фосилна горива за погонску енергију.



Илустрација бр. 1: Потрошња ел. енергије у свету по врстама (1990-2040)¹⁴

¹⁰ Emerging Nuclear Energy Countries“, *World Nuclear Association*. Доступно на: <http://www.world-nuclear.org> (страница последњи пут посећена 27.10.2014)

¹¹ Mycle Schneider, Antony Froggatt, Steve Thomas, *Nuclear Power in a Post-Fukushima World*, Worldwatch Institute, Washington (DC), 2011, стр. 17-22.

¹² „The Nuclear Renaissance“, *World Nuclear Association*. Доступно на: <http://www.world-nuclear.org> (страница последњи пут посећена 15.12.2014)

¹³ Trevor Findlay, *The Future of Nuclear Energy to 2030 and its Implications for Safety, Security and Nonproliferation*, The Centre for International Governance Inovation, Ottawa, 2010, стр. 7-32.

¹⁴ *World energy consumption outlook from the International Energy Outlook*, Published by the U.S. DOE Energy Information Administration, Washington DC, 2013.

У периоду „нуклеарне ренесансе“ је публикован велики број радова који указују на то како је и поред свих ризика, нуклеарна енергија на дуги рок најисплативија, али и најмање штетна, због тога што је њен утицај на климатске промене (према мишљењу низа теоретичара најзначајнија претња за човечанство данас) релативно мали¹⁵. И поред свих ових радова и образложених ставова о користима и погодностима коришћења нуклеарне енергије, расположење становништва према питању изградње нових нуклеарних капацитета у низу држава је врло неповољно. Јер, проблеми се јављају у све већем броју нуклеарних акцидената, као и све већом количином нуклеарног отпада који се не може уништити, рециклирати или разложити, па због тога представља трајну претњу по људе и животну средину¹⁶.

После несреће у јапанској нуклеарној електрани „Фукушима“ 2011. године, власти већег броја земаља су, под притиском јавног мњења, доносиле или потврђивале одлуке о забрани градње нуклеарних електрана на њиховим територијама (између осталих и у Аустралији, Аустрији, Данској, Ирској, Грчкој, Новом Зеланду, Норвешкој, Португалу, Малти, Луксембургу, Лихтенштајну и тд.)¹⁷. Немачка и Швајцарска су донеле одлуке о постепеном гашењу постојећих реактора и преласку на алтернативне енергетске ресурсе¹⁸. Немачка ће одустати од нуклеарних енергетских извора до 2022, а Швајцарска до 2034. године¹⁹. Због свега наведеног, може се закључити и како је 2011. година означила крај „нуклеарне ренесансе“. Или је можда тачније рећи крај „Прве нуклеарне ренесансе“. Јер, са друге стране, процес изградње нових нуклеарних реактора се наставља широм света, без обзира на инциденте и безбедносне претње.

Нуклеарни акциденти

Број нуклеарних инцидената и акцидената је од 1954. године и пуштања у рад првог реактора био велики. Само у Француској, европској земљи са највећим бројем реактора, од октобра 1969. до априла 2012. године десило се дванаест инцидената. Највећу материјалну штету, која је на крају премашила 100 милиона евра, направило је отказивање сигурносних вентила 21. јануара 2002. у систему нуклеарне електране у Маншу (*Manche*)²⁰. Поледњи квар се догодио

¹⁵ M. V. Ramana, „Nuclear Power: Economic, Safety, Health, and Environmental Issues of Near-Term Technologies”, *Annual Review of Environment and Resources*, 34, стр. 144-145.

¹⁶ Allison Macfarlane, „Obstacles to Nuclear Power”, *Bulletin of the Atomic Scientists*, 63 (3), May 2007, стр. 24–25.

¹⁷ „Nuclear power: When the steam clears“, *The Economist*. March 24, 2011. Доступно на: <http://www.economist.com/node/18441163> (страница последњи пут посећена 17.10.2014)

¹⁸ Helen Pidd, „Germany to shut all nuclear reactors“, *The Guardian*, 30 May 2011. Доступно на: <http://www.theguardian.com/uk> (страница последњи пут посећена 17.10.2014)

¹⁹ Swiss to phase out nuclear power by 2034“, *Swissinfo*, 25.05.2011. Доступно на: http://www.swissinfo.ch/eng/politics/internal_affairs/Swiss_to_phase_out_nuclear_power_by_2034.html?cid=30315730 (страница последњи пут посећена 24.10.2014)

²⁰ Према: <http://nuclearfreeva.blogspot.com/2011/11/nuclear-power-accidents-in-france.html> (страница последњи пут посећена 22.11.2014)

5. априла 2012. године, када је дошло до пожара на једној од примарних пумпи реактора електране у Пенлију (*Penly*), што је довело до, како у званичним верзијама о овом догађају пише, „радиоактивног цурења“ унутар пумпе²¹. Током протеклих деценија чести су били инциденти и у Јапану, Канади, САД и Индији. О размерама и свим последицама појединих инцидената, као што је био случај у словачкој електрани у Јасловским Бохуњицама (*Jaslovské Bohunice*) 1977. године, када је дошло до цурења горива током његове замене у реактору, сазнало се тек после неколико година, пошто су информације о оваквим догађајима у једнопартијском систему биле строго контролисане^{22 23}.

Проблем, у већини случајева, представља то што шира јавност никада не верује у умирујућа саопштења надлежних државних органа и представника енергетских корпорација. Поред тога, после сваког од инцидената бурно реагују представници многобројних невладиних организација које се баве питањима заштите животне средине, што подређује сумње и изазива неповерење. Треба имати у виду да у свету функционише јак и добро организован „нуклеарни лоби“, којем није у интересу да се о нуклеарним инцидентима и акцидентима често и дуго говори²⁴. Као што се види из представљених података, нуклеарне електране производе 5 посто укупне енергије на свету, са тенденцијом даљег раста учешћа, па се инвестиције, трошкови текућег одржавања и развоја у овом сектору, мере стотинама милијарди долара на годишњем нивоу.

Ипак, велике акциденте и њихове штетне последице није било могуће нити сакрити, нити прећутати. Међународна агенција за атомску енергију (у даљем тексту ће за ову организацију бити коришћена скраћеница ИАЕА, која долази из енглеског језика и представља акроним од: *International Agency for Atomic Energy*) категоризује акциденте према јачини на скали нуклеарних догађаја која се обележава са ИНЕС (*INES-International Nuclear Event Scale*) од ИНЕС-0 до ИНЕС-7²⁵. Четири акцидента су до сада означени са ИНЕС-5, један са ИНЕС-6 и два су сврстана у категорију ИНЕС-7²⁶.

²¹ Према: *Energy News*: <http://enenews.com/afp-fires-radioactive-leak-at-french-nuclear-plant-level-1-on-ines-scale-small-pools-of-burning-oil-teams-working-to-lower-pressure> (страница последњи пут посећена 22.11.2014)

²² О инциденту више у чланку: Jozef Kuruc, Lubomír Mátel, „30th and 29 th Anniversary of Reactor Accident in A-1 NPP Jaslovske Bohunice“, *Sborník rozšířených abstraktů*, XXVIII, Dny radiální ochrany, November 20-24, 2006, Luchačovice, Czech Republic., стр. 159-162. Такође и у чланку истих аутора: „Thirtieth Anniversary of Reactor Accident in A-1 Nuclear Power Plant Jaslovske Bohunice“. *INIS Collection Search*, IAEA, 2007, стр. 1-23.

