



ЧЕРНОБЫЛЬ: ОТ ВОЗРОЖДЕНИЯ ДО УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Единый день информирования

14 апреля 2026 г.

Ермоленков

Виктор Владимирович

В настоящее время ядерная энергетика является одной из немногих реальных альтернатив существующей углеводородной энергетике.



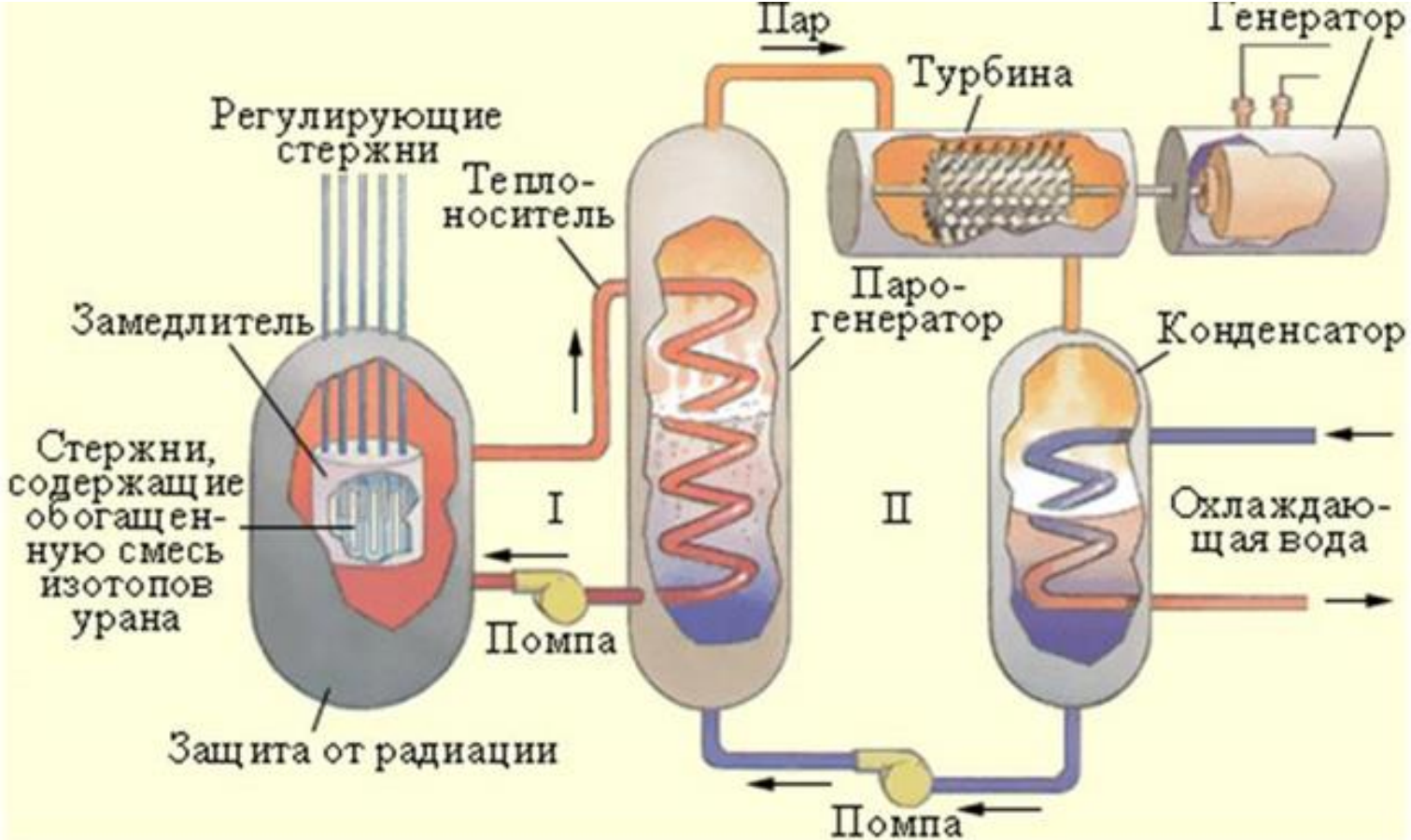
Отто Ган



Фриц Штрассман

В 1939 году установлено, что при бомбардировке урана нейтронами возникают другие изотопы. Ядро урана может делиться. Урановая руда состоит из Урана-238 (99,3 %) и Урана-235 (0,7 %). При делении ядра Урана-235 освобождается 2 или 3 нейтрона. Если они попадут в ядра Урана-235, то вызовут их деление. Появятся уже от 4 до 9 нейтронов и т. д. Этот лавинообразный процесс - цепная реакция. **Деление 1 грамма урана-235 высвобождает столько же энергии, сколько ее выделяется при сгорании около 2000 литров нефти.** Но нейтроны в 99 случаях из 100 попадают в ядра Урана-238 и там поглощаются без цепной реакции. Для получения энергии нужен почти чистый Уран - 235.

Значит, нужно взять руду и с помощью центрифуг отделить от нее Уран-238. Полученный Уран-235 (или обогащённый уран), используется в качестве топлива для ядерного реактора.



Родилась идея ядерного реактора!

Вода снимает тепло
с активной зоны,
греет воду
вторичного контура,
превращая ее в пар.

Пар вращает лопадки турбины. Управление реакцией осуществляется путем введения в активную зону стержней из бора или кадмия — материалов, хорошо поглощающих нейтроны.



© Roman Vukolov | d0cent.livejournal.com | V-studio.ru Creative group

Активная зона ядерного реактора: стальная оболочка. В ней - уран-235 в виде таблеток, загруженных в сотни трубок из нержавеющей стали.

Авария с потерей теплоносителя. Разрыв трубопровода системы охлаждения. Подпитка не может восполнить утечку. Разрыв первого контура - Нагрев циркониевых оболочек ТВЭЛов. Активная зона плавится, проплавляя корпус реактора. Расплав может уйти через бетонное днище шахты.

«Китайский синдром» - гипотетическая ситуация, когда расплавленное вещество активной зоны могло бы проделать дыру в земном шаре и очутиться в Китае.

Пароциркониевая реакция. В громадных количествах образуется взрывоопасный водород.

Графит разогревается до 2000 – 3000 градусов. При доступе к воздуху он прекрасно горит.

Разобрались в медицинских последствиях

При облучении молекул воды ионизирующими излучениями образуются свободные радикалы (H^* , OH^*).

За время их жизни (10–15 с) они реагируют между собой (снова молекула воды), либо образуют пероксиды водорода. Они вступают в реакцию с липидами, белками, что приводит к гибели тканевых элементов, разрушению надклеточных структур (нитей хроматина), происходит разрыв углеродных связей, нарушения ферментативных систем, синтеза ДНК, белка. Нарушаются обменные процессы в организме.

Действие на человека при облучении

Доза, Гр	Если 1 кг тела получил энергию (в Дж)
0–0,25	Отсутствие явных повреждений
0,2–0,5	Возможное изменение состава крови
0,5–1	Изменения в крови, усталость, слабая тошнота
1–2	Изменения в составе крови, рвота, явные патологические изменения. Нижний уровень легкой степени лучевой болезни
2–4	Нетрудоспособность (кровоизлияние, временная стерильность)
4	Смертность около 50%, тяжелая степень лучевой болезни
6	Повреждение центральной нервной системы, смертность около 100%
>8	Смерть неизбежна



Доктор **Норман Расмуссен**

Заказ Комиссии по атомной энергии США.

4 миллиона долларов, 100 человек, 3 года. Отчет в 1975 г.

