System for the prognosis of the population doses due to emergency atmospheric release of Nuclear Power Plants (КАДО – SOARS)

Purpose of КАДО

КАДО computer code is an interactive tool for calculation of radiation situation in case of radiation accident at NPP.

The main aim of the KAДO is the decision support on countermeasures.

Initial data for calculations

> Release parameters:

- radionuclide composition,
- Material Types (and AMADs) or gas classes,
- release rates,
- release height;

➤ Meteorological data:

- atmospheric stability class,
- wind direction,
- wind speed,
- precipitation rate.

Results of calculation

➤ For all territory in supervision area of NPP

Prognosis of spatial distribution and time changes of:

- radionuclides concentration in air and fallouts,
- dose rates and doses.

Results are represented in tabular and graphic forms (on map)

Results of calculation

(continuation)

For settlements in NPP's supervision area (additionally)

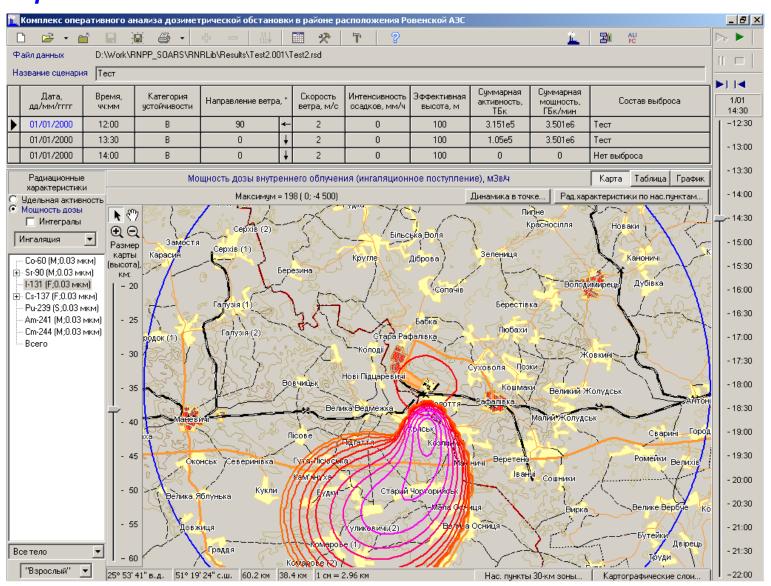
Predictive values of:

- absorbed doses in organs (tissues) for the 2 days after accident (for emergency countermeasures),
- doses to whole body, thyroid and skin, averted for the 2 weeks after accident if a countermeasure was to be applied (for urgent countermeasures).

Additional information for decision-making:

 settlements (and their population), for which emergency or urgent countermeasures are justified (according to Ukrainian legislation).

