

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
им. Г.И. Будкера
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН
(ИЯФ СО РАН)

В.Г. Баркова, В.Я. Чудаев, Н.С. Шамакина

ОСЛАБЛЕНИЕ БЕТОННОЙ ЗАЩИТОЙ
ВОЗДУШНОЙ КЕРМЫ
ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
ИЗ ТОЛСТЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ МИШЕНЕЙ

Наклонное падение на защиту

$E_0 = 0,5; 1,0; 2,0; 2,8$ МэВ

ИЯФ 2012-26

НОВОСИБИРСК
2012

**Ослабление бетонной защитой воздушной кермы
тормозного излучения из толстых железных мишеней**

Наклонное падение на защиту

$E_0 = 0,5; 1,0; 2,0; 2,8$ МэВ

В.Г. Баркова, В.Я. Чудаев, Н.С. Шамакина

Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН
630090, Новосибирск, Россия

Аннотация

Выполнены аналитические оценки ослабления бетоном воздушной кермы тормозного излучения, испускаемого из толстых железных мишеней при их бомбардировке электронами с энергией 0,5...2,8 МэВ, при наклонном падении излучения на защиту. Результаты представлены в графическом виде. В расчётах в качестве исходной информации использованы доступные из литературы экспериментальные данные об энергетическо-угловых распределениях тормозного излучения из таких мишеней и расчётные данные по ослаблению воздушной кермы для моноэнергетических фотонов при их наклонном падении на защиту.

Представленные результаты могут быть полезны при проектировании и анализе эффективности защитных сооружений из бетона, предназначенных для размещения ускорителей электронов на энергии в рассмотренном диапазоне.

**Concrete-shield attenuation of the air kerma of bremsstrahlung
from thick iron targets at off-normal incidence
of bremsstrahlung onto the shield**

$E_0 = 0.5; 1.0; 2.0; 2.8$ MeV

V.G. Barkova, V.Ya. Chudaev, N.S. Shamakina

Budker Institute of Nuclear Physics SB RAS
630090, Novosibirsk, Russia

Abstract

Concrete-shield attenuation of the air kerma of bremsstrahlung emitted from thick iron targets bombarded with 0.5...2.8 MeV electrons was estimated for bremsstrahlung striking the shield at an oblique angle. The obtained results are presented graphically. Experimental data available in literature on angle-energy distributions of bremsstrahlung from such targets and design data on attenuation of air kerma for monoenergetic photons at their off-normal incidence onto the shield (also available in literature) were used as source information in the computations.

The presented results can be useful in designing and analysis of efficiency of concrete protective structures intended to comprise electron accelerators for energies in the above-indicated range.

© Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН

Цель настоящей работы – пополнение полученной ранее справочной информации [1, 2] по оценке ослабления бетонной защитой воздушной кермы тормозного излучения из лёгких мишеней.

Данные, представленные в виде графических зависимостей кратностей ослабления от длины пути x , проходимого в защите непротиводействовавшими с её веществом фотонами, удобны как при проектировании защитных сооружений, предназначенных для размещения ускорителей электронов, так и для экспресс-анализа эффективности (в тех же целях) имеющихся в наличии бетонных сооружений.

Результаты расчётов ослабления воздушной кермы тормозного излучения из толстых железных мишеней при *нормальном* его падении на бетонную защиту были для рассматриваемого энергетического диапазона представлены в [1]. В настоящей работе расчёты выполнены для условий наклонного падения с использованием алгоритма, в общем виде описанного в [2]. В качестве исходной информации по энергетическо-угловым распределениям тормозного излучения из толстых железных мишеней использовались экспериментальные данные [3]. Информация, относящаяся к ослаблению бетоном воздушной кермы моноэнергетического фотонного излучения, заимствовалась из [4].

Расчёты кратностей ослабления воздушной кермы обычным бетоном ($\rho = 2,3 \text{ г/см}^3$) проведены для значений кинетической энергии T_0 первичных электронов, падающих на мишень, равных 0,5; 1,0; 2,0 и 2,8 МэВ. При каждом значении T_0 кратности ослабления просчитывались для $5 \div 8$ значений угла выхода излучения из мишени θ_0 при углах падения на защиту $\theta_{sh} = 30^\circ; 45^\circ; 55^\circ$ и 70° .

Результаты представлены на рис. 1 – 22 в графическом виде. Погрешности кратностей ослабления (рис. 1...22) в области $K \gtrsim 10^6$ при выраженном наклонном падении оцениваются фактором ~ 3 .

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России.