Оценка аварии с расплавлением активной зоны реактора: радиоактивное заражение приведет к примерно 3 тыс. преждевременных смертей, материальный ущерб составит около 14 миллиардов долларов. Число заболевших раком может ежегодно возрасти на 1500 человек.

Вероятность технического возникновения аварии:
1:10 000 реакторов в год.

Если в стране 25 реакторов.

1 АЭС	1 год	Риск 1:10 000
-------	-------	---------------

25 АЭС	1 год	Риск 1:400
--------	-------	------------

25 АЭС	15 лет	Риск 1:27	(3.7%!!!!)
--------	--------	-----------	------------

Критика была уничтожающей!
Доклад похоронили на полке.

Атомная станция «Три-Майл Айленд» в Пенсильвании. 28 марта 1979 года, чуть позже 4:00 утра, отказал насос во втором контуре охлаждения реактора. Предохранительный клапан заклинило, в защитный корпус реактора хлынула радиоактивная вода. Насос для перекачки воды был отключен для проведения техобслуживания. Температура активной зоны начала повышаться, ТВЭЛы разрушились, произошло **частичное** (52%) их расплавление. Причина: Из-за потери теплоносителя активная зона с ураном в 40 минут была целиком обнажена. Подача теплоносителя возобновилась, защитный корпус реактора почти полностью предотвратил утечку радиации.



Причина: Человеческий фактор!!



Чернобыль



Четвертый энергоблок ЧАЭС запущен в эксплуатацию в декабре 1983 г. На 25 апреля 1986 г. намечены проектные испытания. Предполагалось обесточить оборудование АЭС. Результат: 26 апреля в 01 час 24 минуты произошел неконтролируемый рост мощности. Охлаждающая вода моментально превратилась в пар. Образовавшийся из пара водород вступил в реакцию с графитовым замедлителем, что привело к двум сильным взрывам и пожару. Взрывами снесло 1000-тонную крышку реактора, а радиоактивные продукты взрыва выбросило в высокие слои атмосферы. В атмосфере оказалось 3,5% топлива реактора и 10% графита. Из-за взрыва и пожара в окружающую среду было выброшено значительное количество радиоактивных веществ. Выбросы радионуклидов существенно снизились только к концу первой декады мая 1986 года. Загрязнению подверглись территории Австрии, Германии, Италии, Великобритании, Швеции, Финляндии, Норвегии и ряда других. Обширные территории загрязнены в Украине (41,75 тыс квадр км), Белоруссии (46,6 тыс квадр км), европейской части России (57,1 тыс квадр км).

Пожарные мало что знали о радиоактивном факторе, а физики-ядерщики – химию расплавов. Одна группа физиков настояла на немедленном сбросе в раскаленный кратер ядерного вулкана свинца для снижения уровня проникающей радиации, а другая – на доставке туда же боросодержащих соединений, поскольку бор как замедлитель нейтронов препятствует возникновению возможной неуправляемой ядерной реакции и взрыва.

В результате сброшенный и окислившийся до оксида свинец в сочетании с оксидом бора при температуре выше 1000 градусов образовал расплав, немедленно начавший растворять и бетон, и его стальную арматуру, отчего здание стало рушиться, а в атмосферу было выброшено немалое количество радионуклидов – по некоторым оценкам объемом в 150-600 «хиросим».

Сразу после катастрофы погиб 31 человек, 60–80 – некоторое время спустя. Из района аварии эвакуировано 115 000 человек. 600 тысяч ликвидаторов получили высокие дозы радиации. Облучению подверглись почти 8,4 миллиона жителей Белоруссии, Украины и России.

Объект "Укрытие"



1 октября 1986 года запущен первый энергоблок ЧАЭС, 5 ноября — второй а 4 декабря 1987 года в работу был включен и третий энергоблок станции. ЧАЭС перестала вырабатывать электроэнергию 15 декабря 2000 г. (остановлен третий энергоблок). С 25 апреля 2001 года - работа по снятию энергоблоков с эксплуатации, утилизации отходов и строительству над четвертым энергоблоком нового защитного сооружения. После возведения его "надвинули" на четвертый энергоблок ЧАЭС. Станция будет полностью снята с эксплуатации к 2065 году.



Спустя 40 лет наступило «время для детей и внуков Чернобыля»

≈ 5 млн человек (в том числе 800 тыс. детей) живут в условиях хронического радиоактивного загрязнения

Общий экономический ущерб от Чернобыля за 40 лет превысил триллион долларов США

Авария способна превратить всю прибыль от атомной станции в многомиллиардные убытки

Источник β - и γ -
облучения в
соотношении
9:1

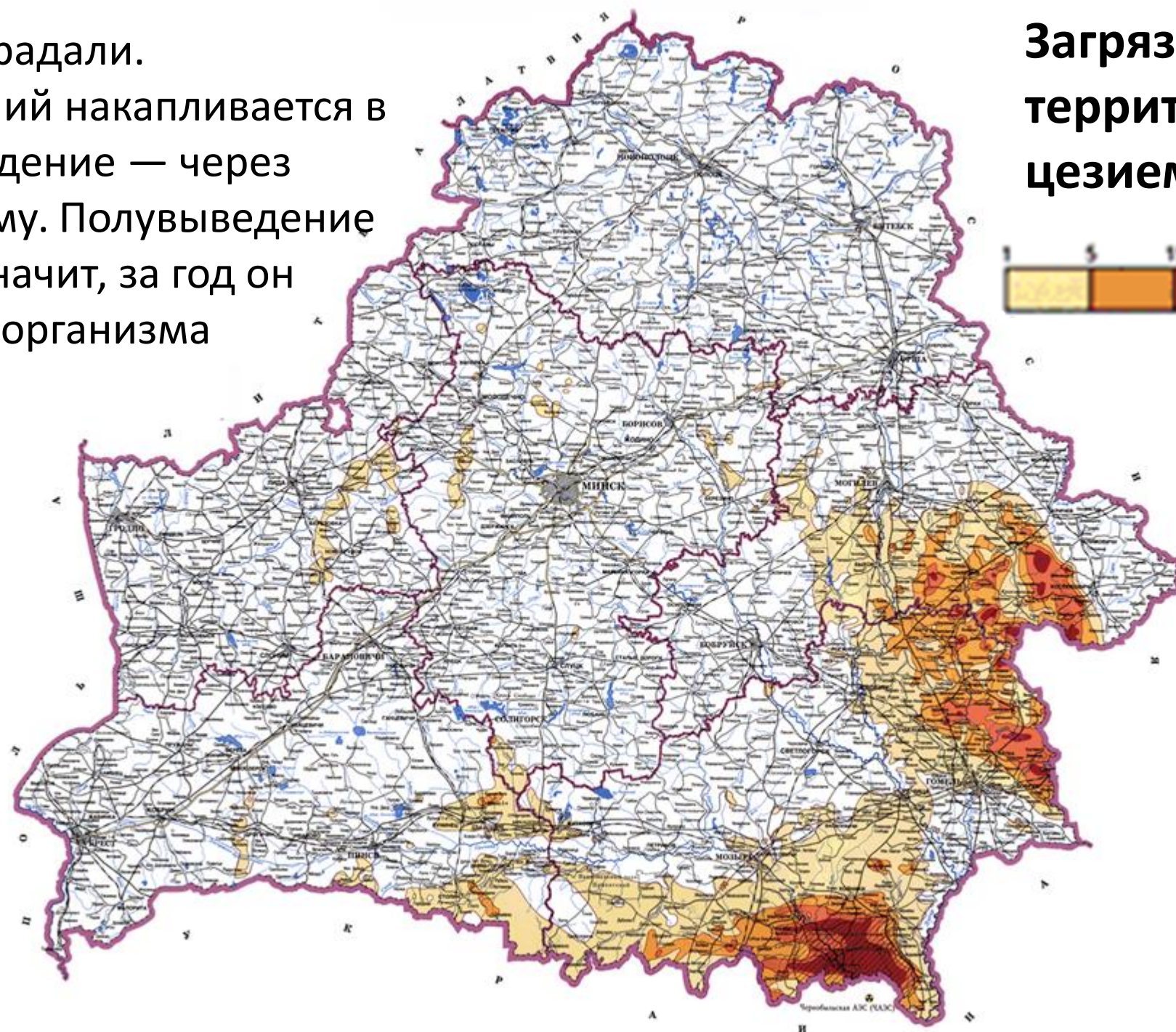
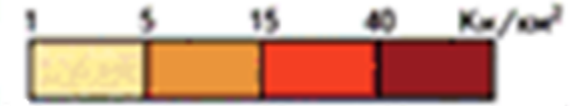