Example of release of Rivne NPP



Example of release of Rivne NPP

) 😅 🕶 🛗		<u>₩</u> 😂 • • • <u>₩</u> <u>₩</u> / Y Y ?										⊉ ALI								
айл данных	D:\Wor	:\Work\RNPP_SQARS\RNRLib\Results\Test2.001\Test2.rsd																		
звание сценария	Тест																			.
Дата, дд/мм/гггг	Время, чч:мм	ч:мм устойчивости			Направле	ение ветр	oa, °	Скорость ветра, м/с	Интенсивность осадков, мм/ч		Эффективная высота, м		Суммарная активность, ТБк		Суммарная мощность, ГБк/мин		Coc	1/01 13:30		
01/01/2000	12:00	-			9	90		2		0	100		3.151		3.501el		ест			-12:
01/01/2000	13:30)	1	2		0	10	0	1.05	:5	3.501e	5 Te	Тест			
01/01/2000	14:00	4:00 B			0		¥	2		0	10	100			0		ет выбро	са		- 13:
Радиационные					Мошност	ь сумма	пной	дозы внутр	еннего	и внешь	iero ofin	мения	мЗв/ц				Карта [Таблица	График	13:
характеристики								3 (0; - 500)	,0,,,,,,,,	,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	010 00/1		Динамик	a B TOUK	. l p.,					_ - 14:
Эдельная активно Мощность дозы	ость ▼у	v ▶ 1 - 7	500 T	-7 000	I -6 500	-6 000	1 = 30 -5 50		-4 500	-4 000	-3 500	-3 000	цинамик -2 500	а в точк Г-2 000		ц.характ Г-1 000	еристикі - 500	и по нас.п	9HKTAM 500 ▲	<u> </u>
	_	000	-	-7 000	-0 300	-0 000	2.41e		7.83e-7	9.2e-7	1.33e-6	1.68e-6	8.74e-7	-2 000	-1 500	-1 000	- 500		300 -	- 14
сего	7 📑	00	-	1.62e-7	4.65e-7	9.53e-7	2.02e	-6 3.67e-6	6.05e-6	9.3e-6	1.53e-5	2.4e-5	3.9e-5	4.75e-5	3.64e-5	8.9e-7				- 15
— Со-60 (М;0.03 мкі			6e-7	9.44e-7	2.22e-6	4.27e-6	8.08e		2.4e-5	3.98e-5	6.82e-5	1.11e-4	2.28e-4	4.6e-4		2.31e-3	7.17e-3			
со-оо (м;о.оз мкі Sr-90 (М;0.03 мкл			5e-6 32e-6	3.33e-6 7.8e-6	6.57e-6 1.42e-5	1.2e-5 2.56e-5	2.18e 4.42e		6.23e-5 1.14e-4	1.01e-4 1.73e-4	1.69e-4 2.62e-4	2.66e-4 3.86e-4	5.06e-4 5.53e-4	9.71e-4 8.57e-4		3.63e-3 6.71e-3	1.2e-2 2.18	30.3	1.37e- 1.92e-	- 15
I-131 (F;0.03 мкм	·		2e-6	1.16e-3	1.42e-3	1.15e-3	1.04e		1.62e-4	2.25e-4	3.06e-4	4.1e-4	5.16e-4	7.65e-4	_	0.426	4.07	4.73	0.127	- 16
Cs-137 (F;0.03 мк	M) -2		7e-3	3.12e-3	3.87e-3	4e-3	3.87e		3.65e-3	3.78e-3	2.02e-3	3.39e-3	1.42e-2	4.14e-2		1.23	3.25	2.25	0.172	- 10