²³ Што се Балкана тиче, последњи овакав случај се догодио 5. маја 2008. године. Тог дана је у словеначкој нуклеарки „Кршко“, у вечерњим сатима, активиран сигурносни аларм за узбуњивање свих чланица ЕУ, тзв. *ECURIE*. Касније је јавност обавештена како се радило о лажној узбуни, те да је до активирање алармног система дошло „само услед истицања раскладне течности у реактору“, што није могло узроковати било какве озбиљније последице. Према:

<http://www.dw.de/ecurie-sustav-polo%C5%BEio-prvi-ispit/a-3390632>

(страница последњи пут посећена 23.11.2014)

²⁴ Brian Wheeler, „Labour and the nuclear lobby“, *BBC*, 23 May 2007. Доступно на:

http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/politics/5149676.stm

(страница последњи пут посећена 22.11.2014)

²⁵ Према овој категоризацији ИНЕС-0 је одступање које нема утицаја на нуклеарну безбедност, ИНЕС-1 аномалија, ИНЕС-2 инцидент, ИНЕС-3 озбиљан инцидент, ИНЕС-4 несрећа са локал-

У категорију ИНЕС-5 сврстани су акциденти у британском Виндскејлу (*Windscale*), на Острву три миље у САД, већ поменути несрећа у словачким Јасловским Бохуњицама и у бразилској Гојанији. Два од ових акцидента немају везе са нуклеарним електранама²⁷. До несреће у нуклеарној електрани на Острву три миље (*The Three Mile Island*) у Пенсилванији дошло је 28. марта 1979. године. Због механичког квара и лоших процена запослених о томе шта се заправо дешавало са реактором, после два сата ванредних догађаја почело је топљење реактора²⁸. Услед испаравања велике количине воде која је требала да хлади реактор, уследило је откривање горивних шипки. Без довољног хлађења, при високој температури од око 1000 степени целзијуса, почело је топљење горивних шипки. Убрзо је измерена повишена радиоактивност у примарном прстену, а затим и у подручју око електране²⁹. Званичници су убеђивали јавност да неће бити већих последица по становништво и животну средину, међутим низ истраживања у другој половини осамдесетих година је указао на повећан број оболелих од различитих врста канцера у широј околини Острва три миље^{30,31}.

ним последицама, ИНЕС-5 несрећа са ширим последицама, ИНЕС-6 озбиљна несрећа, а ИНЕС-7 катастрофа.

²⁶ У категорију ИНЕС-5 сврстани су акциденти у британском Виндскејлу (*Windscale*), на Острву три миље у САД, већ поменути несрећа у словачким Јасловским Бохуњицама и у бразилској Гојанији. Два од ових акцидента немају везе са нуклеарним електранама. Пожар у нуклеарном реактору у британском Виндскејлу избио је 10. октобра 1957. године. За разлику од осталих наведених случајева, реактор у Виндскејлу је служио за војне намене, а циљ његовог пуштања у рад био је повезан са конструкцијом атомске бомбе. Надлежне службе нису успеле да реагују на време па је пожар беснео пуна три дана, а ветар је радиоактивне честице разносио широм британског острва и преко Ла Манша у континентални део Европе. У бразилском граду Гојанија (*Goiania*) је у септембру 1987. године забележен случај, који су представници ИАЕА означили као „најгору радиолошку несрећу у историји“.

²⁷ When Windscale Burned“, *Nuclear Engineering International*, 14 September 2007, Viewpoint. Доступно на: <http://www.neimagazine.com/features/featurewhen-windscale-burned/> (страница последњи пут посећена 14.12.2014); Rebecca Morelle, „Windscale fallout underestimated“, BBC, 6 October 2007. Доступно на: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/7030536.stm> (страница последњи пут посећена 23.11.2014)

²⁸ 14-Year Cleanup at Three Mile Island Concludes“, *New York Times*, August 15, 1993. Доступно на: <http://www.nytimes.com/1993/08/15/us/14-year-cleanup-at-three-mile-island-concludes.html> (страница последњи пут посећена 14.12.2014)

²⁹ Daniel Ford, *Three Mile Island: Thirty Minutes to Meltdown*, Penguin, New York, 1992.

³⁰ Maureen Hatch, Sylvan Wallenstein, Jan Beyea, Jeri Nieves, Mervyn Susser, „Cancer rates after the Three Mile Island nuclear accident and proximity of residence to the plant“, *American Journal of Public Health*, 81 (6), June 1991, стр. 719–724; Roger Levin, „Incidence of thyroid cancer in residents surrounding the three mile island nuclear facility“, *Laryngoscope*, 118 (4), 2008, стр. 618-628 ; David Fischer, *History of the International Atomic Energy Agency: the first forty years*, IAEA, Vienna, 1997, стр. 4-7.

³¹ Занимљивост из истраживања рађених 1995. године, а која су се тичала броја оболелих од рака тироидне жлезде, је у томе да раст броја оболелих није забележен у округу у којем је нуклеарна електрана лоцирана (*Dauphin County*), али јесте у суседним окрузима Јорк (*York County*) и Ланкастер (*Lancaster County*). Остаје питање да ли је то због атмосферских прилика или су мере деконтаминације предузимане само у подручју непосредно око електране, или је нешто треће у питању? Чишћење електране, током којег је уклоњено близу 100 тона радиоактивног горива, трајало је чак до 1993. године. После акцидента на Острву три миље забележен је велики пад

Са ИНЕС-6 означена је „Киштимска хаварија“ (*Кыштымская авария*), акцидент из руског града Језерска (*Озёрск*) 1957³². Септембра те године је у постројењу за прераду нуклеарног горива у Језерску дошло до проблема у раду система за хлађење у једном од резервоара који је садржао око 80 тона течног радиоактивног отпада. Надлежне стручне службе нису ни приметиле овај квар, па нису ни могле да реагују на време. Температура течног радиоактивног отпада је почела да расте што је довело до испаравања и хемијске експлозије исушеног отпада 29. септембра 1957. У наредних десетак сати радиоактивни облак се кретао ка североистоку, протегнувши се 300 до 350 километара од места експлозије. Честице из облака су довеле до дугорочне контаминације области веће од 800 km², коју су потом комунистичке власти затвориле и прогласиле Источноуралски природни резерват. У стручној штампи ова област је названа „источноуралска радиоактивна стаза“ (*Восточно-Уральский радиоактивный след*). Совјетске власти нису реаговале адекватно, могуће је и због тога што у првом тренутку нису биле свесне размера катастрофе, а могуће је и због тога што су желеле да заташкају овај случај. Међутим, оно што се десило, није се могло сакрити. Евакуација више од 10.000 становника овог подручја је почела тек после седам дана, када је степен контаминаности био висок, а појединци почели да побољевају од разних, до тада невиђених болести (брзо опадање косе, инфекције коже, нагла слабост и умор и тд.)³³. Сви параметри који се тичу контаминаности подручја „источноуралске радиоактивне стазе“ су и даље били врло високи пола века после акцидента, показала су истраживања Албрехта Келерера (*Albrecht Kellerer*) са почетка двехиљадитих³⁴.

Два највећа нуклеарна акцидента у историји (означена као ИНЕС-7) догодила су се у украјинском Чернобиљу (тадашњи Совјетски савез) и јапанској Фукушими. Акцидент у Чернобиљу (*Чернобыль*) 26. априла 1986. остао је познат и као „Чернобиљска катастрофа“ (*Чернобыльская катастрофа*). До несреће је дошло током експеримента на реактору, када су стручњаци желели да испитају случај колико би времена требало електричном генератору да почне са радом када би дошло до прекида спољашњег напајања електричном енергијом. Овакви експерименти су и раније рађени, а њихова функција је била повећавање нивоа безбедности и тражење решења за случај ванредних ситуација. Међутим, већ на почетку експеримента 26. априла 1986. ствари су изамкле контроли и после свега десет секунди присутни истраживачи више нису могли да утичу на развој догађаја. По искључивању спољашњег напајања енергијом, у реактору је дошло до наглог опадања нивоа воде за хлађење, с обзиром да су пумпе брзо успоравале рад заједно са угашеним генератором који је обез-

подршке јавног мњења изградњи нових нуклеарних капацитета у САД. До 1979. године била је планирана изградња још 129 електрана, а после акцидента су реализована свега 53 пројекта.

³² Пошто је град Језерск био један од „забрањених градова“ у Совјетском савезу, који чак нису били убележени ни на географским картама (у службеним документима је навођен као Чељабинск-40), акцидент је назван „Киштимска хаварија“ по граду Киштиму, најближем „незабрањеном граду“ у тој области.

³³ Према: Zhores Medvedev, *Nuclear disaster in the Urals*, Vintage Books, New York, 1980.

³⁴ Albrecht Kellerer, „The Southern Ural Radiation Studies“, *Radiation and Environmental Biophysics*, Vol. 41, Issue 4, December 2002, стр. 307-316.