Радиоактивное загрязнение
территории Республики Беларусь
йодом-131 на 10 мая 1986 г. Источник:
<https://rad.org.by/articles/radiation/radiation.belarus>
©rad.org.by

Спустя час усваивается 80-90% радионуклида. К концу суток в щитовидной железе фиксируется до 30% всего поступившего йода - 131. Период полураспада - **8,04 суток**. Загрязнение йодом-131 обусловило большие дозы облучения щитовидной железы, что привело к значительному увеличению ее патологии.

Йод-131 полностью распался уже к сентябрю.

Загрязнение территории цезием-137

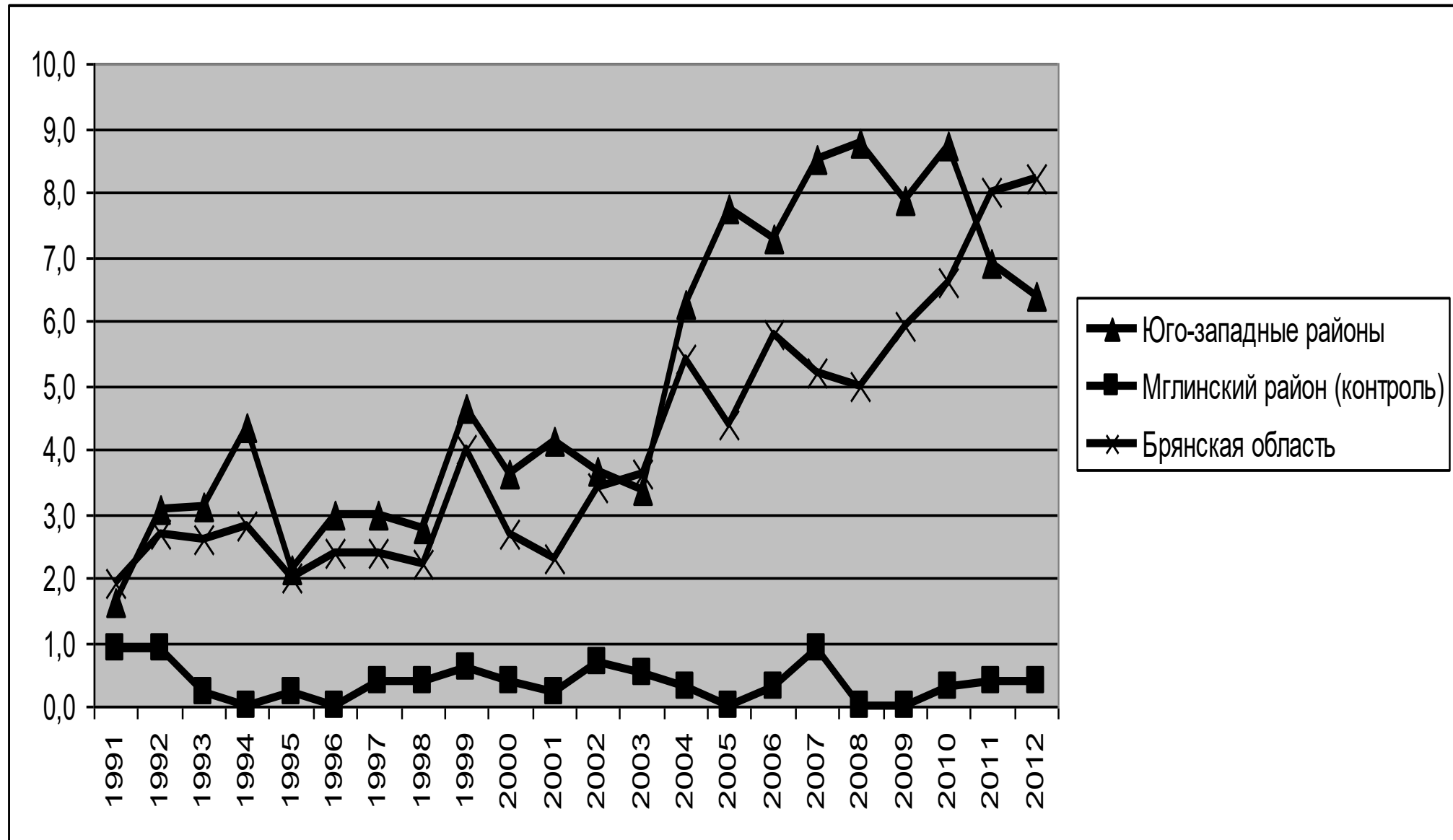


Сельхоз угодья пострадали.

Цезий-137, как и калий накапливается в мягких тканях. Выведение — через мочеполовую систему. Полувыведение - за пару месяцев. Значит, за год он почти полностью из организма выводится.

Накопленный в костях стронций-90 почти никак не выводится. Его бета-излучение воздействует на красный костный мозг — кроветворный орган. При больших дозах накопленный в организме стронций может вызвать рак крови.