Cs-137 (F;0.03 Ba-137m	3 MKI -2	500 5.9	99e-3	7.17e-3	8.76e-3	9.5e-3	1.08e	-2 1.22e-2	1.39e-2	1.67e-2	2.22e-2	3.79e-2	7.38e-2	0.191	0.592	1.51	2.08	1.14	0.173	- 16
Pu-239 (S;0.03 мк	(M)		3e-2	1.46e-2	1.8e-2	2.06e-2	2.42e		3.47e-2	4.51e-2	6.52e-2	0.106	0.197	0.404	0.84	1.4	1.37	0.631	0.119	
Am-241 (М;0.03 м	км) 🗔)7e-2	2.68e-2	3.27e-2	3.99e-2	4.82e		7.4e-2	9.68e-2	0.142	0.224	0.373	0.618	0.94	1.1	0.811	0.321	6.27e	- 17:
Ст-244 (М;0.03 м	кмі 📖		33e-2 34e-2	4.39e-2 6.56e-2	5.56e-2 8.41e-2	6.75e-2 0.105	8.33e	-2 0.104	0.133	0.178	0.249	0.365	0.531	0.74	0.876	0.797	0.483	0.17	3.54e-	- 17
Bcero			34e-2	9.06e-2	0.416-2	0.103	0.12		0.205	0.265	0.356	0.478	0.616	0.724	0.712	0.54	0.288	5.69e-2	1.04e-	
	_	_	9e-2	0.112	0.143	0.178	0.21		0.316	0.375	0.436	0.483	0.493	0.447	0.339	0.205	9.42e-2	2 2.95e-2	4.23e	- 18
	_		2e-2	0.127	0.161	0.198	0.23	_	0.321	0.361	0.389	0.396	0.367	0.299	0.206	0.114	4.98e-2	2 1.37e-2		
	-6	500 9.9	98e-2	0.13	0.164	0.199	0.23	3 0.265	0.292	0.308	0.311	0.291	0.246	0.183	0.118	5.95e-2	2.45e-2	5.7e-3	-	1 - 18
	-7	000 9.4	7e-2	0.122	0.152	0.18	0.20	6 0.226	0.238	0.239	0.224	0.196	0.155	0.107	6.4e-2	3.17e-2	1.12e-2	2 -	-	J - 19
	-7	500 8.2	23e-2	0.105	0.128	0.149	0.16	5 0.175	0.176	0.168	0.149	0.122	8.95e-2	5.81e-2	3.27e-2	1.53e-2	4.7e-3	-	-	- 13
	-8	000 6.5	2e-2	8.29e-2	9.89e-2	0.113	0.12	2 0.124	0.121	0.109	9.13e-2	6.98e-2	4.81e-2	2.94e-2		6.53e-3	-	-		- 19
	_		8e-2	5.93e-2	7.05e-2	7.8e-2	8.25e		7.54e-2	6.48e-2	5.3e-2	3.89e-2	2.58e-2	1.53e-2		1.43e-3	-			
	_		26e-2	3.98e-2	4.56e-2	5.03e-2	5.12e		4.44e-2	3.7e-2	2.83e-2	1.98e-2	1.25e-2	7.13e-3						- 20
	_	-	11e-2	2.46e-2	2.78e-2	2.94e-2	2.98e	-2 2.78e-2	2.4e-2	1.92e-2	1.41e-2	9.41e-3	5.71e-3	1.92e-3	3 -				<u> </u>	
			7e-2	1.38e-2	1.52e-2	1.64e-2	1.59e		1.19e-2	9.13e-3	6.43e-3	4.14e-3	1.61e-3		-	-	-	-	<u> </u>	- 20
	_		01e-3 6e-3	6.88e-3 3.47e-3	8.04e-3 3.67e-3	8.15e-3 3.6e-3	7.66e 3.27e		5.36e-3 2.13e-3	3.96e-3 1.52e-3	2.69e-3	9.12e-4			-	-			· ·	- 21
			ье-з 25е-3	3.47e-3 1.38e-3	1.41e-3	1.33e-3	3.27e		2.13e-3 3.65e-4	1.52e-3							· ·			- 21:
етело		_	7e-4	3.89e-4	3.82e-4		1.116	3.4164	3.036.4			-							+ -	- 21:
"Взрослый" ▼		500		5.000												.			 	