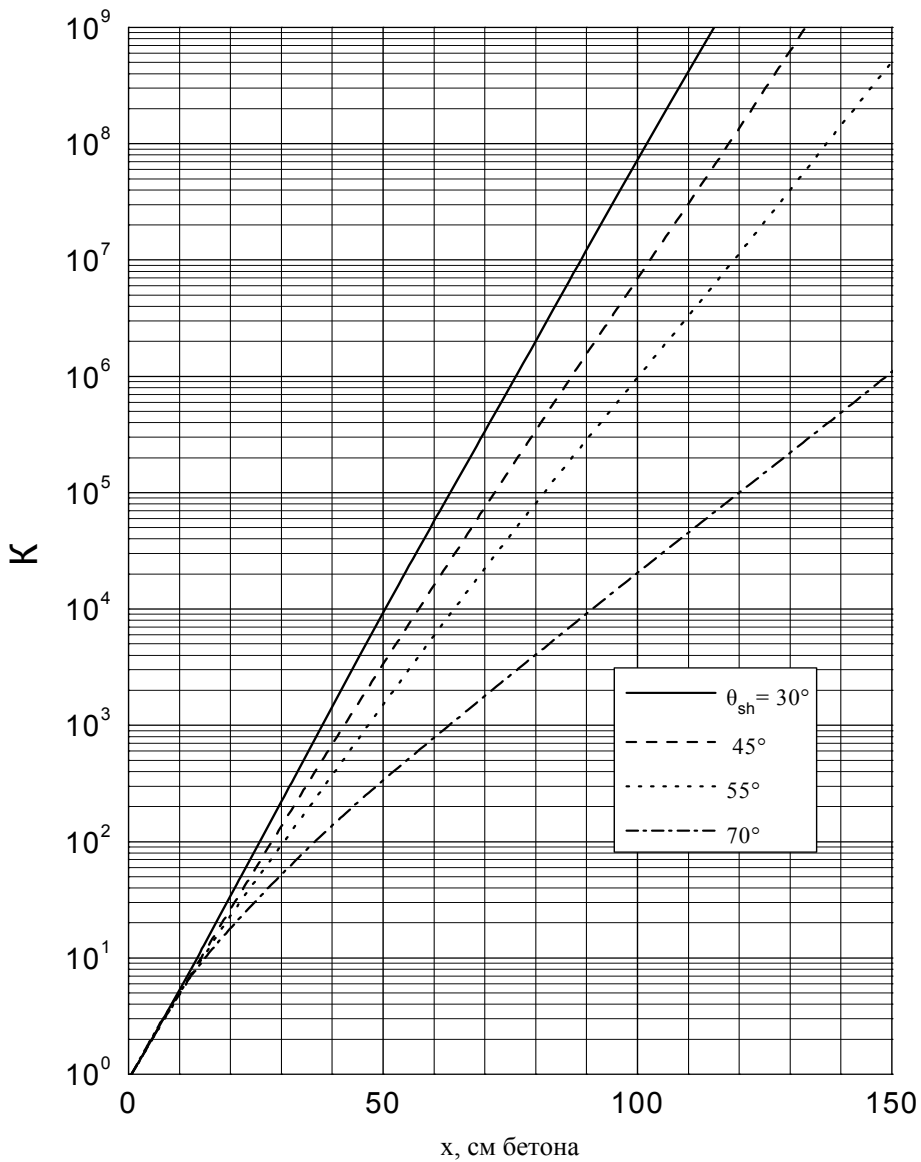


Рис. 1. Кратность ослабления бетонной защитой воздушной кермы тормозного излучения из Fe мишени. $T_0 = 0,5$ МэВ, $\theta_0 = 30^\circ$.

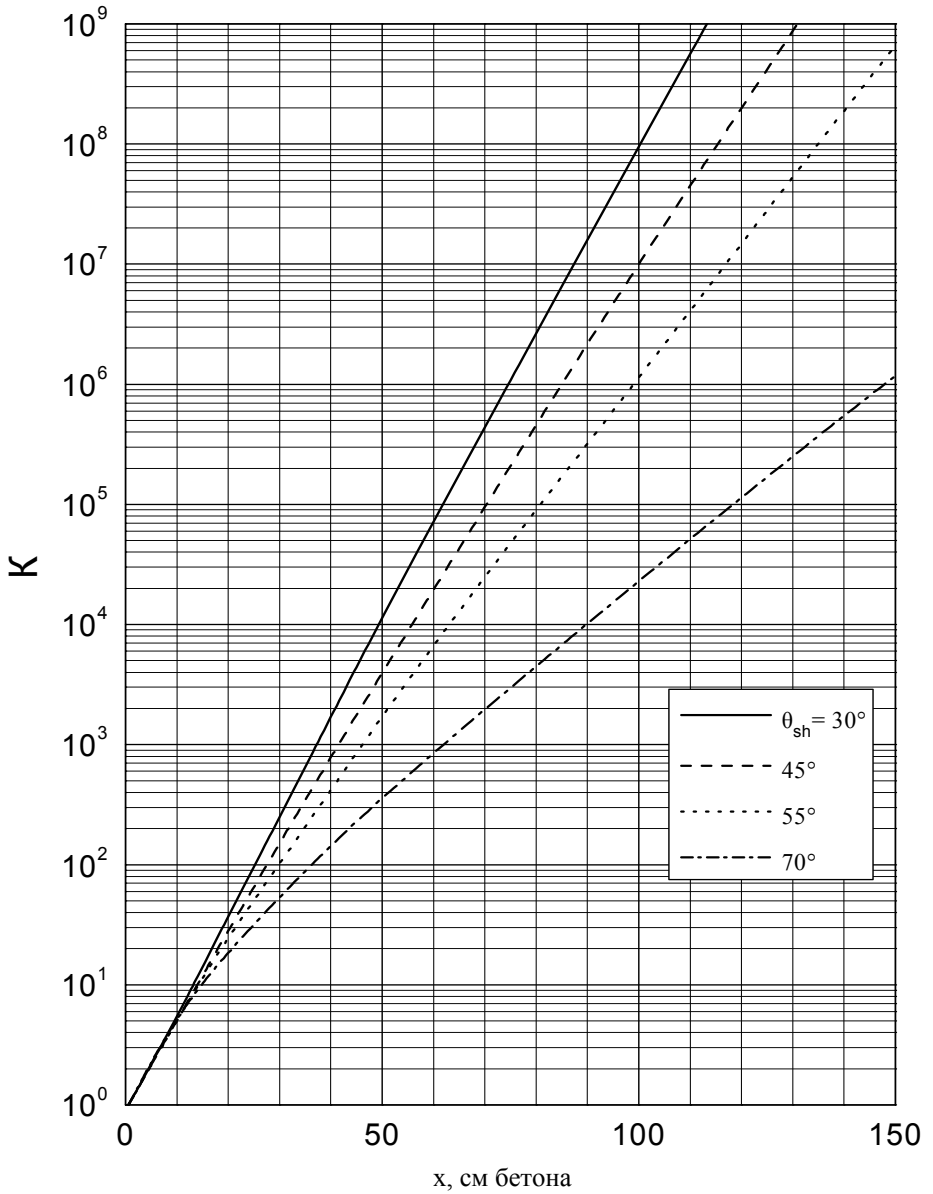


Рис. 2. Кратность ослабления бетонной защитой воздушной кермы тормозного излучения из Fe мишени. $T_0 = 0,5$ МэВ, $\theta_0 = 60^\circ$.