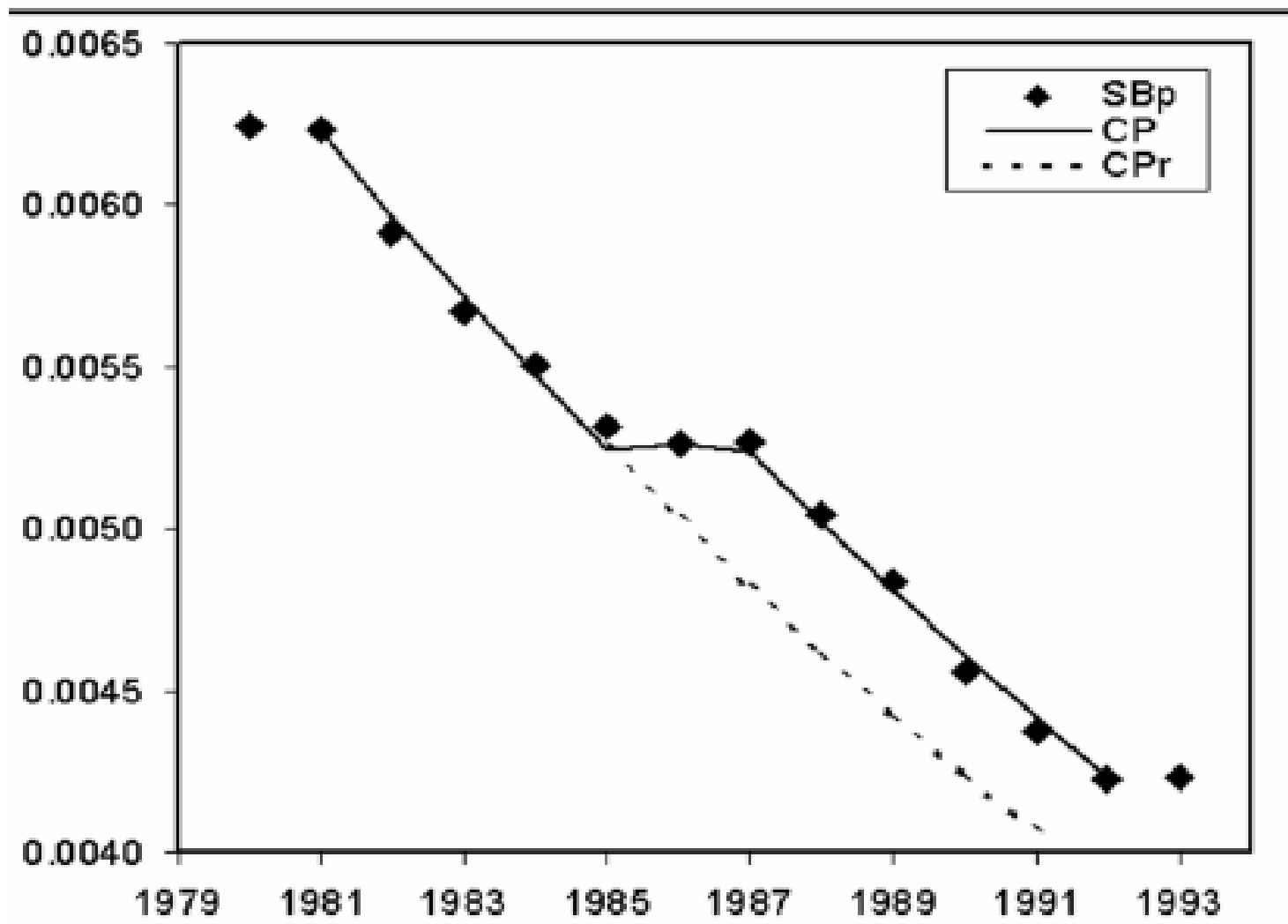
Динамика заболеваемости (на 1000 детского населения) врожденными пороками развития Брянской области за 1991 - 2012 гг. (Корсаков и др., 2014)



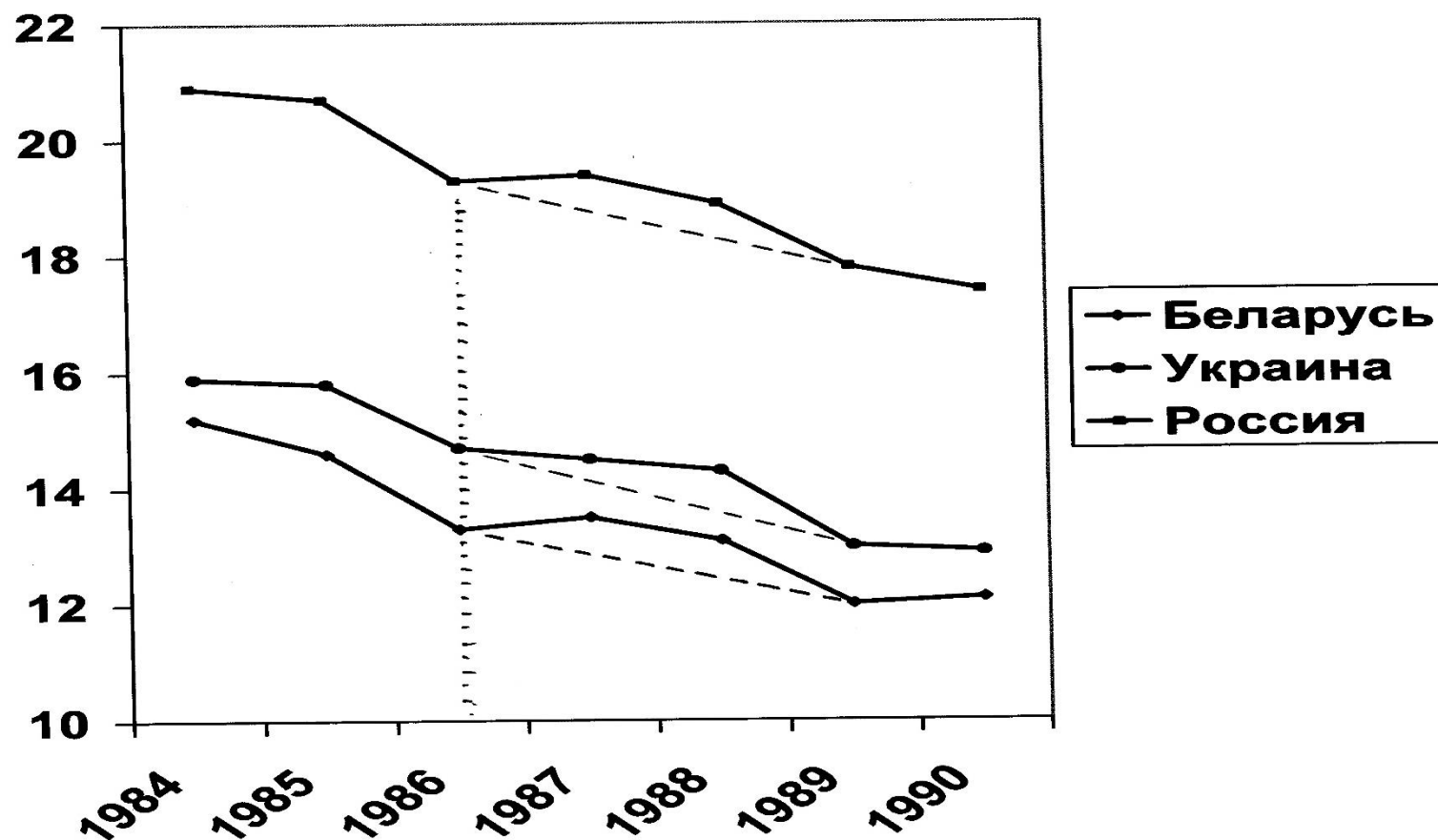
Динамика заболеваемости (на 100 000 населения) солидными раками в Брянской (1), Калужской (2) областях и по России (3) (Иванов, Цыб, 2002).
Примерами солидных опухолей являются саркомы, карциномы и лимфомы.