беђивао енергију за њих. Услед тога долази до повећања температуре воде на улазу у реактор, што је уједно повећавало његову снагу до неконтролисаног нивоа. Оператери су покушали да прекину рад преко система за аутоматско гашења реактора, али како су параметри у реактору били невероватно високи, овај систем није био у могућности да заустави рад. Нагли пораст притиска и парна експлозија која је уследила разнели су цео блок нуклеарне електране, иако се изнад горивних елемената налазио поклопац тежак 2.000 тона, а око њих дебео зид од армираног бетона³⁵.

Радиоактивне честице су почеле слободно да се шире ваздухом, контаминирајући најпре шире подручје око града Припјат у североисточној Украјини. Да ствар буде гора, совјетско комунистичко руководство је оклевало два дана да обавести међународну заједницу о овом акциденту и могућим последицама, па је до узбуне на целом континенту дошло тек пошто су почеле да се бележе повишене стопе радијације у Шведској, Финској и Норвешкој. Становништво из Припјата и околине је брзо евакуисано, али су последице остале³⁶. Према истраживању Међународног савета за бригу о здрављу људи изложених радијацији из Хирошиме (*HICARE-Hiroshima International Council for Health Care of the Radiation-exposed*) веће су последице Чернобилске катастрофе од бомбардовања нуклеарном бомбом Хирошиме и Нагасакија на крају Другог светског рата³⁷.

Последњи велики нуклеарни акцидент означен са ИНЕС-7, догодио се у јапанској нуклеарки Фукушима (*Fukushima Daiichi*) 11. марта 2011. године недалеко од града Окума. До проблема у раду нуклеарне електране Фукушима долази после разорног земљотреса, јачине 9 степени по Рихтеровој скали. У тренутку земљотреса три реактора су била ван функције, на њима су рађени послови редовног текућег одржавања, док су се преостала три реактора аутоматски искључила. Међутим, земљотрес је узроковао појаву великог таласациунамија, који је поплавио све реакторе у електрани. Агрегати, који су покретали пумпе за хлађење реактора су услед поплаве остали без довода електричне енергије, па је током неколико наредних дана дошло до делимичног топљења језгра сва три реактора која су била у функцији, а услед експлозије водоника уништен је кров изнад четвртог реактора који није био оперативан. Драма у Фукушими је трајала целих пет недеља, а радиоактивне честице су доспеле до Русије на северу и САД на истоку. Посебан проблем представља контаминираност морског дна и последице које ће услед тога настати у будућности. Процене су да ће бити потребно више деценија да се изврши комплетна деконтаминација³⁸.

³⁵ Борис Горбачёв, „Чернобыльская авария“. Доступно на: <http://n-t.ru/tp/ie/ca.htm> (страница последњи пут посећена 14.12.2014)

³⁶ Више на: <http://pripyat.com/about.html> (страница последњи пут посећена 05.02.2015)

³⁷ Према: „Comparison of Damage Hiroshima/Nagasaki, Chernobyl and Semipalatinsk“, *Hiroshima International Council for Health Care of the Radiation-exposed*. Доступно на: <http://www.hicare.jp/en> (страница последњи пут посећена 09.12.2014)

³⁸ Sachie Mizohata, „Amartya Sen's Capability Approach, Democratic Governance and Japan's Fukushima Disaster“, *The Asia-Pacific Journal*, Vol 9, Issue 46/ No 2, November 2011. Доступно на: <http://www.japanfocus.org/-Sachie-MIZOHATA/3648> (страница последњи пут посећена 11.12.2014)

Тек после овог акцидента на видело је изашло неколико непријатних истина о јапанским нуклеаркама. Наиме, током инспекција надлежних служби често су пронађене разне неправилности у раду, али се о томе није јавно говорило, нити су предузимане неопходне мере да се недостаци отклоне. Само је у Фукушими долазило до извесних проблема у три наврата-1967, 1976. и 1991. године. Иако се у свету Јапан антиципира као једна од најуређенијих држава, реч која је најчешће повезивана са питањем нуклеарне безбедности после сазнавања свих ових података била је-корупција! Велики проблем су представљале и локације на којима се нуклеарне електране граде³⁹.

Према подацима које је представио интернет портал Викиликс (*Wikileaks*), званичници ИАЕА су више пута изражавали своју забринутост због тога што се реактори налазе у подручјима изражене сеизмичке активности и упозоравали да може доћи до несрећа у случају земљотреса и цунами таласа, али су се надлежни у Јапану оглушили на сва та упозорења⁴⁰.



Мапа бр. 1: Локације нуклеарних реактора у Јапану⁴¹

³⁹ „IAEA warned Japan over nuclear quake risk: Wikileaks“. Доступно на: <http://wikilinksnews.com/wikileaks-news/iaea-warned-japan-over-nuclear-quake-risk-wikileaks-channel-news-asia/> (страница последњи пут посећена 14.12.2014)

⁴⁰ „Tepco did not act on tsunami risk projected for nuclear plant“, 13 February 2012. Доступно на: <http://jagadees.wordpress.com/2012/02/13/tepco-did-not-act-on-tsunami-risk-projected-for-nuclear-plant/> (страница последњи пут посећена 15.12.2014)

⁴¹ Мапа преузета из чланка: **Sachie Mizohata**, *наведено дело*.

Погледом на локације осталих нуклеарних реактора у Јапану, лако се може закључити да су скоро сви у приобалном појасу, што их излаже истим ризицима којима је била изложена и Фукушима. То је и један од разлога због којих је свега неколико недеља после инцидента у Фукушими петицију којом се тражи затварање нуклеарних електрана на острву потписало више од 10 милиона Јапанаца⁴². Према првим истраживањима, радијација која је испуштена за време несреће у Фукушими износи између 10-30% радијације из Чернобиља⁴³. Ипак, с обзиром на то да Јапан има велику густину насељености и да се нуклеарна електрана налази на обали океана, последице несреће могу бити и горе него у Чернобиљу. Због свега овога, на нуклеарну енергију се у широј јавности гледа као на „опасну, непопуларну, скупу и ризичну“⁴⁴. Ипак, треба имати у виду већ изнету констатацију да се изградња нових нуклеарних реактора широм света наставља, поред постојећих 437 који су у функцији, као и да се предвиђа како ће удео нуклеарне у укупно произведеној енергији у деценијама пред нама расти⁴⁵. То је још један разлог због којег питања нуклеарне безбедности неопходно боље регулисати и стандардизовати. Нуклеарни акциденти не познају границе државе, они угрожавају целу планету, па су и све веће и опсежније активности ИАЕА по овом питању логичне.

Уочени проблеми везани за образовање из области нуклеарне безбедности

Различити курсеви и студије заштите и нуклеарне безбедности, на почетку су се почели уоквиривати и развијати паралелно, у свакој од држава у којој је постојао нуклеарни програм. Интензивнију сарадњу по овом питању у великој мери је ометала и биполарна структура светског политичког система. Током хладноратовског периода је већина послова и процедура везаних за нуклеарне технологије била проглашена државном тајном, а стална конфронтација између два блока додатно је ометала развој садржајне и обострано корисне размене. До размене искустава и трансфера технологија зато је углавном долазило само између различитих држава у истом блоку, мада је и таква сарадња била оптерећена разним ограничењима. Ипак, временом се дефинишу канали за размену искустава и знања, па тако током деведесетих година XX века долази и до постепеног усклађивања и стандардизовања низа процедура које се тичу нуклеарне безбедности. Поред завршетка Хладног рата, на овакав расплет је значајно утицала и Чернобиљска катастрофа. Била је то опомена човечанству шта се све може десити уколико се не реагује благовремено и

⁴² Исто

⁴³ Frank Von Hippel, „The radiological and psychological consequences of the Fukushima Daiichi accident“, *Bulletin of the Atomic Scientists*, 67 (5), September/October 2011, стр. 27-36.

⁴⁴ Према: „Nuclear power: When the steam clears“, *The Economist*. March 24, 2011. Доступно на: <http://www.economist.com/node/18441163> (страница последњи пут посећена 14.12.2014)

⁴⁵ Mycle Schneider, Antony Froggatt, Steve Thomas, *Nuclear Power in a Post-Fukushima World*, Worldwatch Institute, Washington (DC), 2011, стр. 13.

уколико не постоје разрађене процедуре за реакцију у случају нуклеарних акцидента, као и институција које се тим питањем баве. Без обзира што нека земља нема сопствене нуклеарне капацитете, она може бити погођена последицама нуклеарног акцидента и зато је ово питање важно за целу међународну заједницу.