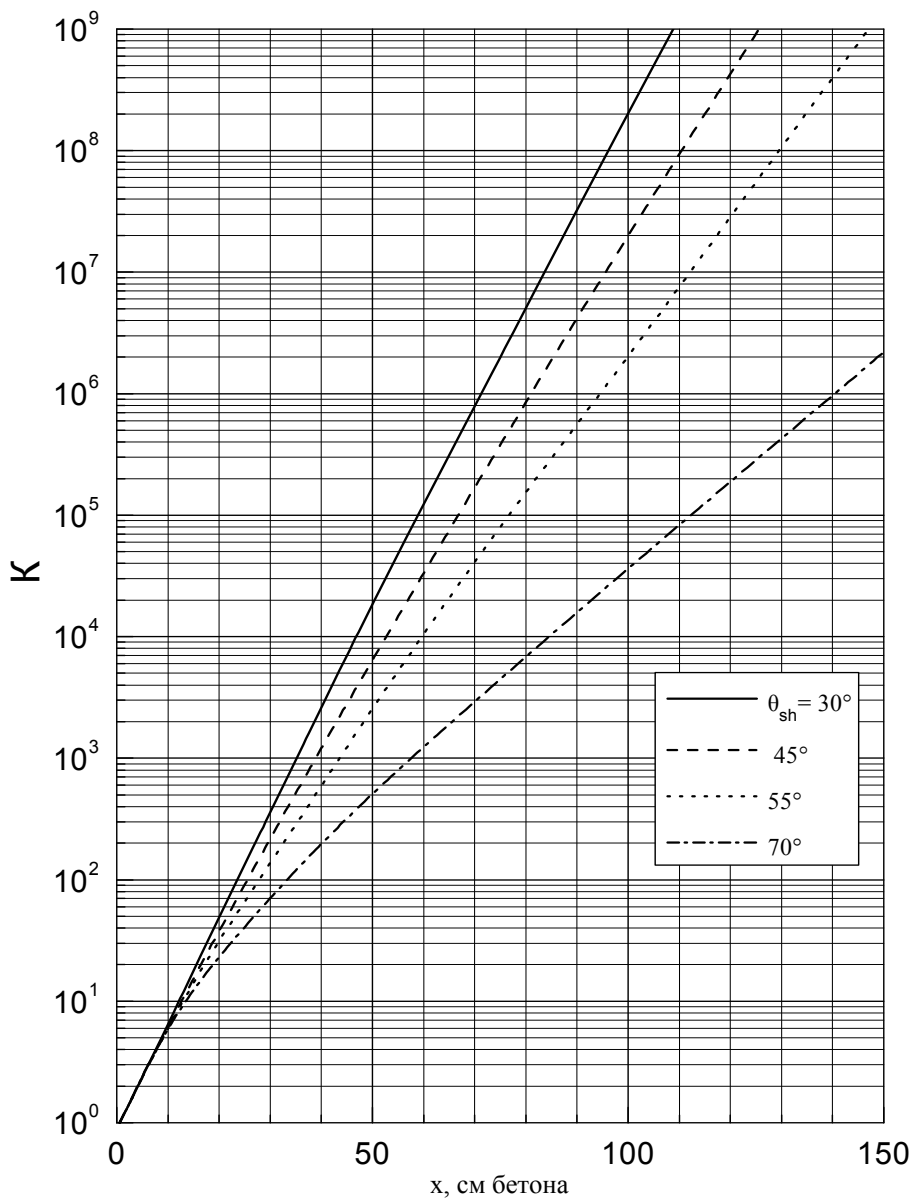


Рис. 3. Кратность ослабления бетонной защитой воздушной кермы тормозного излучения из Fe мишени. $T_0 = 0,5$ МэВ, $\theta_0 = 120^\circ$.