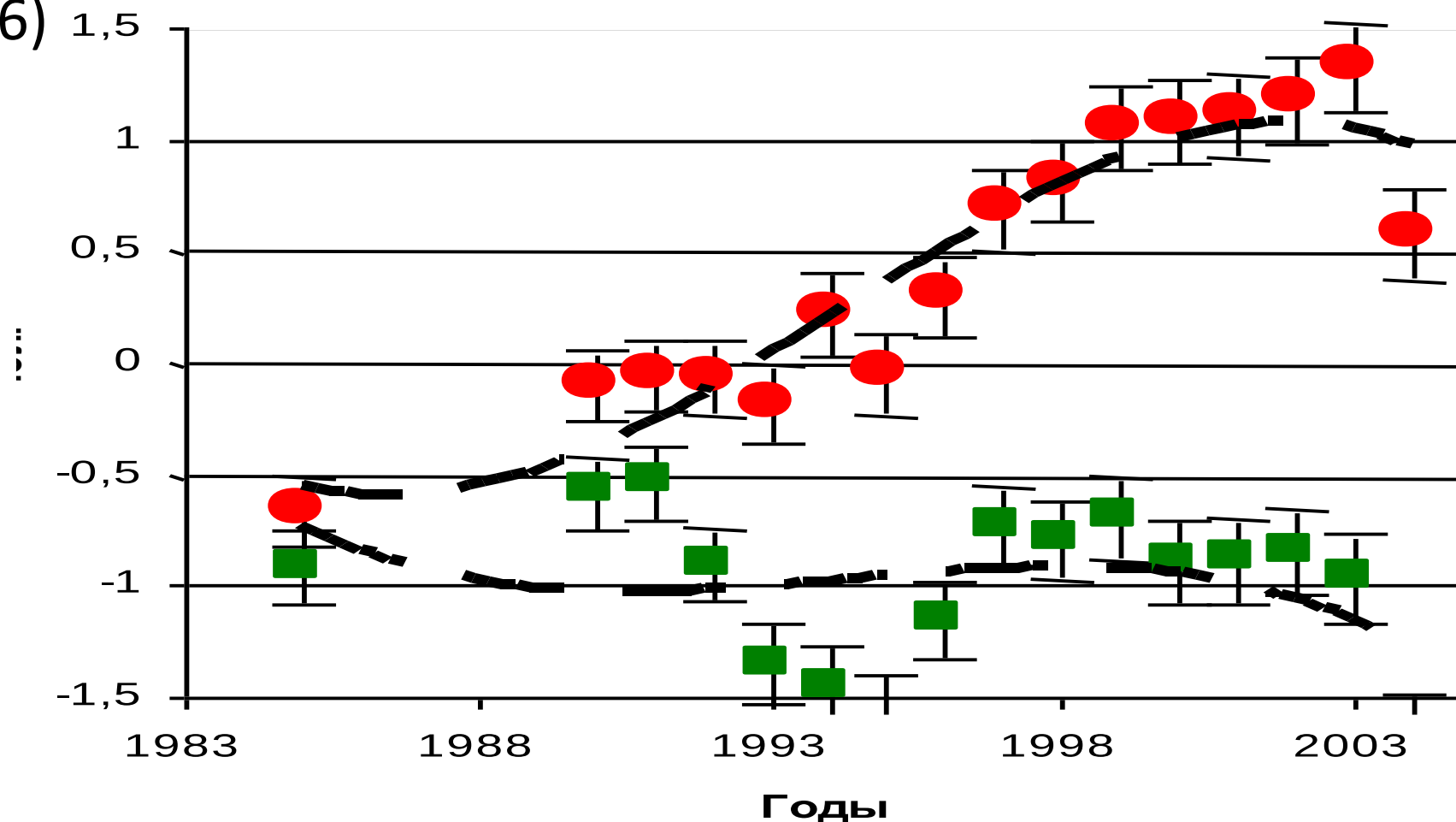
Изменение процента мертворождений в Швеции, Норвегии, Польше, Венгрии, Латвии, Исландии и Германии (Бавария + ГДР + Западный Берлин) в 1980 - 1993 гг. (Scherb, Wiegelt, 2003)

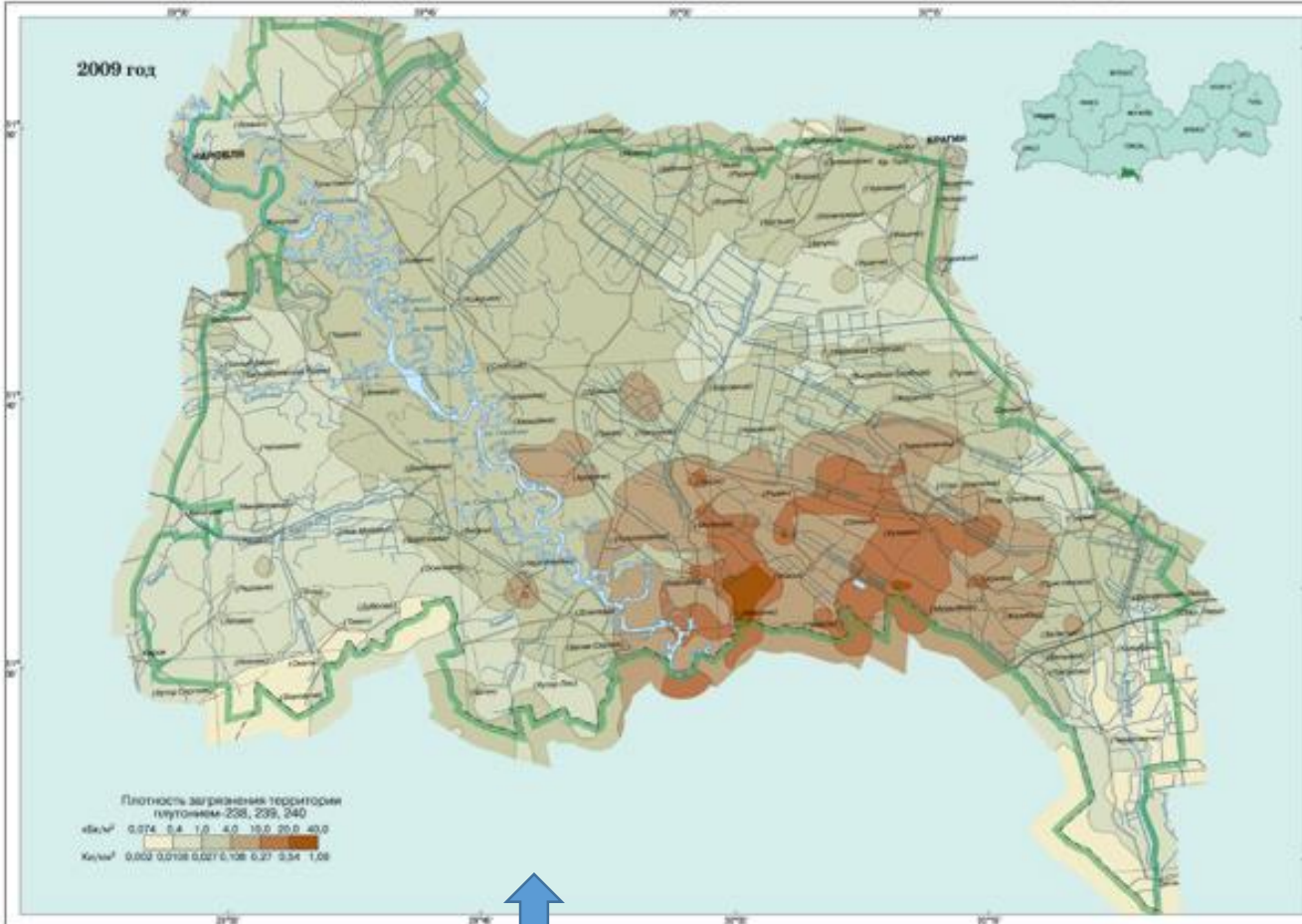


Динамика младенческой смертности в Беларуси, Украине и России в 1984 – 1990 гг. Пунктирная линия – многолетний тренд (www.demoscope.ru/weekly/vote/fig_imr11.png)