И поред тога што је проблем уочен још почетком деведесетих, до 2008. године се на његовом решавању урадило несразмерно мало. У извештају радне групе коју је формирала Организација за економску сарадњу и развој (OECD-*Organisation for Economic Co-operation and Development*) констатује се како су „нуклеарни капацитети изграђивани према потребама појединих земаља и региона“, па се према томе предузимају и мере заштите⁴⁶. Посебан проблем представља то што се школски програми из нуклеарне физике и осталих научних дисциплина, важних за одржавање и развој нуклеарних технологија, разликују по различитим земљама. И школски програми се често планирају и пројектују према националним капацитетима појединих земаља. У периоду 1998-2008. година у свету је чак 5.000 студената стекло звање доктор нуклеарне физике, али остаје отворено питање колико је њихова оспособљеност и ниво стеченог знања на задовољавајућем нивоу⁴⁷. Експерти Организације за економску сарадњу и развој ово виде као потенцијални проблем, који се може јавити услед глобализације тржишта стручне и специјализоване радне снаге и отварања граница. Интерес капитала је да се максимализује профит, па је и његова логика да се радна снага плати што је могуће мање. Међутим, у случају хаварија или акцидента неопходно је да у нуклеарним енергетским постројењима постоје квалификована и обучена радна снага, која ће правовремено реаговати и спречити или ублажити појаву нежељених последица. Због овога Организација за економску сарадњу и развој предлаже утврђивање механизма који ће обезбедити заједничко стратешко планирање на међународном нивоу, а што треба да почне најпре интензивном и свеобухватном сарадњом између националних/државних агенција за питање нуклеарне безбедности у различитим државама и надлежних међународних организација (у саставу ОЕЦД је формирана и посебна Нуклеарна енергетска агенција-HEA-*Nuclear Energy Agency*)⁴⁸.

Истраживање које је спровела радна група ОЕЦД, а које је започело још 1998. године, покренуло је низ активности у различитим државама. Најпре у Великој Британији и САД, у којима су спроведени слични подухвати, а надлежне институције и истраживачи који су се бавили овим питањем дошли су до запањујућих резултата. Британска агенција за безбедност и здравље (*Health and Security Executive*) је још 2000. године констатовала како „студијски програми из области нуклеарне физике нису свеобухватни и мало су конкурентни осталим студијским програмима на британским универзитетима“⁴⁹. Иако се

⁴⁶ *Report of the Working Group on Nuclear Physics*, OECD Global Science Forum, Paris, 2008, стр. 3.

⁴⁷ *Исто*, стр. 4-6.

⁴⁸ *Исто*, стр. 22, 4.

⁴⁹ *Nuclear Education and Research in British Universities*, Health and Security Agency, London, 2000, стр. 5.

тада наводи и да нуклерано образовање још увек није на критичној тачки, упозорава се и да све иде у том смеру, јер из генерације у генерацију, са тих студијских програма излазе све слабији студенти. При томе, број универзитета на којима постоје студијски програми из области нуклеарне физике и нуклеране безбедности се стално повећава, па их је 2000. године било чак 22, али то није донело и очекивани раст квалитета, између осталог и због тога што се број различитих смерова-програма који су се могли похађати-смањивао⁵⁰. Системски недостатак представља и непостојање јавно-приватног партнерства, у које би били укључени и универзитети преко учешћа у пројектима. Наиме, примећено је да у Великој Британији постоји девет приватних корпорација и јавних установа које инвестирају у пројекте развоја нуклеарних технологија, али ниједна од њих нема адекватан систем прикупљања и складиштења информација које се баве сарадњом са универзитетима, већ се ови послови обављају *ad hoc* и много зависе од иницијатива појединаца⁵¹. На крају, као што је случај на међународном нивоу, сличне мере се предлажу и на државном нивоу: формирање централне институције која ће се овим питањем бавити, поспешити размену информација и утицати на повећавање квалитета студијских програма.

До сличних закључака долази и студијска група Америчког удружења за унапређење науке (*American Association for the Advancement of Science*) коју предводи Елиот Пирс (*Elliot Pierce*). Истраживање спроведено 1999. године показало је да САД „убрзано губе радну снагу“ у нуклеарној области, да се осетно повећава просечна старост истраживача и запослених у нуклеарним електранама (док је крајем осамдесетих година највећи број запослених био у раздобљу старости 30-34 године, крајем деведесетих је просечна старост запослених била око 49 година), те да је процентуално недопустиво мали број нуклеарних физичара старости испод 40 година⁵². Прокламовани циљеви које је требало достићи били су: подстицање истраживања нових типова нуклеарног горива; смањивање и безбедно депоновање нуклеарног отпада; унапређење производње изотопа; и повећавање државне безбедности борбом против тероризма. Ипак, осам година касније амерички Национални савет истраживача (*National Research Council*) констатује како се ништа по овом питању није променило и због тога прогнозира да ће „САД изгубити лидерску позицију у нуклеарним истраживањима“⁵³. У прилог овој тези наводе и податке како се проценат аутора из САД који објављују своје чланке у америчким научним часописима из области нуклеарне физике средином прве деценије XXI века кретао између 19-30 посто. У нуклеарним истраживањима предњачили су научници из Јапана и Немачке.

⁵⁰ Универзитети који имају студијске програме из области нуклеарне физике и нуклеарне безбедности су: Bath, Birmingham, Cambridge, City, De Montfort, Heriot-Watt, Imperial College, Lancaster, Liverpool, Loughborough, Manchester, Middlesex, Plymouth, Queen Mary and Westfield College, Salford, Sheffield, Southampton, Strathclyde, HMS Sultan, Surrey, Wales, University College London.

⁵¹ Исто, стр. 9.

⁵² *The Education and Training of Isotope Experts: The AAAS Subcommittee on Energy and Environment Report*, American Association for the Advancement of Science, Washington DC, 1999.

⁵³ *The Future of US Chemistry Research*, National Research Council, Washington DC, 2007, стр. 3.

Са оваквим параметрима у области образовања, не само да није било могуће планирати „нуклеарну ренесансу“, већ се у питање доводило и одржавање постојећих, инсталираних нуклеарних капацитета. Америчко удружење за унапређење науке се жалило на ефекте „пропаганде енвиронменталиста“, због чега постоји јавни страх од радијације, али то може бити тек један од узрока све мање заинтересованости најбољих ученика и студената да се усавршавају на пољу нуклеарних истраживања и технологија (према подацима Националног савета истраживача у САД је 2007. године од 1400 доктората из физике, свега 84 било из области нуклеарне физике). Наравно, у условима глобализације тржишта стручне и специјализоване радне снаге отвара се могућност високоразвијеним земљама да „увозе“ нуклеарне физичаре и нуклеране истраживаче из осталих земаља света, али око тога такође постоје две недоумице. Прво, питање је колика је оспособљеност и какво је знање истраживача који долазе из других држава. И друго, предлог Организације за економску сарадњу и развој о заједничком стратешком планирању подразумева да се направи некакав баланс у свету и да у свим деловима света постоје развијени капацитети за одбрану и предузимање мера у случају нуклеарних акцидената, терористичких акција које подразумевају употребу нуклеарног оружја или сличних катастрофа. Да би се до овога дошло неопходно је развијати пројекте едукације у области нуклеарне безбедности у свим земљама, за шта су потребни стручњаци у свим деловима света. А уколико високоразвијене земље почну да масовно увозе стручњаке за ова питања, јавиће се дисбаланс због којег неће моћи да се ефикасно осмисли и спроведе пројекат утврђивања механизма о заједничком стратешком планирању.

