



С.Н. Сычугов
В.Н. Старжинский

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ВОЗМОЖНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ
НА ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕКТЕ
ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ОРУЖИЯ
МАССОВОГО ПОРАЖЕНИЯ**

Екатеринбург
2018

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра механической обработки древесины
и производственной безопасности

С.Н. Сычугов
В.Н. Старжинский

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ВОЗМОЖНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ
НА ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕКТЕ
ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ОРУЖИЯ
МАССОВОГО ПОРАЖЕНИЯ**

Учебно-методическое пособие
к практической работе по дисциплине
«Безопасность жизнедеятельности»
для всех направлений обучения

Екатеринбург
2018

Печатается по рекомендации методической комиссии ИЛБиДС.
Протокол № 1 от 15 сентября 2017 г.

Рецензент – И.Э. Ольховка, канд. с.-х. наук, доцент кафедры механической обработки древесины и производственной безопасности УГЛТУ.

Редактор А.Л. Ленская
Оператор компьютерной верстки Е.А. Газеева

Подписано в печать 26.10.18		Поз. 63
Плоская печать	Формат 60x84 1/16	Тираж 10 экз.
Заказ	Печ. л. 0,93	Цена руб. коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

Введение

Международная обстановка, несмотря на окончание холодной войны, продолжает оставаться неустойчивой. Снижение напряженности привело к уменьшению внимания, уделяемого гражданской обороне. Проблема применения оружия массового поражения на данный момент считается малоактуальной. В то же время СМИ часто распространяют неверные сведения об этом оружии. Все это привело к тому, что обучающиеся, как правило, не знают основ защиты от ядерного оружия.

Данное пособие предназначено для формирования представления о последствиях поражения при ядерном взрыве.

Краткая характеристика ядерного взрыва

Ядерное оружие характеризуется следующими поражающими факторами.

Ударная волна – эта область сжатого воздуха, стремительно распространяющаяся во все стороны от эпицентра взрыва с огромной скоростью. Основная характеристика этого фактора – избыточное давление во фронте ударной волны, т.е. величина, на которую это давление превышает атмосферное. Измеряется избыточное давление в кПа. На взрывную волну расходуется до 50 % энергии ядерного взрыва. Продолжительность действия ударной волны около 15 сек.

Световое излучение представляет собой огненный шар с температурой 8 – 10 тыс. °С. На световое излучение расходуется до 30 – 35 % энергии ядерного взрыва. Продолжительность действия составляет около 12 сек.

Проникающая радиация – это поток гамма-лучей и нейтронов, обладающих большой проникающей способностью. На долю проникающей радиации приходится около 10 % энергии взрыва, действие этого фактора длится около 15 сек; расстояние, на котором действует проникающая радиация, составляет около 1,5 км. Продолжительность действия около 15 – 20 сек.

Радиоактивное заражение местности возникает в результате выпадения радиоактивных веществ (РВ) из облака ядерного взрыва. Основными характеристиками радиоактивного заражения местности являются мощность экспозиционной дозы и экспозиционная доза. Местность считается зараженной, если мощность экспозиционной дозы достигает 0,5 Р/час и выше.

В десять раз снижается радиация за промежутки времени, увеличивающиеся в 7 раз.

Электромагнитный импульс – это электрические и магнитные поля, возникающие в результате воздействия ионизирующего излучения на окружающую среду. Электромагнитный импульс повреждает радиоэлектронную аппаратуру и линии связи.

Исходные данные для практической работы

На карте города выбирается объект, архитектурные особенности которого обучающемуся известны. Объекты должны быть максимально распределены по карте города. Затем определяется точка ядерного взрыва, как правило, находящаяся возле центра города, и мощность взрыва в килотоннах. По табл. 1 в соответствии с вариантом определяются направление и скорость ветра. По результатам работы с картой данные заносятся в табл. 2.