Countermeasures summary

Гводные результат Распеты по часе сечин				_				тов										×
Расчеты по населенны						—— Си	тнь 9-97) ценарий выб Геst2.001\Тє		дионуклидо	в							3 •	
Название	Тест			J	<u> </u>													
Населенный пункт						Отношение "доза/критерий" ("максимально возможная предотвращенная доза/критерий")												_
	Hace-	Рассто- яние	Ази	мут	Экст-						Неотложны	е контрме	<u> </u>					-
	ление, чел.	от РАЗС, км	от [°] PAЭC,*		рен- ные контр- меры	Укрытия	Уровн Эвакуация	ни безусловной опра Йодная профилактика		авданности Ограничение пребывания на открытом воздухе		Укрытие	Ниж Эвакчация	кние границы оправ Йодная профилактика		вданности Ограничение пребывания на открытом воздухе		a
					меры			дети	взрослые	дети	взрослые			дети	взрослые	дети 🛆	взрослые	
Хряськ	724	4.490	188	·	1.55	25.9	7.77	38.9	8.29	77.7	13.8	155	25.9	155	20.7	404	111	
Цміни	945	4.625	229	-	0.697	11.6	3.49	17.4	3.72	34.9	6.2	69.7	11.6	69.7	9.29	181	49.9	
Старий Чорторийськ	1 829	11.015	184	+	0.613	10.2	3.07	15.4	3.27	30.7	5,46	61.4	10.2	61.4	8.19	159	44	
Погулянка	307	23.712	184	+	0.362	6.04	1.81	9.06	1.93	18.1	3.22	36.3	6.04	36.3	4.83	94.1	26	
Нічогівка	514	23,448	181	+	0.351	5.86	1.76	8.79	1.87	17.6	3.12	35.1	5.86	35.1	4.68	91.2	25.2	
Красноволя	801	24.246	188	4	0.334	5.57	1.67	8.35	1.78	16.7	2.97	33.4	5.57	33.4	4.45	86.7	23.9	4
Матейки (2)	275	26.270	182	+	0.331	5.52	1.66	8.28	1.77	16.6	2.94	33.1	5.52	33.1	4.41	86	23.7	
Заріччя	382	15.532	174	1	0.326	5.44	1.63	8.16	1.74	16.3	2.9	32.6	5.44	32.6	4.35	84.7	23.4	
Тельчі	592	19.472	176	+	0.316	5.27	1.58	7.9	1.69	15.8	2.81	31.6	5.27	31.6	4.21	82.1	22.6	
Гораймівка	1 293	30.962	179	+	0.271	4.53	1.36	6.8	1.45	13.6	2.41	27.2	4.53	27.2	3.62	70.5	19.5	
Чорниж	1 630	31.397	187	4	0.266	4.44	1.33	6.65	1.42	13.3	2.36	26.6	4.44	26.6	3.55	69.1	19.1	
Матейки (1)	305	27.543	192	4	0.246	4.1	1.23	6.15	1.31	12.3	2.18	24.6	4.1	24.6	3.28	63.8	17.6	
Козлиничі	453	6.163	164	1	0.244	4.07	1.22	6.1	1.3	12.2	2.17	24.4	4.07	24.4	3.25	63.3	17.5	
Куликовичі (2)	96	16.020	201	1	0.238	3.97	1.19	5.95	1.27	11.9	2.11	23.8	3.97	23.8	3.17	61.8	17	
Куликовичі (1)	723	19.661	200	1	0.199	3.33	0.998	4.99	1.06	9.98	1.77	20	3.33	20	2.66	51.8	14.3	
Мала Ведмежка	156	7.147	243	K	0.16	2.66	0.799	3.99	0.852	7.99	1.42	16	2.66	16	2.13	41.5	11.4	
Новосілки	484	13.424	212	1	0.159	2.66	0.797	3.98	0.849	7.97	1.42	15.9	2.66	15.9	2.12	41.4	11.4	
Мала Осниця	377	13.185	166	1	0.145	2.42	0.726	3.63	0.774	7.26	1.29	14.5	2.42	14.5	1.93	37.7	10.4	
Рудники (3)	98	27.981	198	1	0.139	2.32	0.695	3.48	0.741	6.95	1.23	13.9	2.32	13.9	1.85	36.1	9.95	
Підгаття	155	9.302	231	K	0.129	2.15	0.646	3.23	0.689	6.46	1.15	12.9	2.15	12.9	1.72	33.5	9.25	
Рудники (2)	175	30.224	199	1	0.106	1.76	0.529	2.64	0.564	5.29	0.94	10.6	1.76	10.6	1.41	27.5	7.57	
Осова	223	26.856	167	4	0.104	1.74	0.521	2.61	0.556	5.21	0.926	10.4	1.74	10.4	1.39	27.1	7.46	
Велика Осниця	668	15.473	162	1	0.067	1.12	0.336	1.68	0.358	3.36	0.597	6.73	1.12	6.73	0.896	17.5	4.82	Ī

Settlements sorted by "dose / countermeasure criterion" value

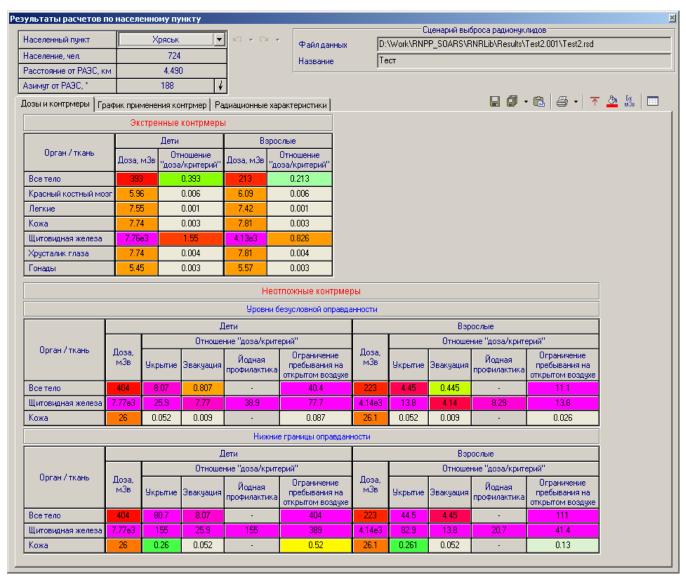
Countermeasures summary

(continuation)