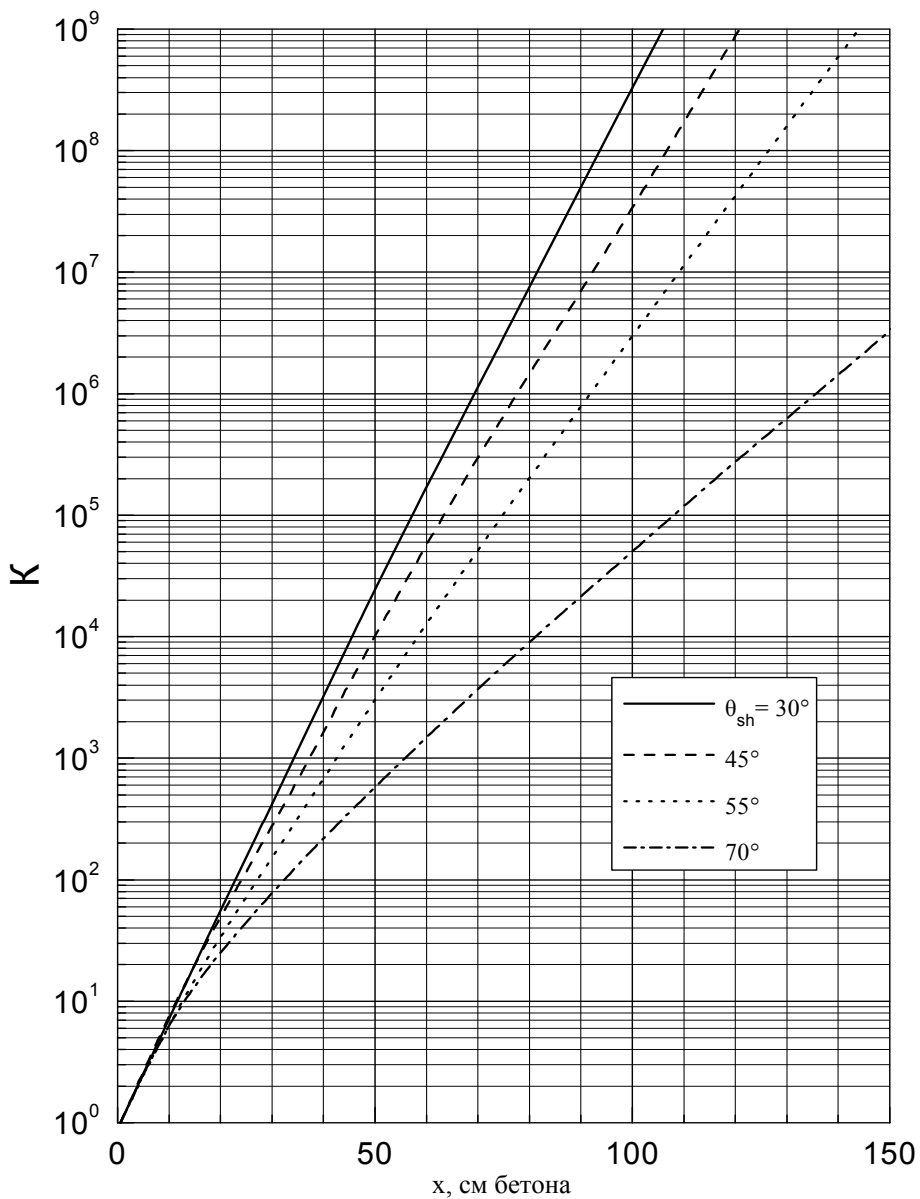


Рис. 4. Кратность ослабления бетонной защитой воздушной кермы тормозного излучения из Fe мишени. $T_0 = 0,5$ МэВ, $\theta_0 = 150^\circ$.

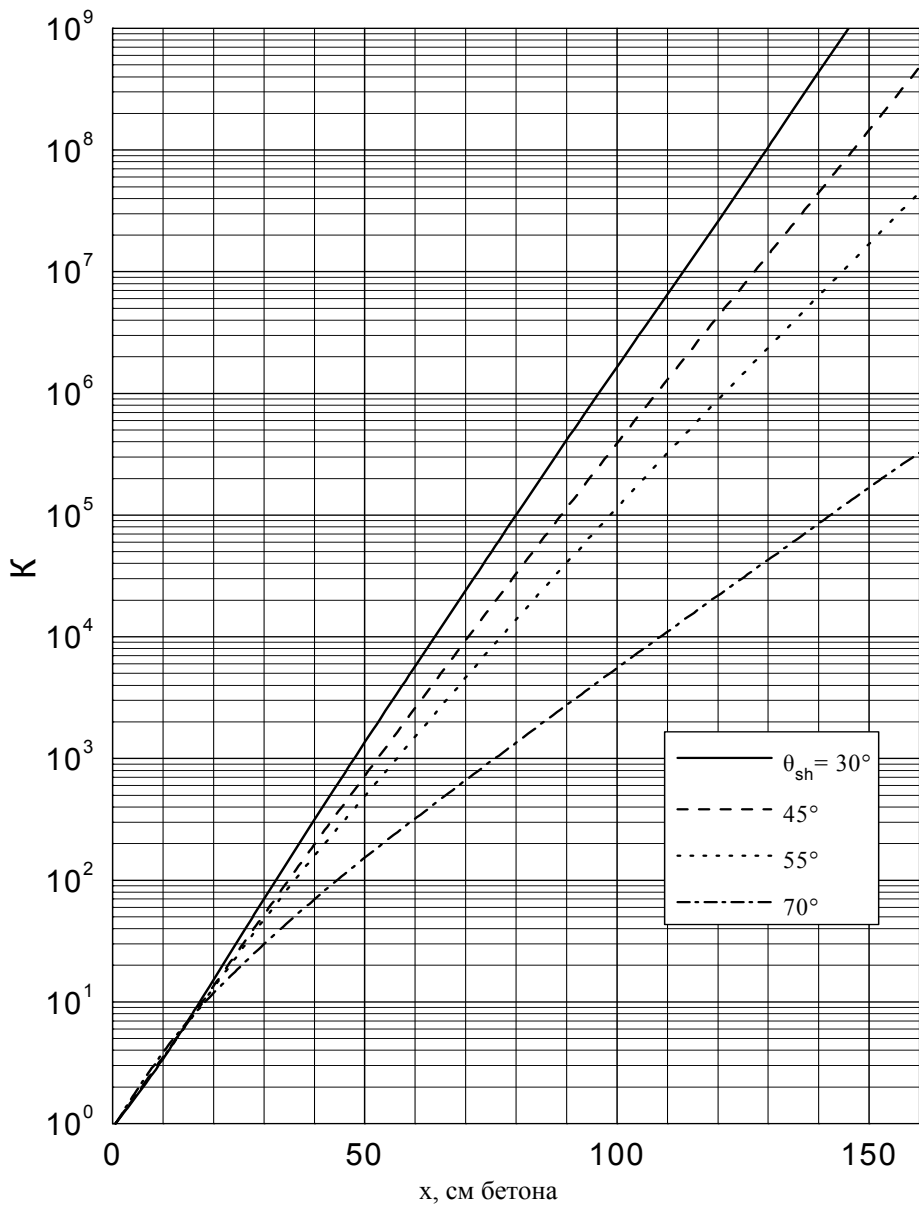


Рис. 5. Кратность ослабления бетонной защитой воздушной кермы тормозного излучения из Fe мишени. $T_0 = 1,0$ МэВ, $\theta_0 = 30^\circ$.