Таблица 1

Выбор характеристик ветра

Вариант	Направление ветра	Скорость ветра, м/с
1	С	25
2	СВ	20
3	В	15
4	ЮВ	10
5	Ю	5
6	ЮЗ	10
7	З	20
8	СЗ	30

Таблица 2

Пример исходных данных

Город	Екатеринбург
Объект	3 уч. корпус УГЛТУ
Точка ядерного взрыва	ТЦ «Гринвич»
Расстояние до объекта	4,5 км
Мощность боеприпаса (в тротиловом эквиваленте), кт	200
Направление ветра	С
Скорость ветра, м/с	15
Количество этажей	2
Материал стен	Кирпич
Перекрытия	Ж/Б

Ударная волна

Для определения избыточного давления во фронте ударной воздушной волны пользуемся табл. 3.

Таблица 3

Определение расстояния от центра наземного взрыва по избыточному давлению во фронте ударной воздушной волны

Мощность боеприпаса, кт	Расстояние от взрыва (R, км) по избыточному давлению (Δp , кПа)						
	10 кПа	20 кПа	30 кПа	40 кПа	50 кПа	60 кПа	100 кПа
100	5,2	3,2	2,5	2,2	1,9	1,7	1,2
200	6,4	3,8	3,1	2,6	2,2	2,1	1,5
300	7,3	4,4	3,6	3,1	2,9	2,5	1,7

Пример. При расстоянии от центра взрыва 4,5 км и мощности взрыва 200 кт избыточное давление составит 15 кПа.

Для определения степени разрушения зданий, сооружений и поражения людей пользуемся табл. 4 – 8.

Таблица 4

Зоны разрушения объектов при разных значениях избыточного давления взрыва

Δp , кПа	Зона разрушения	Характеристика разрушения
Более 50	Полное разрушение	Полное обрушение здания, от которого могут сохраниться только поврежденные (или неповрежденные) подвалы и незначительная часть прочных элементов. При полном разрушении образуется завал. Здание восстановлению не подлежит
30 – 50	Сильные разрушения	Разрушение большей части несущих конструкций. При этом могут сохраняться наиболее прочные элементы здания, каркасы, ядра жесткости, частично стены и перекрытия нижних этажей. При сильном разрушении образуется завал. В большинстве случаев восстановление нецелесообразно
20 – 30	Средние разрушения	Разрушение меньшей части несущих конструкций. Большая часть несущих конструкций сохраняется и лишь частично деформируется. Может сохраняться часть ограждающих конструкций (стен), однако при этом второстепенные и несущие конструкции могут быть частично разрушены. Здание выводится из строя, но может быть восстановлено
10 – 20	Слабые разрушения	Частичное разрушение внутренних перегородок, кровли, дверных и оконных коробок, легких построек и др. Основные несущие конструкции сохраняются. Для полного восстановления требуется капитальный ремонт

Таблица 5

Значения предельного избыточного давления, вызывающие различные разрушения зданий и сооружений

Δр, кПа	Разрушение
0,5 – 3,0	Частичное разрушение остекления
3-7	Полное разрушение остекления
12	Разрушение перегородок, оконных рам
15	Разрушение перекрытий
30	Разрушение кирпичных и блочных стен
90	Разрушение железобетонных конструкций

Таблица 6

Степень воздействия избыточного давления на незащищенных людей

Δр, кПа	Степень воздействия	Проявления
20 – 40	Легкие поражения	Вывихи, ушибы
40 – 60	Средние поражения	Контузии, кровь из носа и ушей
60 – 100	Тяжелое поражение	Тяжелые контузии, повреждения слуха и внутренних органов, потеря сознания, переломы костей
> 100	Крайне тяжелое поражение	Смертельное воздействие