Због овога су конкретне мере предузеле азијске и европске земље, покушавајући да заштите сопствене регионе и истраживачке капацитете. У Азији се већ од 2002. године почиње са пројектом формирања „мреже за образовање о нуклеарним технологијама“. У овом пројекту учествују: Кина, Јапан, Индија, Пакистан, Индонезија, Тајланд, Монголија, Шри Ланка, Филипини, Вијетнам, Малезија и Јужна Кореја. Практично, једина далекоисточна земља која је и покушавала да освоји нуклеарну технологију за производњу електричне енергије и која има одређене „нуклеарне амбиције“, а није чланица ове мреже је Северна Кореја, али то има понајвише везе са њеним статусом у међународној политици и последица је њене политичко-економско-технолошке изолације. Државе учеснице овог пројекта се фокусирају на три ствари: национални приступ према (нуклеарном) образовању; статус високообразовних институција; и неопходност регионалне сарадње и повезивања. У складу са тим дефинише се и пет конкретних стратешких активности које је неопходно достићи: 1) поспешити размену информација и материјала за образовање и тренинг; 2) поспешити размену студената, наставника и истраживача; 3) створити услове за учење на даљину (*Distance Learning*); 4) развој система за међусобно признавање испита, диплома и звања у области нуклеарних истраживања; 5) повезивање са осталим мрежама и организацијама⁵⁴. Иако се међу чланицама мреже налазе

⁵⁴ *Asian Network for Education in Nuclear Technology: Report*, ANENT, Kuala Lumpur, 2004.

најмногљудније и неке од најразвијенијих земаља света, поучене британским и америчким искуством, очигледно су схватиле да је удруживање у шири, континентални оквир и интензивирање међусобне сарадње, једини пут да се обезбеди квалитетан образовани програм у области нуклеарних технологија.

Нешто слично предузимају и европске државе, чланице ЕУ. Иако и даље постоји чак 10 различитих националних/субрегионалних институција које се баве послом нуклеарног образовања у Великој Британији, Немачкој, Француској, Италији, Белгији, Румунији, Финској, Чешкој, Холандији и Скандинавији (заједничка институција Данске, Норвешке, Шведске, Исланда и Финске), предузимају се опсежне мере за њиховом координацијом и евентуалним обједињавањем⁵⁵. На посебној конференцији организованој у Будимпешти 2008. чланице ЕУ су показале спремност да раде на усаглашавању студијских програма и унапређењу међуинституционалног повезивања у различитим државама, повећавају мобилност студената и подстичу приватно-јавно партнерство у овој области (*NEST Conference Budapest 2008*). Низ је заједничких програма и пројеката који се развијају, а најзначајнији су: успостављање система рециклирања и сепарације отпада (ACSEPT); подстицање истраживања која имају за циљ проналазак нових материјала који ће наћи примену у нуклеарној технологији (GETMAT); подстицање истраживања која имају за циљ развој алтернативних извора енергије (F-BRIDGE); боља заштита запослених у медицинским и фармацеутским установама који су свакодневно изложени радиоактивном зрачењу (MADEIRA) и тд. Овим пројектима, као и у низу других ситуација, институције ЕУ покушавају да стратегијом „од дна ка врху“ (*Bottom-Up Strategy*) достигну следеће стратешке циљеве: стварање јединствених модула у студијским програмима у целој ЕУ и заједнички приступ у овој области; успостављање једног заједничког система препознавања и признавања квалификација и звања; повећавање мобилности студената и професора; укључивање „будућих запослених“ у цео процес ради што је могуће боље припреме кадрова⁵⁶.

Поред чланица ЕУ, одређене мере предузима и Русија, која централизује већину активности, усклађује своје законодавство са новим околностима и оснива кровну организацију „Росатом“, задужену за планирање и координацију нуклеарних истраживања и контролу рада нуклеарних капацитета⁵⁷. Приметно је да се Русија држи старог модела припреме и реализације петогодишњих

⁵⁵ Nuclear Technology Education Consortium (Velika Britanija), Kompetenzverbund Kertechnik (Немачка), INSTN (Француска), BNEN (Белгија), CIRTEN (Италија), REFIN (Румунија), FINNEN (Финска), CENEN (Чешка), KINT (Холандија) и Nordic Nuclear Safety Research (Данска, Финска, Исланд, Норвешка и Шведска).

⁵⁶ О свему наведеном, а што се тиче програма и постављања ЕУ више у: Phil Beeley, Vladimír Slugeň, Rita Kyrki-Rajamäki, *Nuclear Education, Training and Knowledge Management in Europe*, European Nuclear Society, Brussels, 2009.

⁵⁷ О овоме више у документима: Приказ Государственной корпорации по атомной энергии "Росатом" (Госкорпорация "Росатом") от 15 ноября 2013 г. N 1/13-НПА г. Москва. Постановление Правительства Российской Федерации от 27 января 2014 г. N 59 г. Москва. И: Постановление Правительства Российской Федерации от 14 марта 2014 г. N 191 г. Москва. Доступно на: <http://www.rg.ru/2014/04/30/rosatom-dok.html> (страница последњи пут посећена 02.03.2015)

планова, а средства која се планирају државним и локалним буџетима за нуклеарно образовање и програме заштите су из године у годину све већа. Ово свакако има везе и са економским растом и развојем руске привреде последњих деценију и по.

Уз наведене примере, остаје отворено питање како ће бити регулисано питање нуклеарног образовања и нуклеарне безбедности у земљама које тек планирају изградњу сопствених нуклеарних капацитета. Један од таквих примера је и Нигерија, која има велике потребе за електричном енергијом, услед динамичног економског развоја и демографске експлозије (свега 40 посто популације има приступ електричној енергији). Надлежне институције су 2006. донеле, а пет година касније и потврдиле одлуку о неопходности изградње нуклеарне електране. Иако је у ту сврху формирана државна Комисија за атомску енергију (*Nigeria Atomic Energy Commission*), из њеног досадашњег рада се не види детаљно у ком правцу ће се кретати активности које се тичу организовања едукативних програма и посебно уређивања области нуклеарне безбедности⁵⁸. Уколико већ постоје прилично негативна искуства из САД и Велике Британије, у којима долази до пада квалитета наставе у овој области, а европске и азијске земље које имају велико искуство на овом плану се уједињују како и саме не би допале у сличне проблеме, онда је тешко очекивати да се једна афричка земља, без икаквог искуства и већих знања по питању коришћења нуклеарних технологија, може сама припремити за своју „нуклеарну еру“. Због тога је и улога ИАЕА и њених програма итекако важна у наредном периоду.

Програм Међународне агенције за атомску енергију

У многобројним анализама ИАЕА током прве деценије XXI века примећена су два феномена везана за питање образовања и нуклеарне безбедности: прво, јавља се проблем кадровског дефицита; и друго, то је у потпуном нескладу са интересима великих наднационалних енергетских корпорација и финансијских институција и жељом политичке елите у низу држава које заједнички најављују „нуклеарну ренесансу“. Овај други феномен може постати много већи проблем него што се то на први поглед чини. У најразвијенијим земљама света, чланицама ОЕЦД, у око 340 нуклеарних електрана производи се 24 посто електричне енергије⁵⁹. Под притиском крупног капитала и политичких структура, поједине државе могу почети изградњу нових нуклеарних капацитета, а да се, услед кадровског дефицита, унапред уопште не зна нити ко ће, нити како ће, тим енергетско-технолошким инсталацијама управљати (што је видљиво на већ поменутом примеру Нигерије). Својим наступом, уз велику подршку ОЕЦД-а, ИАЕА покушава да упозори како је најпре неопходно обезбедити адекватну основу, што би гарантовало одрживост целокупног

⁵⁸ Yehuwdah Chad-Umoren, Barnidele Ebiwonjumi, „Nigeria's Nuclear Power Generation Project: Current State and Future Prospects”, *Journal of Energy, Technology and Policies*, 3 (7), 2013, стр. 10-22.

⁵⁹ *Nuclear Education and Training: Cause for Concern*, OECD Publications, Paris, 2000, стр. 7.

система у глобалним размерама, па тек после тога планирати даљу изградњу нових нуклеарно-енергетских капацитета. Обезбеђивање ових основних предуслова би пре свега подразумевало проналажење одговора на уочене „четири бригае“: 1) опадајући број различитих и разноврсних студијских програма из области нуклеарне физике и пад квалитета наставе у преосталим студијским програмима (што је условљено и повећавањем броја универзитета на којима се уводи релативно мали број студијских програма, чиме долази до „разблаживања“ - *dilution*); 2) смањивање броја студената на предметима који су повезани са питањем нуклеарних технологија и нуклеарне безбедности. У последњој деценији XX века је број студената на „нуклеарним програмима“ на основним студијама опао за 10 посто; 3) осим у Француској и Јапану, не постоји адекватан прилив младих истраживача и стручњака, па се просечна старост запослених у овом сектору повећава; 4) већина универзитета у свету који имају „нуклеарне програме“, нису имали одговарајуће услове за извођење експерименталне наставе. Просечна старост уређаја за извођење наставе и средстава у лабораторијама је стара преко 25 година⁶⁰.