водные результат Расчеты по населенны																			
Сценарий выброса радионуклидов Файл данных D:\Work\RNPP_SOARS\RNRLib\Results\Test2.001\Test2.rsd														🖨 •					
Название	Тест		CALLS THE HEID TESSING TO COLE, OUT TO CALE, OUT AT CALE, OUT AT CALLS													不 💁 🚱 🐚			
Населенный пункт					Время достижения уровня критерия														
	Время		ремя ахож-	Экст-	Неотложные контрмеры														
	достижения	Д	цения	рен-		У ровн	ни безусл	повной опра	вданности			Ниж	ние гран	ницы оправд	данности				
	шлейфом		илей- фа	ные контр- меры	Укрытие	Эвакуация	Йодная профилактика		Ограничение пребывания на открытом воздухе		Укрытие	Звакуация	Йодная профилактика		Ограничение пребывани на открытом воздухе		A		
							дети	взрослые	дети	взрослые			дети	взрослые	дети	взрослые	4		
Хряськ	01/01/2000 13:		3:00	1:10	0:28	0:35	0:26	0:35	0:22	0:30	0:20	0:28	0:20	0:30	0:15	0:21			
Цміни	01/01/2000 12:	25 :	2:30	-	0:24	0:30	0:22	0:30	0:19	0:28	0:16	0:24	0:16	0:25	0:13	0:17			
Старий Чорторийськ	01/01/2000 13:	30	5:15		0:45	1:05	0:40	1:05	0:30	0:55	0:29	0:45	0:29	0:45	0:23	0:30	1		
Погулянка	01/01/2000 14:	25	9:00		1:20	2:10	1:15	2:00	1:00	1:40	0:50	1:20	0:50	1:30	0:40	0:55	_		
Нічогівка	01/01/2000 14:	25	9:00		1:25	2:10	1:15	2:10	1:05	1:45	0:55	1:25	0:55	1:30	0:45	1:00	1		
Красноволя	01/01/2000 14:	20	9:00		1:25	2:20	1:15	2:10	1:05	1:45	0:55	1:25	0:55	1:35	0:45	1:00			
Матейки (2)	01/01/2000 14:	35	8:30		1:35	2:30	1:25	2:20	1:10	1:55	1:00	1:35	1:00	1:40	0:50	1:05			
Заріччя	01/01/2000 14:	00	6:30		1:05	1:45	1:00	1:40	0:50	1:20	0:40	1:05	0:40	1:10	0:30	0:45			
Тельчі	01/01/2000 14:	15	7:45		1:15	2:00	1:10	1:55	0:55	1:35	0:45	1:15	0:45	1:25	0:40	0:50			
Гораймівка	01/01/2000 15:	00	8:00	-	1:55	3:00	1:40	3:00	1:25	2:20	1:10	1:55	1:10	2:00	1:00	1:20			
Чорниж	01/01/2000 14:	55	8:30		1:50	3:10	1:40	3:00	1:20	2:20	1:10	1:50	1:10	2:00	0:55	1:15			
Матейки (1)	01/01/2000 14:	35	8:30		1:40	3:00	1:25	2:50	1:10	2:10	1:00	1:40	1:00	1:50	0:50	1:05			
Козлиничі	01/01/2000 13:	30	3:10		0:40	1:15	0:35	1:10	0:30	0:55	0:26	0:40	0:26	0:45	0:21	0:30			
Куликовичі (2)	01/01/2000 13:	35	6:30		1:00	2:00	0:50	1:50	0:40	1:15	0:35	1:00	0:35	1:05	0:29	0:40			
Куликовичі (1)	01/01/2000 13:	50	7:45	-	1:15	-	1:05	3:00	0:55	1:45	0:45	1:15	0:45	1:25	0:35	0:50			
Мала Ведмежка	01/01/2000 12:	35	2:40	-	0:27		0:24	- 1	0:20	0:35	0:16	0:27	0:16	0:30	0:13	0:18			
Новосілки	01/01/2000 13:	15	5:15	-	0:55	-	0:45	-	0:40	1:15	0:30	0:55	0:30	1:00	0:27	0:35			
Мала Осниця	01/01/2000 14:	00	5:30	-	1:15		1:05		0:50	1:45	0:45	1:15	0:45	1:25	0:35	0:50			
Рудники (3)	01/01/2000 14:	30	8:30	-	2:00		1:45		1:25	3:00	1:10	2:00	1:10	2:20	0:55	1:15			
Підгаття	01/01/2000 12:	50	3:30		0:35		0:30		0:25	0:55	0:20	0:35	0:20	0:40	0:16	0:23			
Рудники (2)	01/01/2000 14:	40	8:30		2:30		2:00		1:35	-	1:20	2:30	1:20	2:50	1:05	1:30	j		
Осова	01/01/2000 15:	05	8:00		2:10		1:55	-	1:30		1:15	2:10	1:15	2:30	0:55	1:20	1		
Велика Осниця	01/01/2000 14	15	5:45		2:10		1:35		1:15		1:00	2:10	1:00		0:45	1:05	1		