Таблица 7

Степень поражения небольшими значениями избыточного давления

Δр, кПа	Степень повреждения
0,2	Разрушение стекол в окнах при больших площадях остекления
0,3 – 0,5	Громкий звук (143 дБ); повреждения стекол; 5 %-ное разрушение остекления
2,1	Повреждение обшивки домов; разрушение до 10 % оконных стекол
2,8	Незначительные повреждения конструкций
4,0	90 %-ное разрушение остекления, повреждение оконных рам
5,0	Незначительные повреждения конструкций домов
7,2	Частичное разрушение домов до состояния, при котором проживание в них невозможно
8,5	Разрушение гофрированного асбеста. Гофрированные стальные или алюминиевые панели ослабляются в креплении, подвергаются изгибу. Деревянные панели разрушаются
9,2	Стальные конструкции зданий искривляются
14,5	Частичное разрушение стен и кровли домов

**Степень поражения производственных сооружений
от избыточного давления**

Объект	Избыточное давление (Δp , кПа), соответствующее степени разрушения			
	Полное	Сильное	Среднее	Слабое
Резервуары и емкости стальные наземные	90	80	55	35
Газгольдеры, хранилища горюче-смазочных материалов и химических веществ	40	35	25	20
Частично заглубленные резервуары для хранения нефтепродуктов	100	75	40	20
Подземные резервуары	200	150	75	40
Кирпичные многоэтажные здания	30 – 40	20 – 30	10 – 20	8 – 10
Кирпичные малоэтажные здания	35 – 45	25 – 35	15 – 25	8 – 15
Деревянные здания	20 – 30	12 – 20	8-12	6-8
Промышленные здания с тяжелым металлическим и железобетонным каркасом	60 – 100	50 – 60	40 – 50	20 – 40
Промышленные здания бескаркасной конструкции и с легким металлическим каркасом	60 – 80	40 – 50	30-40	20 – 30
Трубопроводы наземные	20	50	130	-
Трубопроводы на эстакадах	100	40 – 60	20 – 40	10 – 20

Данные таблиц позволяют сделать такой вывод. В результате воздействия ударной волны наиболее вероятны следующие повреждения: кровля уничтожена, стены повреждены, в малоэтажных постройках возможно неполное разрушение перекрытий. Люди при отсутствии поражения падающими и летящими предметами получают легкие поражения.

Световое излучение

Время воздействия светового излучения (СИ, кДж/м²) определяют по формуле

$$t = Q^{1/3},$$

где Q – мощность боезапаса, кт.

Для определения величины энергетического воздействия пользуемся табл. 9.

Таблица 9

Определение расстояния от центра взрыва по величине СИ

Мощность взрыва, кт	Расстояние (км) по величине СИ (кДж/м ²)				
	4200 кДж/м ²	1000 кДж/м ²	640 кДж/м ²	320 кДж/м ²	160 кДж/м ²
100	0,8	1,5	2,1	3,1	4,2
200	0,9	2,1	2,5	3,6	5,2
300	1,0	2,4	3,1	4,3	6,4

Пример. При расстоянии 4,5 км и мощности боезаряда 200 кт световой импульс составляет 230 кДж/м².

Воздействие светового импульса на людей, животных и материалы определяется по табл. 10 и 11.

Таблица 10

Значение светового импульса, вызывающее ожог у людей и животных

Степень ожога	Значение СИ, кДж/м ²	
	Для людей	Для животных
1	80 – 160	80 – 250
2	161 – 400	251 – 500
3	401 – 600	501 – 800
4	Свыше 600	Свыше 800

Таблица 11

Значение светового импульса по воздействию на материалы

Наименование материала	Значение СИ, кДж/м ²	
	Воспламенение	Устойчивое горение
Ткань х/б темная	250 – 400	580 – 670
Резиновые изделия	250 – 420	630 – 840
Бумага, солома, стружка	330 – 500	710 – 840
Доска сосновая	500 – 670	1700 – 2100
Кровля мягкая (толь, рубероид)	580 – 840	1000 – 1700
Обивка сидений автомобиля	1250 – 1450	2100 – 3300

Пожары при световом импульсе:

- отдельные пожары – от 100 до 800 кДж/м²;
- сплошные пожары – от 801 до 2000 кДж/м²;
- горение и тление в завалах – свыше 2000 кДж/м².