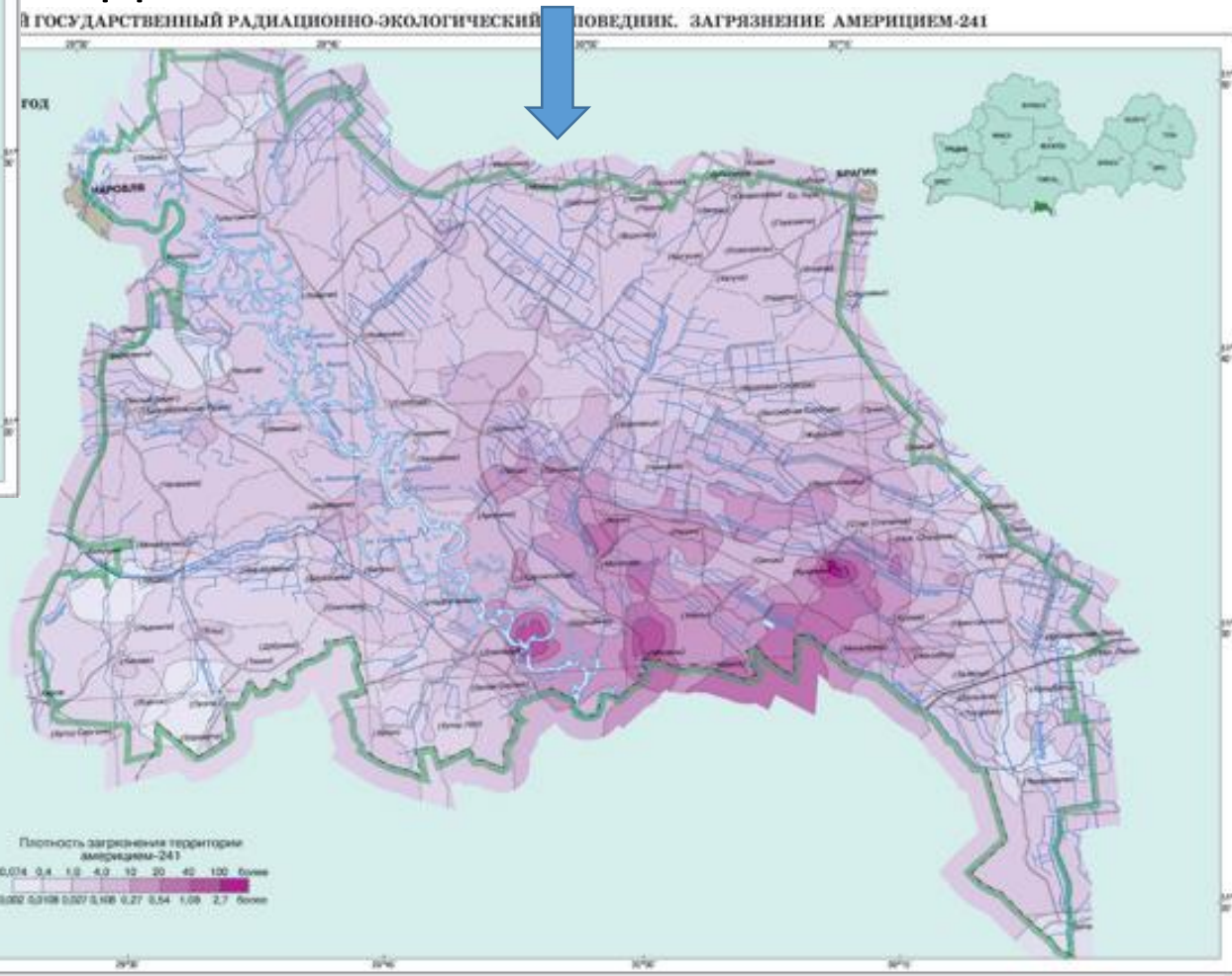
Показатели стандартизированной смертности (на 1000 человек) **для более загрязненных** Брянской, Тульской, Калужской, Орловской, Рязанской и Курской областей **и менее загрязненных** Смоленской, Белгородской, Липецкой, Тамбовской, Владимирской областей и Республики Мордовия (Худолей и др., 2006)





Полесский государственный радиационно-экологический заповедник, загрязнение плутонием-238,239,240, по данным за 2009 год

Полесский государственный радиационно-экологический заповедник, загрязнение америцием-241, по данным за 2009 год



Проблема Америция

Источник альфа-излучения. Более **мобильный**, чем плутоний. Период полураспада америция-241 — 432,2 года. Близко от реактора растёт уровень альфа-излучения и возрастают размеры этих зон. Прогноз — к 2060 году америция там станет вдвое больше, чем сейчас. Некоторые ученые считают, что ситуация серьёзная, и даже часть Речицкого района может попасть в зону заражения. Америций и плутоний воспринимаются организмом как чужеродные элементы. Они остаются в почве и в растения не переходят. Могут попасть через организмы животных, в чей рацион входит почва (пр. дикий кабан).

Как распределить финансы?

- проведение защитных мероприятий в АПК
- социально-экономическая поддержка
- медицинская защита пострадавшего населения

Для начала надо зонировать загрязнённые территории

Установлено: территории радиоактивного загрязнения - там, где в год к имеющемуся облучению населения есть доза дополнительного облучения чернoбыльскими радионуклидами - 1 мЗв.

Зиверт, как Грэй (Дж/кг), но скорректированной на опасность типа излучения (α -, β -, γ -). Средний естественный радиационный фон - 2,4 мЗв/г.

Зонирование в зависимости от степени загрязнения

Зона	Годовая эффективная доза, мЗв	Плотность загрязнения, кБк/м² (Ки/км²)		
		Цезий-137	Стронций-90	Плутоний-238 - 239, -240
с периодическим радиационным контролем	<1	37-185 (1-5)	5,55-18,5 (0,15-0,5)	0,37-0,74 (0,01-0,02)
с правом на отселение	1-5	185-555 (5-15)	18,5-74,0 (0,5-2,0)	0,74-1,85 (0,02-0,05)
последующего отселения	>5	555-1480 (15-40)	74-111 (2-3)	1,85-3,70 (0,05-0,10)
первоочередного отселения	>5	>1480 (>40)	>111 (>3)	>3,7 (>0,1)
эвакуации (отчуждения)	Территория, с которой было эвакуировано население			

Зона отчуждения. Площадь около 170 тыс. га. Население эвакуировано в 1986 г. «30-километровая зона». Это Полесский государственный радиационно-экологический заповедник часть Брагинского, Хойникского и Наровлянского районов. Здесь выпало 97 % наиболее опасных трансурановых радионуклидов, 73 % стронция-90 и 30 % цезия- 137.

Зона первоочередного отселения характеризуется плотностью загрязнения цезием-137 свыше 40 Ки/км, зона последующего отселения - плотностью загрязнения 15-40 Ки/км. Отселение жителей и процесс выведения земель из оборота происходили в 1986-1989 гг. Это в Брагинском, Ветковском, Хойникском, Наровлянском, Добрушском районах Гомельской области, Костюковичском, Краснопольском, Славгородском и Чериковском районах Могилевской области.

Зона с правом на отселение. Плотность загрязнения 5-15 Ки/км², зона проживания с периодическим радиационным контролем - плотность загрязнения 1-5 Ки/км². Ведение сельского хозяйства в этих зонах осуществляется с соблюдением норм и правил радиационной безопасности и с обязательным проведением защитных мероприятий, позволяющих получать нормативно чистую продукцию.