Све ово је последица недостатка стратешког планирања на глобалном нивоу, али и односа јавности према нуклеарним технологијама. Поред тога што акциденти у нуклеарним електранама изазивају неповољно опредељивање становништва према овој технологији, на негативно расположење јавног мњења додатно утичу и стална упозорења како се нека од терористичких група може дочепати нуклеарног оружја, што би била претња по цело човечанство. За ширу јавност је све више проблематична нуклеарна технологија као таква, било да се користи у мирнодопске или војне сврхе.

Додатну конфузију изазива и постављање појединих западних сила, САД пре свега, по питању војних нуклеарних програма других држава. Наиме, током последње четири деценије већи број земаља је развио сопствене нуклеарне војне програме. Поред сталних чланица Савета безбедности ОУН-САД, Русије, Кине, Велике Британије и Француске, овој групи „нуклеарних војних сила“ припадају још и Индија, Пакистан, Северна Кореја и Израел. Нуклеарно оружје више не представља онакву компаративну предност, какву је представљало у првој половини хладноратовског периода. Оно је ефикасно средство за одвраћање противника, што је сметња за спровођење различитих стратегија САД и планова који из њих проистичу у различитим деловима света. Пре свега у делкоисточно-пацифичком региону, где данас постоји чак пет нуклеарних сила (САД, Русија, Кина, Индија, Северна Кореја). Због овога се чешће и гласније чују залагање из САД да се направи глобални договор о нуклеарном разоружавању, до којег би дошло постепеном забраном даљег развоја и увећавања овакве врсте наоружања⁶¹. То утиче на стварање конфузије у јавности САД, јер се са једне стране води кампања за забрану нуклеарног наоружања, а са друге стране велике енергетске корпорације убеђују јавно мњење како је нуклеарна

⁶⁰ *Nuclear Education and Training: Cause for Concern*, OECD Publications, Paris, 2000, стр. 8-12.

⁶¹ George Schultz, Williams Perry, Henry Kissinger, Sam Nunn, „Toward a Nuclear Free World“, у: Sidney Drell, James Goodby, George Schultz, *The Greatest Danger: Nuclear Weapons*, Hoover Institutions Press, Washington, 2010, стр. 77-82.

технологија јефтина, чиста и безбедна. Својеврсна „жртва“ кампање за забрану нуклеарног наоружања је и ширење мирнодопских нуклеарних технологија, што често онемогућава изградњу нових нуклеарних електрана. Зато се у извештајима ИАЕА и ОЕЦД наводи како је перцепција студената подложна „јавној перцепцији“, што их одвраћа да се одреде да студирају неки од нуклеарних програма⁶². Студирање дисциплина повезаних са нуклеарним програмима је обично избор студената који не успевају да упишу боље и атрактивније студијске програме или се на њих уписују они кандидати који процењују да је на њима најмања конкуренција (па је зато и пролазност боља).

Пре него што је ИАЕА предложила сопствени програм за превазилажење кризе и решавање проблема које отварају „четири бриге“, по овом питању је реаговала Нуклеарна енергетска агенција ОЕЦД. Један део предложених активности је прихватила и ИАЕА као основу свог деловања, због чега је предлог који је стигао из Организације за економску сарадњу и развој посебно занимљив. Са једне стране, надлежна агенција ОЕЦД предлаже додатно обучавање предавача за нуклеарне програме, како за универзитетске програме и наставу на факултетима, тако и за тренинге који би се организовали на различитим нивоима за различите заинтересоване групе. То изискује обезбеђивање додатних средстава, осмишљавање новог приступа студентима, академској, али и широј јавности, а у крајњој линији треба да резултира променом перцепције нуклеарних технологија. Ово је прихватљиво и за ИАЕА. Оно, у чему се програми ОЕЦД и ИАЕА разликују, јесте предлог експерата Организације за економску сарадњу да се ове активности пре свега организују и планирају на националном нивоу. Истина, ОЕЦД предлаже висок степен координације на наддржавном нивоу, али у својим размишљањима предлагач полази од питања: ко ће да финансира све предложене активности? Одговор је једноставан: то морају чинити државе, из својих буџета. Зато се и реализација програма смешта у национални оквир⁶³. Из већ приказаних примера САД и Велике Британије са почетка XXI века јасно се види да ово није решење и да је потребан сасвим другачији приступ. У томе се разликује програм ИАЕА, која предлаже шири, међународни приступ и акцију глобалних размера по овом питању.

Висок степен координације није довољан, већ треба тежити ка пуној синхронизацији низа активности, да би се, како наводе Метју Бун (*Matthew Bunn*) и Оли Хејнонен (*Olli Heinonen*), најпре повратило поверење у сигурност нуклеарних технологија и утицало на промену перцепције јавности како се нуклеарним програмима могу спречити штетни утицаји употребе фосилних горива на климатске промене⁶⁴. Поред тога, неопходно је и стално упознавати јавност са корисношћу нуклеарних програма у медицини, пољопривреди и низу других области⁶⁵. Синхронизација онемогућава или смањује на најмању

⁶² *Nuclear Education and Training: Cause for Concern*, OECD Publications, Paris, 2000, стр. 7.

⁶³ Исто, стр. 5-6.

⁶⁴ Matthew Bunn, Olli Heinonen, „Preventing the Next Fukushima“, *Science*, 333 (6049), 2011, стр. 1580-1581.

⁶⁵ Погледати на пример: Sasha Henriques, „Improving Farming with Nuclear Techniques“, *IAEA Bulletin*, 53-1, Sept. 2011, стр. 21-23.

могућу меру понављање акцидената, попут оних из Чернобиља и Фукушима, што је први корак ка достизању постављених циљева.

Међународна организација за атомску енергију, у циљу решавања примећених и истражених проблема дефинише трогодишње планове, како би се могли до одређене мере квантификовати и успешније оцењивати достигнути резултати. ИАЕА покушава да се наметне као кључна институција на међународном нивоу, задужена за питање нуклеарне безбедности, које у највећој мери и оптерећује „светску нуклеарну заједницу“. Да би то успела, неопходно је да се резултати рада стално показују и да се њене иницијативе оцене као корисне и позитивне. Отуда и овако кратки, временски орочени планови и наизглед скромни почетни циљеви. Како је већ наведено, временски планови и норме су дуго били повезивани са совјетским системом, а потом их је преузела и Русија, само су тамо пројектовани на пет година.

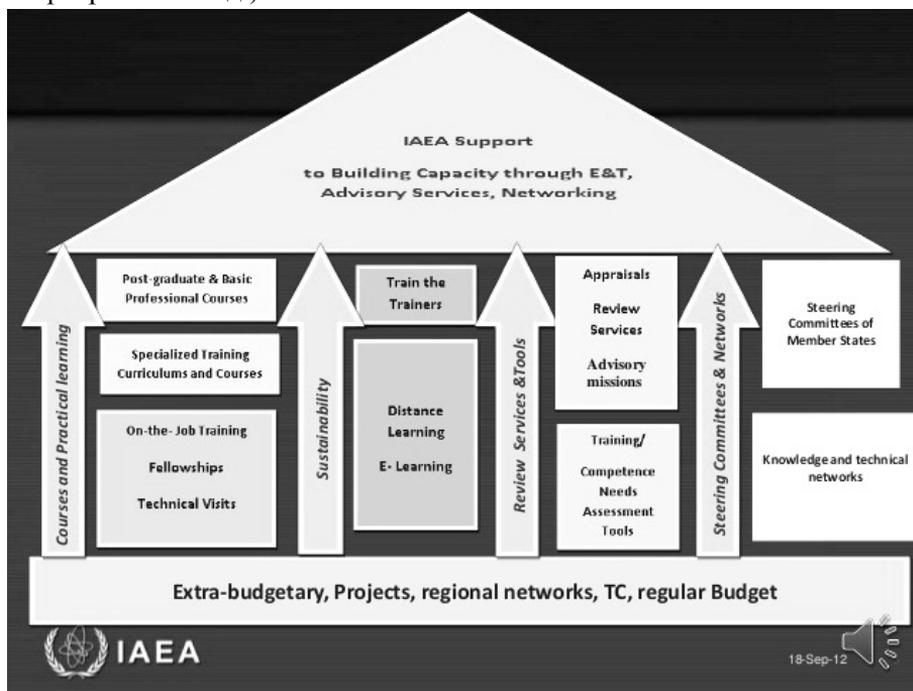
Први трогодишњи план ИАЕА је утврдила за период 2002-2005. година, а поред тога што је ово био почетни документ, у којем се више говорило о начелима, а мање о конкретним корацима које треба предузети, све упућује на то и да је писан под свежим утисцима које је иза себе оставио терористички акт од 11. септембра 2001. Највише се страховало да нуклеарна технологија не допадне у руке неке од терористичких група, па се и питање глобалне нуклеарне безбедности посматрало кроз ову призму. И поред назнака да се програми нуклеарне безбедности морају развијати, у пракси, све до 2009. године, ИАЕА је „лутала“ по питању тога шта треба да буду приоритети на пољу нуклеарне безбедности и чему да се посвети највећа пажња. Преломни тренутак је представљало дефинисање трећег, уједно и најзначајнијег трогодишњег плана, који је ИАЕА утврдила за период од 2010-2013. године. Прокламовани циљ „Плана нуклеарне безбедности 2010-2013“ (*Nuclear Security Plan 2010-2013*) био је да се у светским размерама достигне одређени степен „ефективне безбедности“ нуклеарног и радиоактивног материјала у процесу његовог коришћења, транспорта и складиштења⁶⁶. Да би се ово постигло неопходно је подизати институционални капацитет државних органа задужених за ова питања, развијати кадровску политику у овој области, научно-истраживачким радом утицати на смањивање броја потенцијалних ризика и утицати на стварање дугорочно одрживог система.