Вывод: человек на открытой территории рядом с корпусом получает 2-ю степень ожога, одежда из темной ткани может начать гореть. Начнутся отдельные пожары.

Проникающая радиация

Для расчета воздействия проникающей радиации определяем экспозиционную дозу по табл. 12 в зависимости от расстояния до эпицентра и мощности ядерного взрыва.

Таблица 12

Определение расстояния до наземного взрыва по экспозиционной дозе

Мощность взрыва, кт	Расстояние (км) при соответствующей дозе (в рентгенах, Р)				
	0 Р	10 Р	100 Р	300 Р	1000 Р
100	2,7	2,3	2,1	1,8	1,5
200	3,2	3,1	2,3	2,1	1,7
300	3,3	3,1	2,5	2,2	1,8

Поглощенная доза ($D_{п}$, Гр) рассчитывается по формуле

$$D_{п} = D_{э} / 114.$$

Эквивалентная доза ($D_{экр}$, Зв) рассчитывается по формуле

$$D_{экр} = D_{п} W_{г},$$

где $W_{г}$ – коэффициент опасности, равный для альфа-излучения – 20, для бета-излучения – 2, потока нейтронов – 10, гамма-излучений – 1.

Поскольку проникающая способность альфа- и бета-излучения незначительна относительно рассматриваемого расстояния, в расчетах коэффициент принимаем равным 1.

Для оценки воздействия проникающей радиации уменьшаем полученное значение на коэффициент ослабления (табл. 13).

Таблица 13

Средние значения коэффициента ослабления ($K_{осл}$) дозы радиации

Наименование укрытий и транспортных средств или условия расположения	$K_{осл}$
<i>1</i>	2
Открытое расположение на местности	1
Заражённые траншеи, канавы, окопы, щели	3
Вновь отрытые траншеи, канавы, окопы, щели	20
Перекрытые траншеи, канавы, окопы и т.п.	50
Транспортные средства	
Железнодорожные платформы	1,5
Автомобили, автобусы и крытые вагоны	2

Окончание табл. 13

<i>I</i>	2
Пассажирские вагоны	3
Бронетранспортёры	4
Танки	10
Промышленные и административные здания	
Производственные одноэтажные здания (цехи)	7
Производственные и административные трёхэтажные здания	6
Жилые каменные дома	
Одноэтажные (подвал)	10/40
Двухэтажные (подвал)	15/100
Трёхэтажные (подвал)	20/400
Пятиэтажные (подвал)	27/40
Жилые деревянные дома	
Одноэтажные (подвал)	2/7
Двухэтажные (подвал)	8/12
В среднем для населения	
Городского	8
Сельского	4

Полученное значение сравниваем с данными табл.14.

Таблица 14

Биологический эффект различных доз радиации

Доза, мЗв	
0,01	Перелет самолетом на расстояние 2400 км
1	Фоновое облучение за год
5	Допустимое облучение персонала в нормальных условиях
30	Облучение при рентгенографии зубов (местное)
50	Допустимое облучение персонала атомных электростанций в нормальных условиях за год
100	Допустимое аварийное облучение населения (разовое)
250	Допустимое облучение персонала (разовое)
300	Облучение при рентгеноскопии желудка (местное)
750	Кратковременное незначительное изменение состава крови
1000	Нижний уровень развития легкой степени лучевой болезни. Поскольку доза облучения накапливается в течение времени, то облучение в 1000 мЗв, вероятно, привело бы к риску появления раковых заболеваний многими годами позже
4500	Тяжелая степень лучевой болезни (погибает 50 % облученных)
6000	Однократно полученная доза считается абсолютно смертельной. Вместе с тем в медицинской практике имеются случаи выздоровления больных, которые получили радиационное облучение в 6–7 Зв
10000	При кратковременном облучении немедленная болезнь и смерть в течение нескольких недель

Зоны радиоактивного заражения при наземных ядерных взрывах

На карте (или на схематичном масштабном изображении) обозначаются:

- изучаемый объект;
- точка взрыва;
- направление и скорость ветра;
- зоны поражения и след облака.