Минский район в 1986 году подвергся неравномерному загрязнению цезием-137 и стронцием-90 после аварии на ЧАЭС, в основном на уровне 1–5 Ки/км², с локальными пятнами. Наибольшие выпадения отмечены на юге района, при этом **Минск и его окрестности не вошли в зону обязательного отселения, но потребовали радиационного контроля.**





В 1986-1991 гг. одновременно с отселением людей ликвидировали 54 колхоза и совхоза, выведены из сельхоз оборота 265 тыс. га земель. Итог: снижение валового сбора, уменьшение поголовья скота

С 1990 г. реализовано 6 госпрограмм по преодолению последствий катастрофы на ЧАЭС. Последняя, шестая - на 2021-2025 годы. Её общее финансирование - Br2,991 млн. Поставлено пять задач. Первая - соцзащита, медпомощь, санаторно-курортное лечение и оздоровление пострадавшего населения. Вторая - радиационная защита и адресное применение защитных мер в сельском хозяйстве. Третья - социально-экономическое развитие регионов. Четвертая - совершенствование санаторно-курортного лечения и оздоровления детей на территории радиоактивного загрязнения. Пятая - проведение научных исследований и информационной работы.

СОЦИАЛЬНАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ПО ПРЕОДОЛЕНИЮ ПОСЛЕДСТВИЙ КАТАСТРОФЫ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС НА 2021–2025 ГГ.



Охват

800 тыс.



Госрегистр пострадавших от ЧАЭС и других радиационных аварий



Приоритет



Здоровье и качество жизни людей

Отражение мер поддержки пострадавшего от ЧАЭС населения в менталитете белорусов может иметь полярный вид. Среди мнений варианты:

- Государство сделало максимум возможного для смягчения последствий аварии на ЧАЭС и все меры были правильными и хорошо обоснованными.
- Спасибо Чернобылю! Хоть дети смогли квартиры получить. А как бы они смогли это сделать с такими неподъемными для сельчан рыночными ценами? Сидели бы здесь по хатам и никуда бы выбиться не могли.
- Синдром жертвы. Восприятие себя неспособным изменить ситуацию, безынициативность, ожидание внешней поддержки, снижение адаптивности из-за социального безразличия.

Радиоэкологический мониторинг

0,7

Дезактивация загрязнённых территорий

15,7

Социальная сфера

7,5

Транспорт и связь

1,4

Минерально-сырьевые и водные ресурсы

1,1

Строительный комплекс

1,1

Промышленность

0,3

Лесное хозяйство

1,7

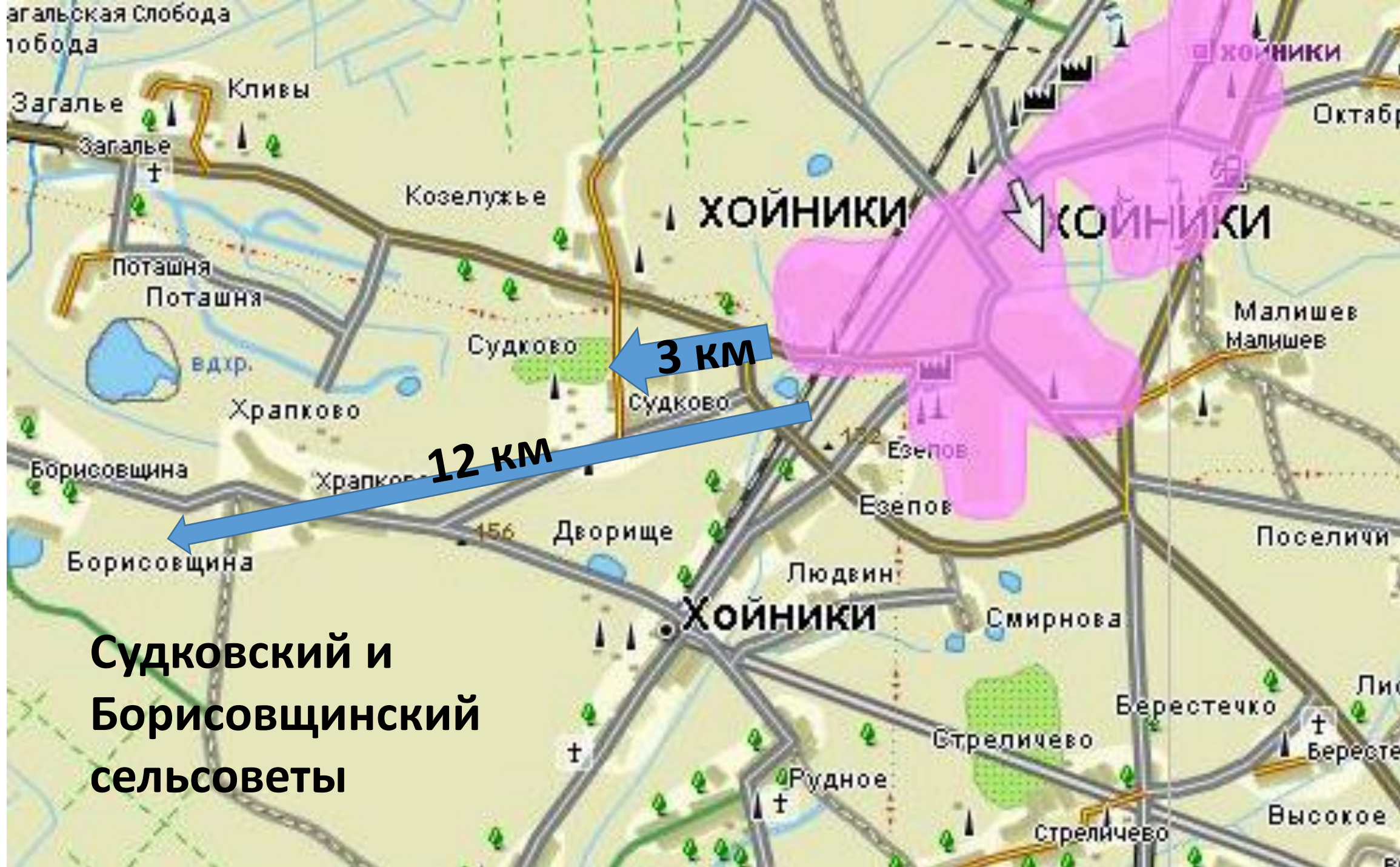
Агропромышленный комплекс

30,6

Здравоохранение

39,7

Структура
ущерба
Беларуси
от аварии на
ЧАЭС, %



**Судковский и
Борисовщинский
сельсоветы**

Полная удовлетворённость ситуацией, как особенность отношения местных жителей к проблемам территории

Судковский и Борисовщинский сельсоветы загрязнены радионуклидами и относятся к зоне, где жители имеют право на отселение.

Таблица. Распределение ответов респондентов об их отношении к своему населенному пункту (Судковский сельсовет)

Как вы относитесь к своему населенному пункту?	%
Мне очень нравится здесь жить	70,0
В целом я доволен(а), но кое-что хотелось бы изменить	30,0
В целом положительно	100,0
Мне не нравится здесь жить, хотел(а) бы уехать отсюда	—

Люди живут в зоне, где эффективная доза облучения населения над естественным и техногенным фоном может превысить 1 мЗв!

Таблица. Распределение ответов респондентов об их отношении к своему населенному пункту (Борисовщинский сельсовет)

Как вы относитесь к своему населенному пункту?	%
Мне очень нравится здесь жить	10,0
В целом я доволен(а), но кое-что хотелось бы изменить	80,0
В целом положительно	90,0
Мне не нравится здесь жить, хотел(а) бы уехать отсюда	10,0

Могут возникнуть вопросы:
1) Зачем планировать изменения, если жители совершенно довольны тем, что имеют? Более того, попытки «нарушить» статус-кво могут вызвать противодействие со стороны всем довольных людей.