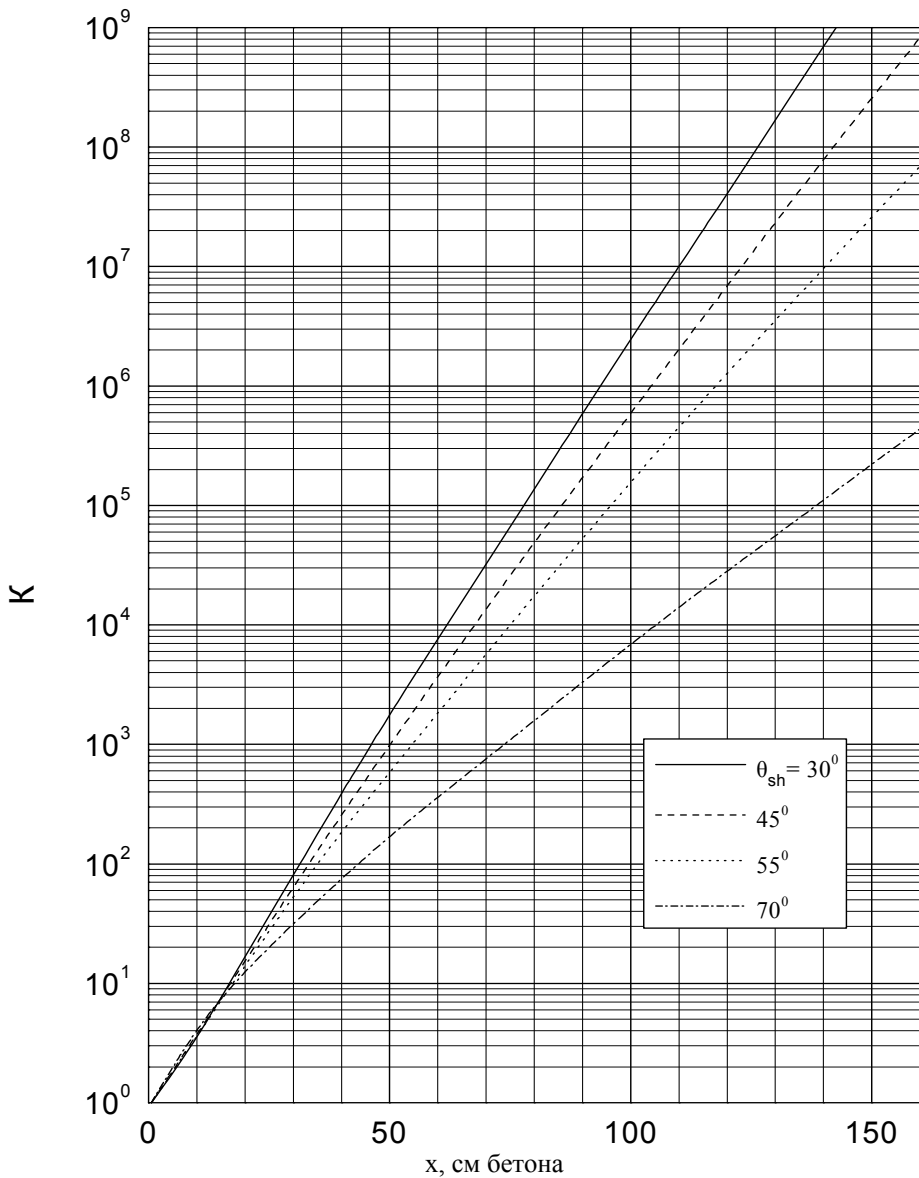


Рис. 6. Кратность ослабления бетонной защитой воздушной кермы тормозного излучения из Fe мишени. $T_0 = 1,0$ МэВ, $\theta_0 = 60^\circ$.

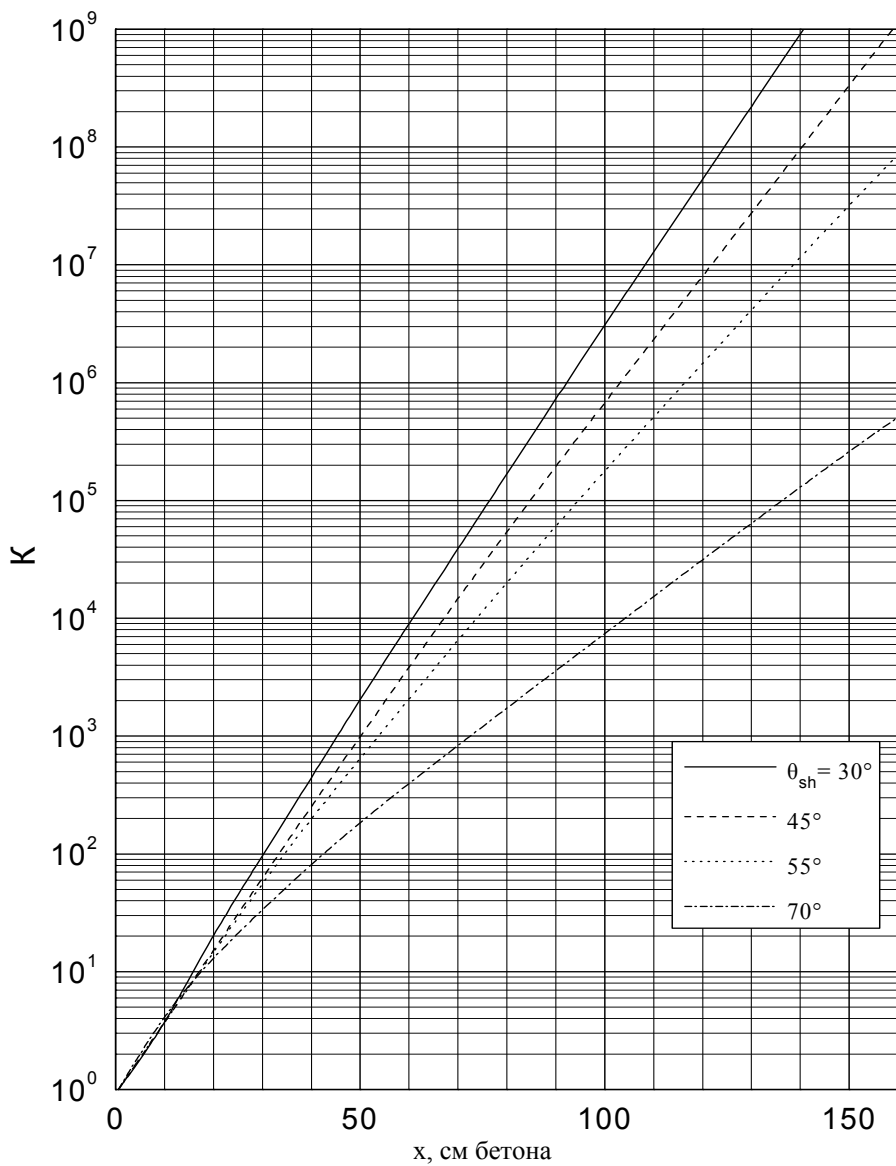


Рис. 7. Кратность ослабления бетонной защитой воздушной кермы тормозного излучения из Fe мишени. $T_0 = 1,0$ МэВ, $\theta_0 = 75^\circ$.