Зоны поражения и след облака рисуются в соответствии с табл. 15 и рис. 1.

Таблица 15

Размеры зон заражения (км) на следе облака при наземных взрывах

Зона	Скорость ветра, км/ч	Мощность взрыва, млн.т							
		0,1	0,2	0,5	1	2	3	5	10
А	25	116-12	157-15	230-21	309-26	413-32	495-37	604-43	803-54
	50	150-14	200-18	300-25	402-31	538-39	650-45	772-52	1050-65
	75	175-15	233-20	346-27	466-34	626-43	750-50	420-58	1230-73
Б	25	49-6,1	67-7,8	100-10	135-13	182-17	218-19	267-23	358-29
	50	60-6,4	83-8,4	125-12	170-15	231-19	275-23	343-27	461-34
	75	84-6,3	90-8,4	140-12	192-16	262-21	310-24	393-29	530-37
В	25	31-4	43-5,3	65-7,4	89-9,5	121-12	145-14	179-16	240-21
	50	35-3,9	50-5,3	78-7,7	109-10	149-13	180-15	225-19	305-24
	75	35-3,8	50-5,3	83-7,7	118-10	165-13	200-16	253-20	346-25

Примечание. Первое число – длина зоны заражения, второе – максимальная ширина зоны.

Пример. Направление ветра – С. Скорость ветра 15 м/с. Переводим – 54 км/час. Мощность – 200 кт. Значит, размеры зон заражения:

- А – 205/18;
- Б – 84/8,4;
- В – 50/5,3.

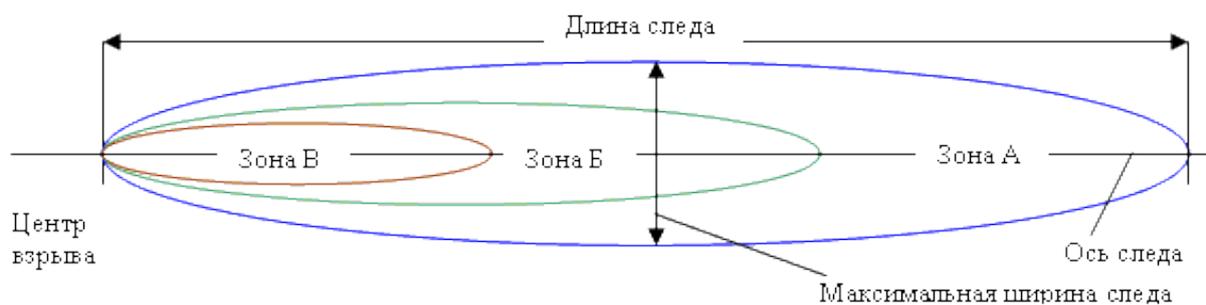


Рис. 1. Схема нанесения зон поражения в районе наземного взрыва и на следе облака на мелкомасштабных картах

При оценке обстановки в городах и на отдельно расположенных объектах используют крупномасштабные карты, на которых необходимо наносить зоны заражения и в районе взрыва. К району взрыва относят участок зараженной местности в форме полукруга, расположенный с наветренной стороны от центра взрыва (рис. 2 и табл. 16).