Зарад бољег надзора и синхронизације активности, предвиђа се формирање низа (мрежних) управних одбора (*Steering Committees & Networks Steering Committees*), који би били задужени за поједине „мреже“ са конкретним задацима и активностима, а у које би улазили представници држава чланица ИАЕА. На овај начин би се део одговорности за поједине активности пребацио са националног, на међународни ниво, па би постепено и одговорност за нуклеарну безбедност постајала питање од међународног значаја у пуном смислу те речи. Да би чланови управних одбора могли боље оцењивати постигнуте резултате и пратити остваривање постављених циљева, предвиђа се установљавање низа механизма за процењивање конкретних ситуација, формирање

⁶⁶ *Nuclear Security Plan 2010-2013*, IAEA, Vienna, 2009, стр. 3-17.

Душан Пророковић, Изазови везани за образовање из области нуклеарне безбедности...

саветодавних тела и алата за оцењивање. Одељење за нуклеарну безбедност ИАЕА (*IAEA Office of Nuclear Security*) је овим Планом добило задатак да развија Свеобухватан програм обуке (*Vision Comprehensive Training Programme*), који ће гарантовати одрживост (у смислу обезбеђивања континуалног прилива обучених и оспособљених кадрова, превазилажења текућих несагласности између потреба за кадровима и недовољног броја истих на постојећим студијским програмима и тд.).



Илустрација бр. 2: Схематски приказ плана активности ИАЕА

На почетку, активности које се тичу стварања Свеобухватног програма обуке су усмерене на: подршку развоја програма за образовање експерата за нуклеарну безбедност кроз доступност већем броју података, различитих материјала, резултата досадашњих истраживања и тд; подршку развоју студијских програма из области нуклеарне безбедности и планирање њиховог промовисања у академској заједници, како би се привукли најбољи студенти; развој инструмената међународног права који се тичу нуклеарне безбедности и подизање свести шире јавности о неопходности постојања „културе нуклеарне безбедности“.

Конкретни кораци који се предвиђају програмом обуке јесу: пилот-пројекат о увођењу студијског програма на мастер студијама из области нуклеарне безбедности (*Pilot Master of Science Programme on Nuclear Security*); формирање Међународне образовне мреже за нуклеарну безбедност; развој специјалистичких курсева из нуклеарне безбедности за студенте из различитих области (нуклеарна безбедност се уводи у наставни програм као један специјалистички курс). Звање које се добија завршетком овог студијског програма је

„мастер нуклеарне безбедности“. Са овим се почело у пролеће 2013. године, ИАЕА обезбеђује све непоходне материјале и помаже у развоју наставних програма, а студије се организују на пет различитих универзитета: Техничком универзитету у Делфту (Холандија; *Technische Universiteit Delft*), Универзитету примењених наука у Бранденбургу (Немачка; *Fachhochschule Brandenburg*), Техничком универзитету у Бечу (Аустрија; *Technische Universität Wien*), Универзитету у Ослу (Норвешка; *Universitetet i Oslo*) и Универзитету у Манчестеру (Велика Британија; *The University of Manchester*). Паралелно са овим, још од 2010. године је започето организовање Међународне образовне мреже за нуклеарну безбедност (*International Nuclear Security Education Network*) којој је до 2014. приступило више од 60 образовних и научних институција. Циљ формирања образовне мреже је повећавање глобалне нуклеарне безбедности кроз сарадњу научно-образовних институција и размену искустава. На крају, развој специјалистичких курсева из нуклеарне безбедности за студенте из различитих области, почео је да се спроводи од 2010. за студенте са руских и украјинских универзитета у Међународном центру за обуку у Обнинску (Русија; *Международный центр подготовки персонала для атомной энергетики МЦППАЭ*), а од 2012. године је отворен за студенте из свих држава. Још и пре иницијативе ИАЕА да руски центар постане један од најважнијих на свету за обуку из области нуклеарне безбедности, у њему су развијани такви програми, па су поред руских и украјинских стручњака, у Обнинску школовани и кадрови из Пакистана и Ирана⁶⁷.

Поред набројаних корака, ИАЕА је назначила да се у будућем периоду жели више посветити „тренингу тренера“ (*Training-of-Trainers*), како би се најпре проверило, а затим и уједначило знање и степен оспособљености предавача из области нуклеарне безбедности у различитим државама. Ово је врло важно, због већ описаних диспаратитета који постоје на глобалном нивоу, у различитим деловима света. Као средство за ефикасније постизање циљева предлаже се формирање три различите радне групе: радне групе за координацију активности, у коју би улазили представници из више од 40 различитих институција; радне групе за прикупљање најбољих искустава из различитих држава; и радне групе за дистрибуцију информација. Све три радне групе би биле умрежене у једну структуру (*International Network of Nuclear Security Support*). Уз ово, ИАЕА најављује да у будућности све већу пажњу треба обраћати и на питања нуклеарне форензике (*Nuclear Forensics*) и кибернетске безбедности (*Cyber Security*), што су такође саставни делови Свеобухватног програма обуке.

Овим путем ИАЕА наставља и даље, охрабрена несумњивим успехом трећег трогодишњег плана. Чини се како је ова међународна организација коначно пронашла своје право место у сложеном систему међународних односа и да, фокусирајући се на питање нуклеарне безбедности, почиње да буде незаобилазан фактор у међународној политици. ИАЕА је са својим програмом ну-

⁶⁷ Dana Sacchetti, „Sinergy in Nuclear Security“, *IAEA*, Vienna, 2010. Доступно на: <http://www.iaea.org/newscenter/news/2010/nucsecurity.html> (страница последњи пут посећена 21.03.2015)

клеарне безбедности добила на значају, па је у четвртном трогодишњем плану за период 2014-2017. година планирала наставак раније покренутих активности по питању развоја кадровских потенцијала и оспособљености за нуклеарну безбедност на глобалном нивоу. Истовремено, дефинисана је нова организациона схема, па су активности прегруписане у седам различитих „стубова“: савјештање и процена информација (*Information Collation and Assessment*); спољна координација (*External Coordination*); подршка изградњи глобалног оквира за нуклеарну безбедност (*Supporting the Nuclear Security Framework Globally*); координација научно-истраживачких пројеката (*Coordinated Research Projects*); развој кадровског потенцијала (*Human Resources Development*); смањивање ризика и повећавање безбедности (*Risk Reduction and Security Improvement*); процена путем самооцењивања и /или путем посета комисија које ће процењивати стање (*Assessment through Self-assessment and/or through Peer Review Missions*)⁶⁸. Какав ће резултат дати ово организационо прекомпоновање, остаје да се види, тек треба приметити да је несрећа у Фукушими донекле помогла подизању свести о неопходности постојања програма ИАЕА. Фукушимски акцидент јесте, са једне стране, утицао да се поново отвори расправа о забрани нуклеарних технологија и неповољно се одразио на расположење јавног мњења према њима, али је са друге стране указао и на неопходност постојања јединственог светског система заштите од нуклеарних несрећа.