The table contains times for achievement of settlements and staying above them by cloud, times of achievement of dose criteria for countermeasures

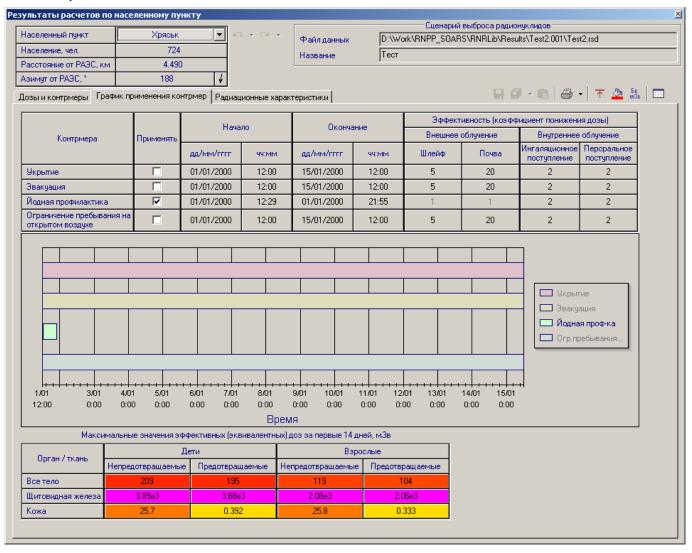
Detailed results for settlements



Doses and "dose / countermeasure criterion" values

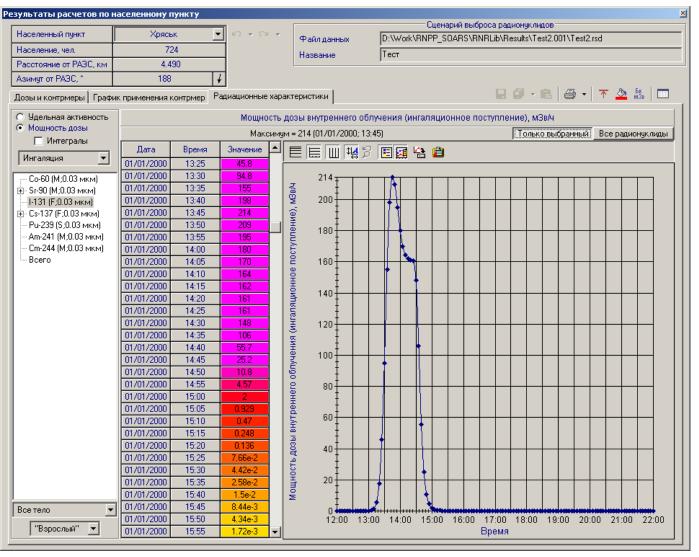
Detailed results for settlements

(continuation)



Detailed results for settlements

(continuation)



Dynamics of radiation characteristics (activities, doses)

Summary

- ✓ КАДО incorporates a complex of the models giving a possibility to carry out the prognosis of radiation situation in case of radiation accident
- ✓ КАДО is used 7 years by the Rivne NPP for decision support on countermeasures application in case of radiation accident
- ✓ КАДО received a high appraisal by OSART and WANO missions, therefore Ukrainian operator NNEGC "ENERGOATOM" extended КАДО to all four operating Ukrainian NPPs