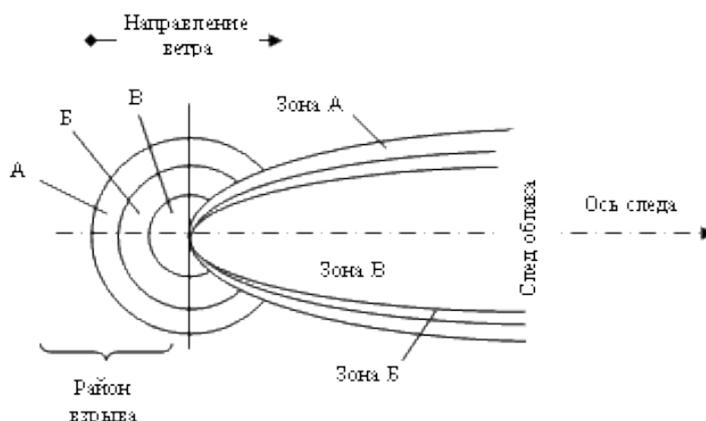


Рис. 2. Схема зон заражения

Таблица 16

Радиусы зон заражения в районе наземного взрыва (с наветренной стороны)

Мощность взрыва, млн т	Зона заражения, м		
	А	Б	В
0,1	1020	670	530
0,2	1130	770	620
0,5	1300	910	740
1	1430	1020	840
2	1570	1130	950
3	1650	1200	1020
5	1760	1300	1100
10	1910	1430	1220

Соединяя след облака и зоны заражения с наветренной стороны, получаем карту, пример которой изображен на рис. 3.