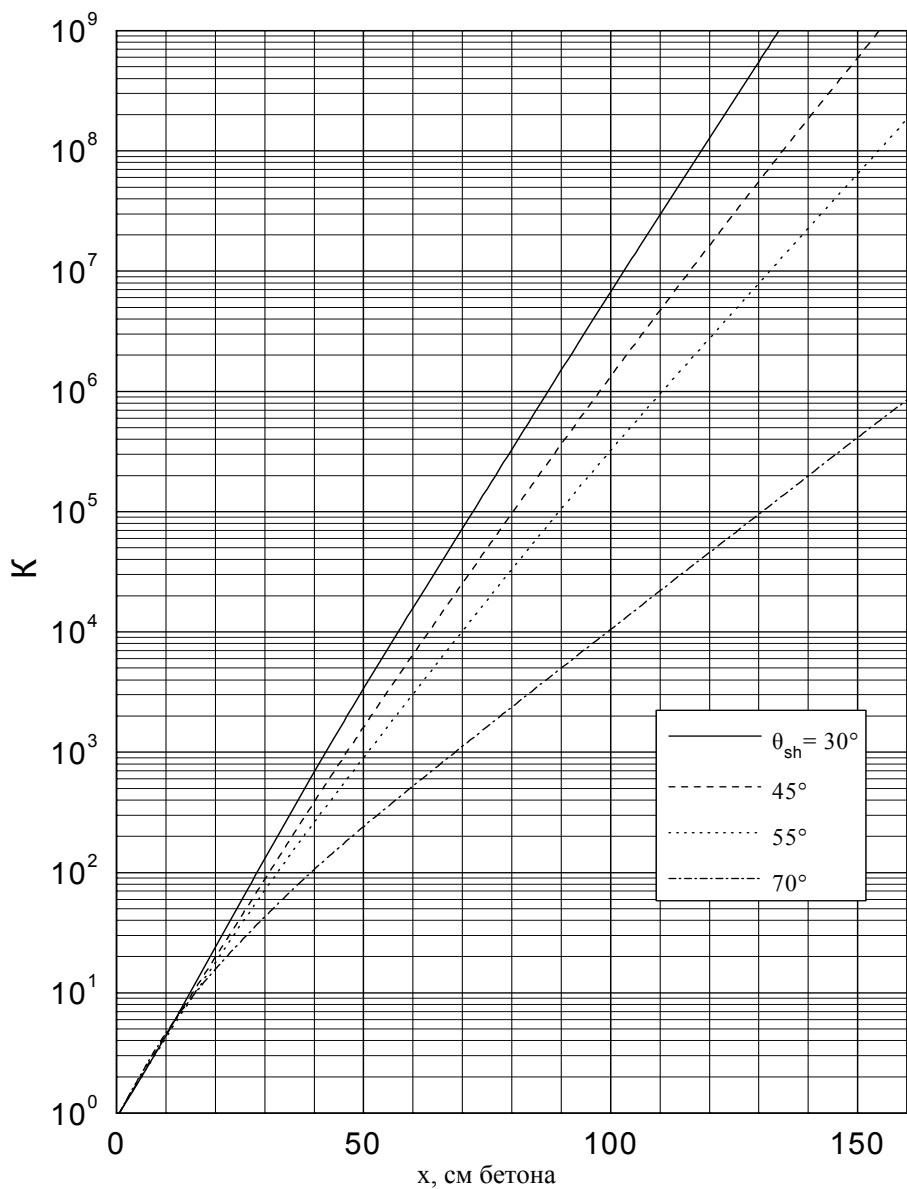


Рис. 8. Кратность ослабления бетонной защитой воздушной кермы тормозного излучения из Fe мишени. $T_0 = 1,0$ МэВ, $\theta_0 = 120^\circ$.