- 2) Какие стратегические цели смогут сформулировать люди, которые:
- практически не знакомы с концепцией устойчивого развития;
 - не вполне осознают, что существуют альтернативы десятилетиями практикуемым в данной местности решениям;
 - за исключением мелких бытовых вопросов, удовлетворены положением дел?

Социологический опрос 360 жителей (Судковский и Борисовщинский сельсоветы). Ин-т социологии НАН РБ. Вопрос: **какие меры предпринять по улучшению жизни на загрязненных территориях?**

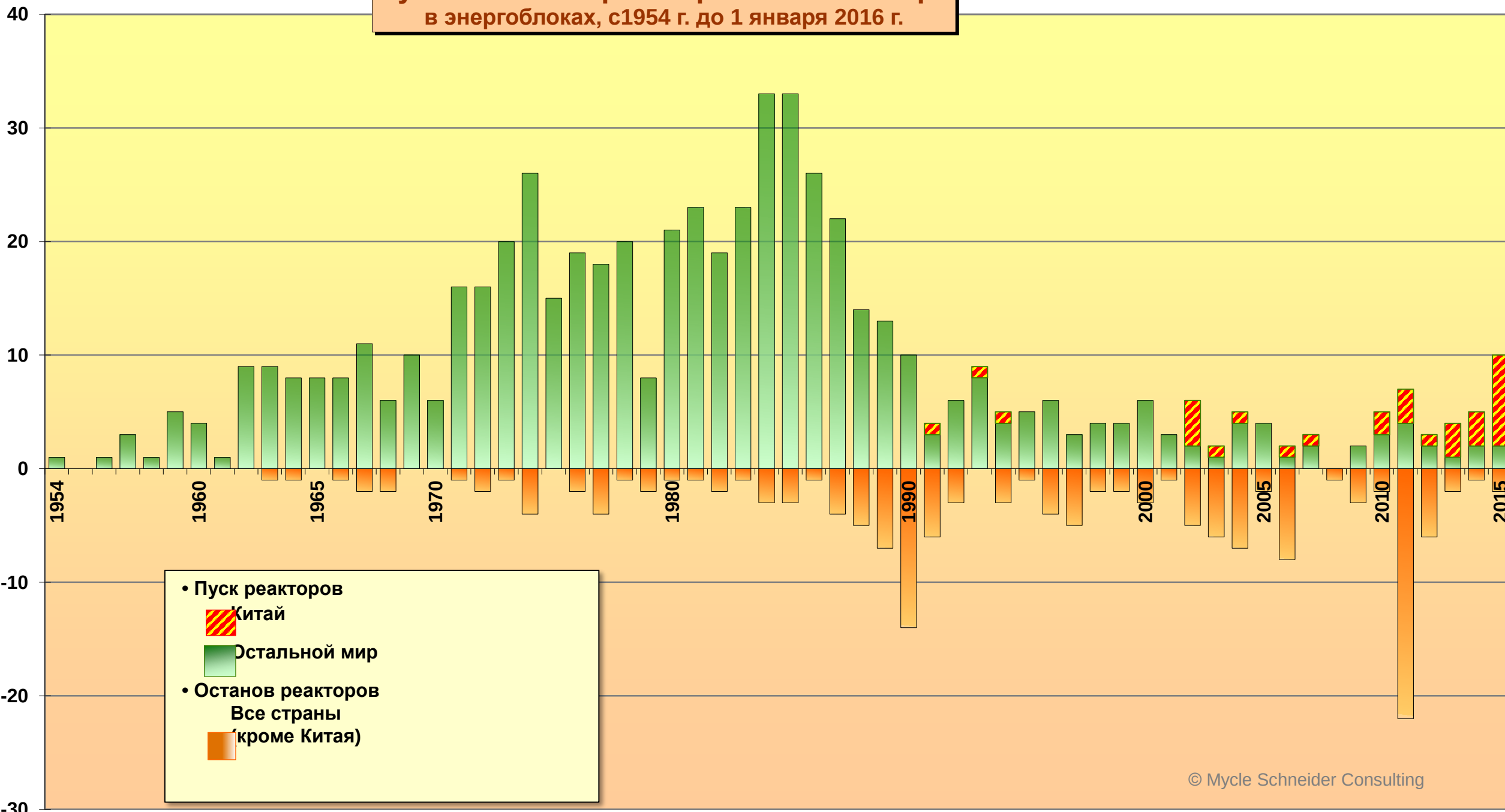
Ожидаемые меры	%
Улучшение материального благосостояния граждан	80,0
Улучшение жилищных условий населения (получение государственного жилья или беспроцентной ссуды на строительство)	100,0
Ежегодная обязательная диспансеризация	90,0
Ежегодное оздоровление детей	90,0
Преимущественное право на зачисление в ССУЗы и ВУЗы страны	10,0
Бесплатное питание в детских садах, школах	10,0
Обеспечение жителей экологически чистыми продуктами питания	30,0
Проведение консультаций, помощь психологов	—
Улучшение условий для отдыха, занятий спортом и т.д.	10,0
Предоставление информации о мерах безопасного проживания	—

Вывод: меры, которых ожидают люди, связаны в основном со стремлением повысить материальное благосостояние, а также улучшить жилищные условия и соц. обслуживание. И сделать все это должно государство. Это можно интерпретировать, как доминирование идеологии потребительства и, даже, индивидуалистических настроений в представлениях о перспективах развития территории.

Эксперты рассматривают риски аварии на АЭС

- Риски аварии в результате падения самолета.
- Риски аварии, связанные с низким качеством строительства.
- Риски аварий, связанные со сбоями в энергосистеме.
- Риски аварий, связанные с длительным сроком эксплуатации.
- Риски аварий, связанные с соц-экон. кризисами (протесты).
- Риски аварий, связанных с военными действиями.
- Риски, связанные с транспортировкой и хранением РАО и ОЯТ.
- Риски, связанные с изначально высокой стоимостью новых энергоблоков.
- Риски, связанные с ростом стоимости в процессе строительства.
- Риски, связанные с увеличением сроков строительства АЭС.
- Риски, связанные с терроризмом.

Пуск и останов реакторов во всем мире в энергоблоках, с1954 г. до 1 января 2016 г.



Строительство атомных станций в мире продолжается независимо от ситуации вокруг ЧАЭС и АЭС «Фукусима-1». События на АЭС **не повлияли** на долгосрочную энергетическую политику в **России, Китае, Индии и Южной Корее**. Множество стран объявили о намерении построить АЭС. Комиссия по ядерному регулированию США одобрила строительство новых атомных реакторов. **Во Франции объявлены планы строительства еще 10 атомных энергоблоков** в самой Франции и за ее пределами. «Росатом» констатирует **увеличение количества зарубежных заказов** на российские атомные энергоблоки. Всего в мире до 2030 г. будет построено примерно 400–450 ГВт новых мощностей атомной энергетики (треть из них компенсирует выбытие физически и морально устаревших энергоблоков).

**“Сооружение АЭС не только
укрепило нашу энергетическую
безопасность, но и определило
дальнейшее развитие Беларуси
как высокотехнологичного
государства.”**

*Президент Республики Беларусь А.Г.Лукашенко,
совещание о результатах работы БелАЭС, увеличении
электропотребления и предложениях о строительстве
новых атомных мощностей,
14 ноября 2025 г.*



**А каждому из Вас через 40 лет после катастрофы
нужно сделать выбор. Варианты:**

- 1. «Пора забыть Чернобыль».**
- 2. «Чернобыль нельзя забывать! Нужно выявлять и смягчать последствия этой катастрофы! Это не должно повториться!»**