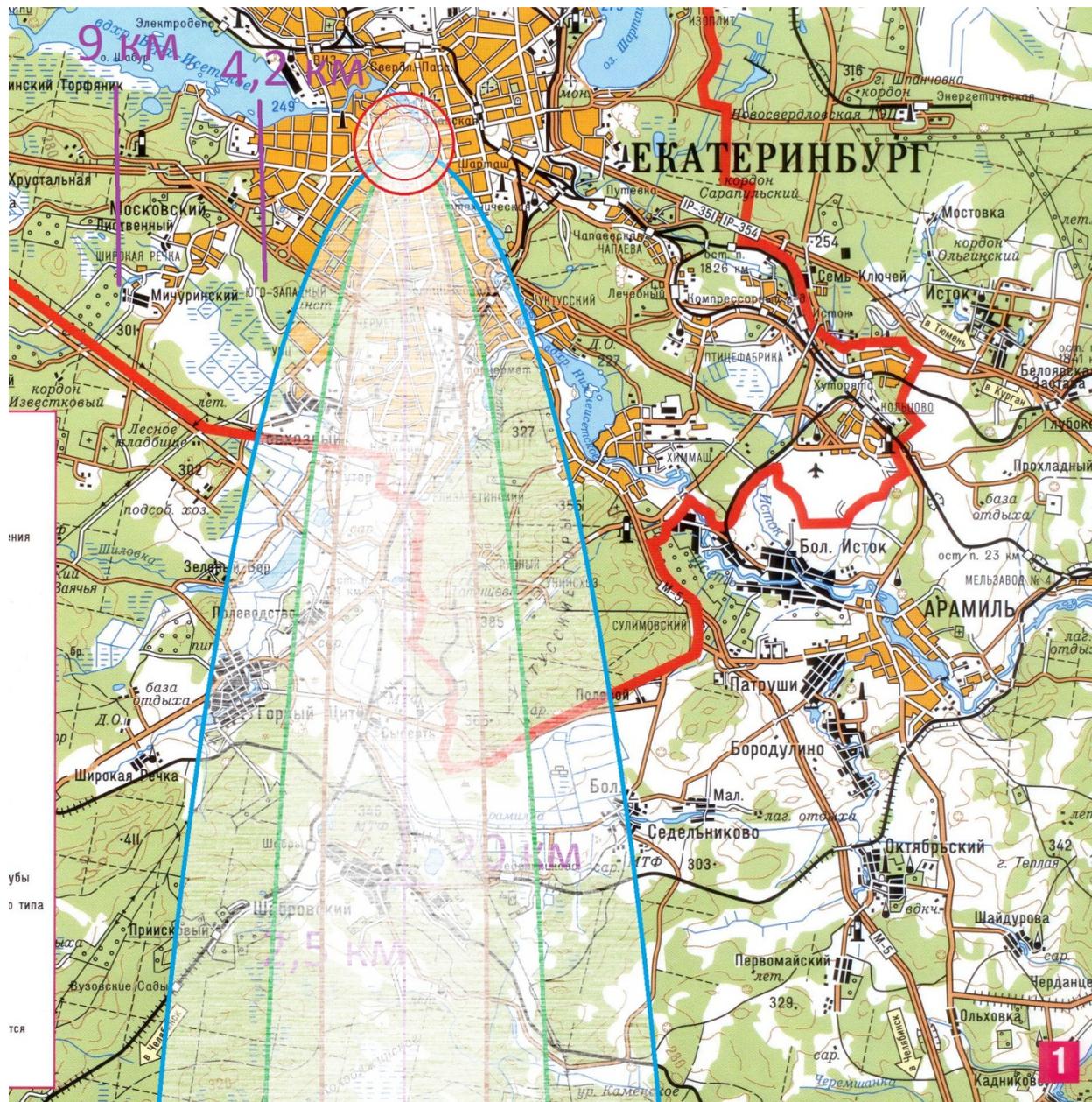


Рис. 3. Зоны радиационного заражения при северном ветре 15 м/с и взрыве 200 кт

Для упрощения работы с крупномасштабной картой можно пользоваться данными табл. 17.

Таблица 17

Ширина зон заражения (км) на следе облака на нескольких расстояниях от центра взрыва (скорость среднего ветра 50 км/ч)

Мощность, млн.т.	Зона	Длина зоны Р, км	Ширина зоны Ш, км	Ширина зон (Ш) заражения для нескольких расстояний от центра взрыва (Р)					
				Р ₁	Ш ₁	Р ₂	Ш ₂	Р ₃	Ш ₃
0,1	А	150	14	3,7	4,2	7,5	6,3	15	8,4
	Б	60	6,4	1,5	1,9	3,2	2,9	6,0	3,8
	В	35	3,9	0,9	1,1	1,7	1,8	3,5	2,3
0,2	А	200	18	5,0	5,4	10	8,1	20	11
	Б	83	8,4	2,1	2,5	4,1	3,8	8,3	5
	В	50	5,3	1,2	1,6	2,5	2,4	5,0	3,2
0,5	А	300	25	7,5	7,5	15	11,2	30	15
	Б	125	12	3,1	3,6	6,2	5,1	12,5	7,2
	В	78	7,7	1,9	2,3	3,9	3,5	7,8	4,6
1	А	402	31	10,1	9,3	20,2	14,0	40,2	18,6
	Б	170	15	4,2	4,5	8,5	6,8	17	9
	В	109	10	2,7	3,0	5,4	4,5	10,9	6
2	А	538	39	13,5	11,7	27	17,5	53,8	23,4
	Б	231	19	5,8	5,7	11,5	8,5	23,1	11,4
	В	149	13	3,7	3,9	7,4	5,8	14,9	7,8
3	А	650	45	16,2	13,5	32,5	20,2	65	27
	Б	275	23	6,9	6,9	13,7	10,4	27,5	13,8
	В	180	15	4,5	4,5	9,0	6,7	18	9
5	А	772	52	19,3	15,6	38,6	23,4	77,2	31,2
	Б	343	27	8,6	8,1	17,1	12,2	34,3	16,4
	В	225	19	5,6	5,7	11,3	8,6	22,5	11,4
10	А	1050	65	26,2	19,5	52,5	29,2	105	39
	Б	461	34	11,5	10,2	23	15,3	46,1	20,4
	В	305	24	7,6	7,2	15,2	10,8	30,5	14,4