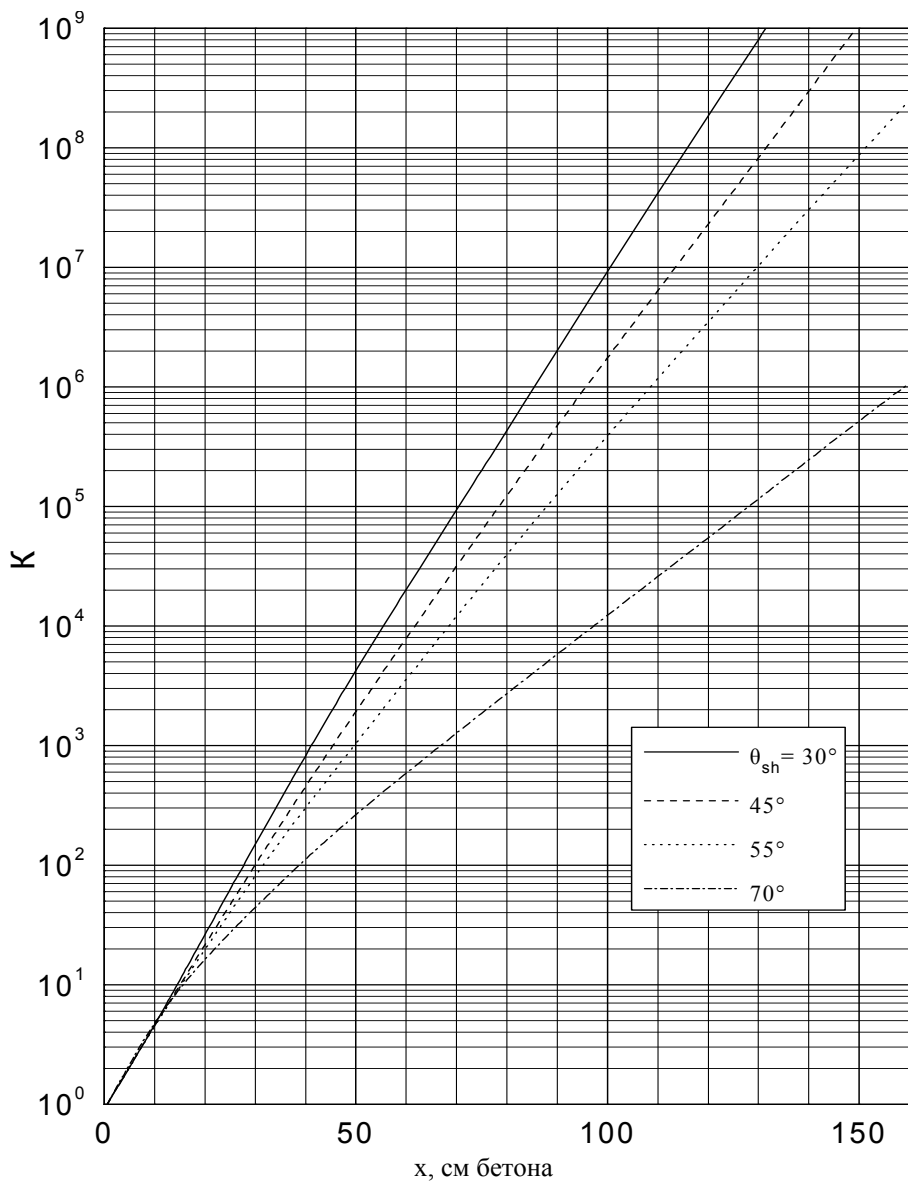


Рис. 9. Кратность ослабления бетонной защитой воздушной кермы тормозного излучения из Fe мишени. $T_0 = 1,0$ МэВ, $\theta_0 = 150^\circ$.

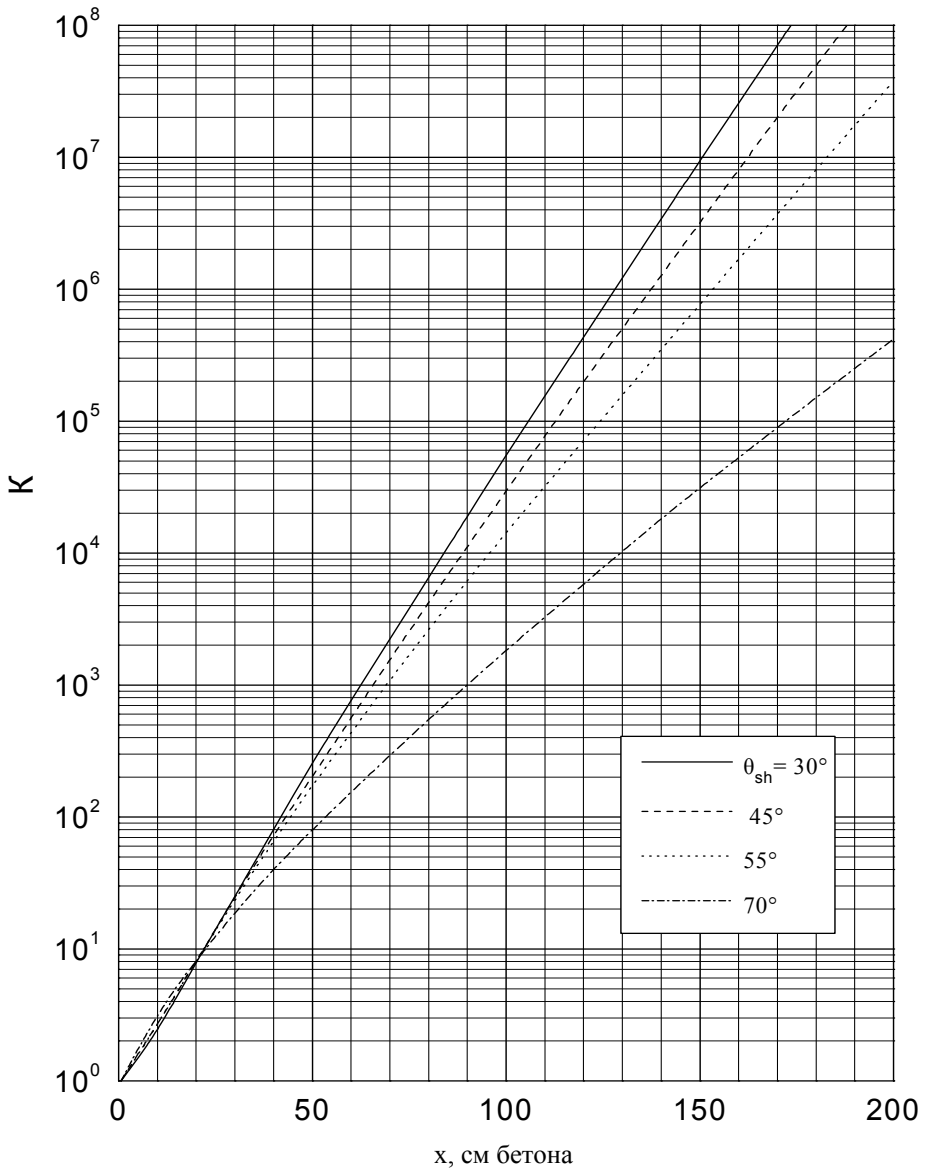


Рис. 10. Кратность ослабления бетонной защитой воздушной кермы тормозного излучения из Fe мишени. $T_0 = 2,0$ МэВ, $\theta_0 = 20^\circ$.