Нуклеарни акциденти јесу велика претња човечанству, али нуклеарне технологије представљају и реалну алтернативу фосилним горивима, чије су резерве све мање, а чијом све обимнијом употребом се неповољно утиче на климатске промене. Даљим развојем програма нуклеарне безбедности, оспособљавањем кадрова, смањивањем ризика и повећавањем степена сигурности, ИАЕА може значајно утицати да се неке од постојећих дилема реше и да се добију јаснији одговори на многобројна питања везана за нуклеарне програме и нуклеарну безбедност.

Литература:

1. AMANO, Yukiya. (2012): „Time to better secure radioactive materials“. Доступно на:
2. http://www.washingtonpost.com/opinions/time-to-better-secure-radioactive-materials/2012/03/23/gIQA5deaS_story.html
3. BEELEY, Phil; SLUGEN, Vladimír; KYRKI-RAJAMÄKI, Rita. (2009): *Nuclear Education, Training and Knowledge Management in Europe*. European Nuclear Society, Brussels.
4. BUNN, Matthew; HEINONEN, Olli. (2011): „Preventing the Next Fukushima“. *Science*, 333 (6049), str. 1580-1581.
5. CHADUMOREN, Yehuwdah; EBIWONJUMI, Barnidele. (2013): „Nigeria's Nuclear Power Generation Project: Current State and Future Prospects“. *Journal of Energy, Technology and Policies*, 3 (7), str. 10-22.
6. DIESENDORF, Mark. (2013): „Book review: Contesting the future of nuclear power: A critical global assessment of atomic energy“. *Energy Policy*, vol. 56, str. 738-739.

⁶⁸ *Nuclear Security Plan 2014-2017*, IAEA, Vienna, 2013, стр. 3-14.

7. DRELL, Sidney; GOODBY, James; SCHULTZ, George. (2010): *The Greatest Danger: Nuclear Weapons*. Hoover Institutions Press, Washington.
 8. FIDLAY, Trevor. (2010): *The Future of Nuclear Energy to 2030 and its Implications for Safety, Security and Nonproliferation*. The Centre for International Governance Inovation, Ottawa.
 9. FISCHER, David. (1997): *History of the International Atomic Energy Agency: the first forty years*. IAEA, Vienna.
 10. FORD, Daniel. (1992): *Three Mile Island: Thirty Minutes to Meltdown*. Penguin, New York.
 11. HATCH, Maureen; WALLSTEIN, Sylvan; BEYEA, Jan; NIEVES, Jeri; SUSSER, Mervyn. (1991): „Cancer rates after the Three Mile Island nuclear accident and proximity of residence to the plant“. *American Journal of Public Health*, 81 (6), str. 719–724.
 12. HENRIQUES, Sasha. (2011): „Improving Farming with Nuclear Techniques“. *IAEA Bulletin*, 53-1, str. 21-23.
 13. KELLERER, Albrecht. (2002): „The Southern Ural Radiation Studies“. *Radiation and Environmental Biophysics*, 41 (4), str. 307-316.
 14. KURUC, Jozef; MÁTEL, Lubomír. (2006): „30th and 29 th Anniversary of Reactor Accident in A-1 NPP Jaslovske Bohunice“. *Sborník rozšířených abstraktů [Dny radiační ochrany, Luchačovice]*, XXVIII, str. 159-162.
 15. KURUC, Jozef; MÁTEL, Lubomír. (2007): „Thirtieth Anniversary of Reactor Accident in A-1 Nuclear Power Plant Jaslovske Bohunice“. INIS Collection Search-IAEA, Vienna, str. 1-23.
 16. LEVIN, Roger. (2008): „Incidence of thyroid cancer in residents surrounding the three mile island nuclear facility“. *Laryngoscope*, 118 (4), str. 618-628 .
 17. MACFARLANE, Allison. (2007): „Obstacles to Nuclear Power“. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 63 (3), str. 24–25.
 18. MEDVEDEV, Zhores. (1980): *Nuclear disaster in the Urals*. Vintage Books, New York.
 19. MORELLE, Rebecca. (2007): „Windscale fallout underestimated“. *BBC*. Доступно на: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/7030536.stm>
 20. MIZOHATA, Sachie. (2011): „Amartya Sen's Capability Approach, Democratic Governance and Japan's Fukushima Disaster“. *The Asia-Pacific Journal*, 9 (46/2). Доступно на: <http://www.japanfocus.org/-Sachie-MIZOHATA/3648>
 21. RAMANA, M. V. (2008): „Nuclear Power: Economic, Safety, Health, and Environmental Issues of Near-Term Technologies“. *Annual Review of Environment and Resources*, 34, str. 144-145.
 22. SACCHETTI, Dana. (2010): „Sinergy in Nuclear Security“. *IAEA*. Доступно на: <http://www.iaea.org/newscenter/news/2010/nucsecurity.html>
 23. SCHNEIDER, Mycle; FROGGATT, Antony; THOMAS, Steve. (2011): *Nuclear Power in a Post-Fukushima World*. Worldwatch Institute, Washington (DC).
 24. VON HIPPEL, Frank. (2011): „The radiological and psychological consequences of the Fukushima Daiichi accident“. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 67 (5), str. 27-36.
 25. WHEELER, Brian. (2007): „Labour and the nuclear lobby“. *BBC*. Доступно на: http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/politics/5149676.stm
-
1. Asian Network for Education in Nucleat Technology: Report. (2004): ANENT, Kuala Lumpur.
 2. Nuclear Education and Research in British Universities. (2000): Health and Security Agency, London.
 3. Nuclear Education and Training: Cause for Concern. (2000): OECD Publications, Paris.

4. Nuclear Security Plan 2010-2013. (2009): IAEA, Vienna.
 5. Nuclear Security Plan 2014-2017. (2013): IAEA, Vienna.
 6. Report of the Working Group on Nuclear Physics. (2008): OECD Global Science Forum, Paris.
 7. The Education and Training of Isotope Experts: The AAAS Subcommittee on Energy and Environment Report. (1999): American Association for the Advancement of Science, Washington DC.
 8. The Future of US Chemistry Research. (2007): National Research Council, Washington DC.
 9. The Radiological Accident in Goiânia. (1988): International Atomic Energy Agency, Vienna.
 10. World energy consumption outlook from the International Energy Outlook. (2013): Published by the U.S. DOE Energy Information Administration, Washington DC.
-
1. *Deutsche Welle*: <http://www.dw.de/ecurie-sustav-polo%C5%BEio-prvi-ispit/a-3390632>
 2. *Energy News*: www.enenews.com
 3. *Hiroshima International Council for Health Care of the Radiation-exposed*: <http://www.hicare.jp/en>
 4. *International Atomic Energy Agency*: www.iaea.org
 5. *Rosatom*: <http://www.rg.ru>
 6. *The BBC*: www.bbc.co.uk
 7. *The Guardian*: www.theguardian.com
 8. *The Economist*: www.economist.com
 9. *The New York Times*: www.nytimes.com
 10. *The Washington Post*: www.washingtonpost.com
 11. *US Department of Energy*: <http://www.energy.gov/media/USJapanFactSheet.pdf>
 12. *World Nuclear Association*. Доступно на: <http://www.world-nuclear.org>

THE CHALLENGES RELATED TO EDUCATION IN THE FIELD OF NUCLEAR SAFETY AND THE PROGRAM OF THE INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA)

Resume: Nuclear accidents are a big threat for the World, but nuclear technologies represent a real alternative to fossil fuels. Therefore, we are witnessing the increase of nuclear capacities in some countries. One of the problems concerning international security is an inadequate system of education in this field. The IAEA can significantly affect some of the current dilemmas to solve it and to obtain clear answers to many questions related to nuclear programs and nuclear safety through further development of the nuclear safety programs, training of personnel, reducing the risk and increasing the level of security.

Key words: nuclear security, international security, international relations, nuclear technology, accidents, IAEA