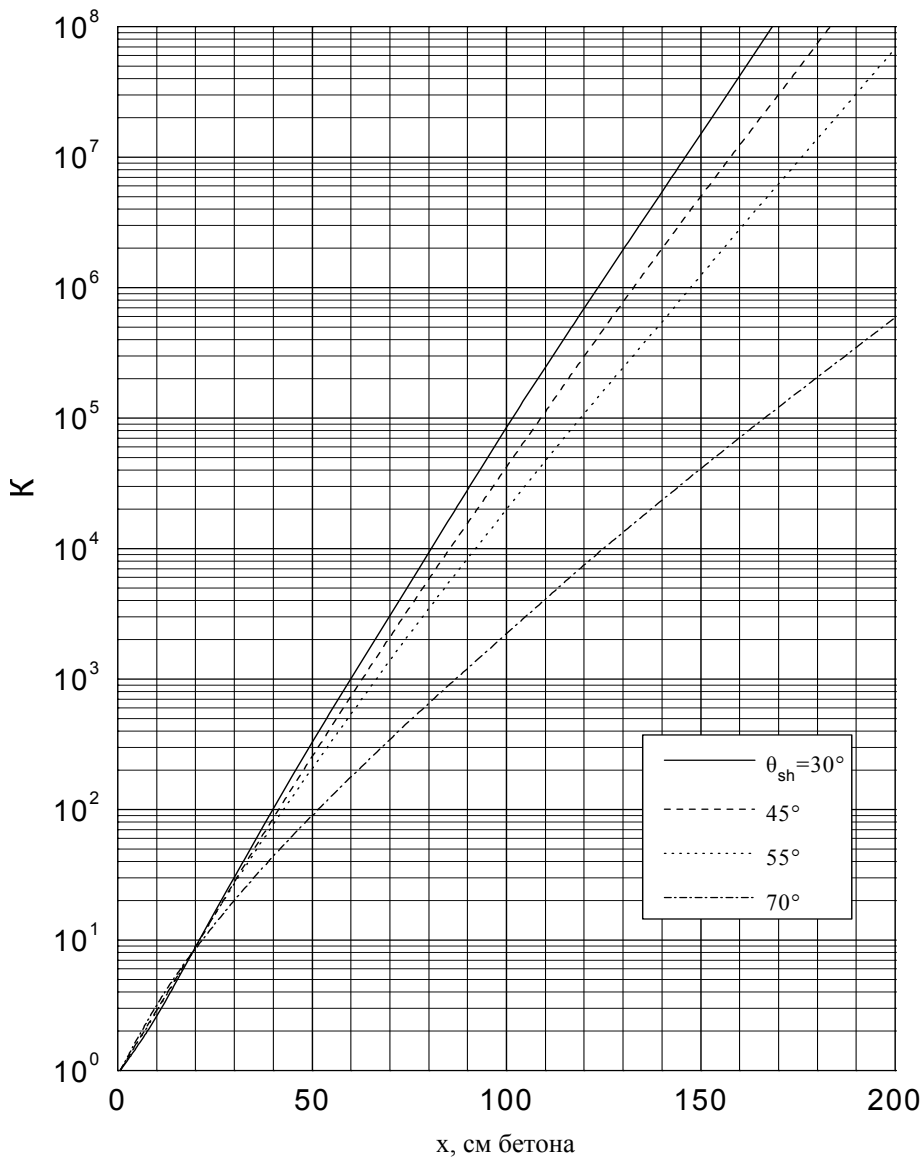


Рис. 11. Кратность ослабления бетонной защитой воздушной кермы тормозного излучения из Fe мишени. $T_0 = 2,0$ МэВ, $\theta_0 = 45^\circ$.

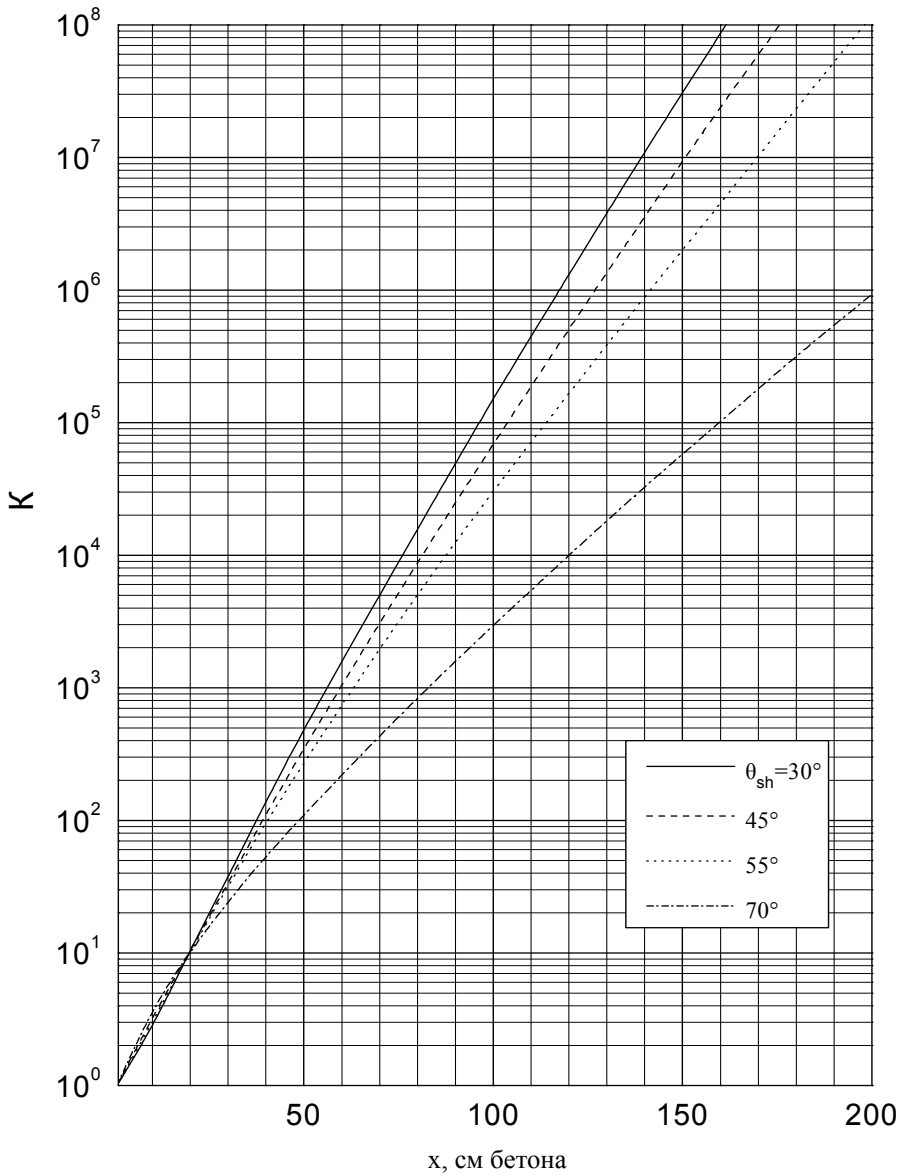


Рис. 12. Кратность ослабления бетонной защитой воздушной кермы тормозного излучения из Fe мишени. $T_0 = 2,0$ МэВ, $\theta_0 = 75^\circ$.

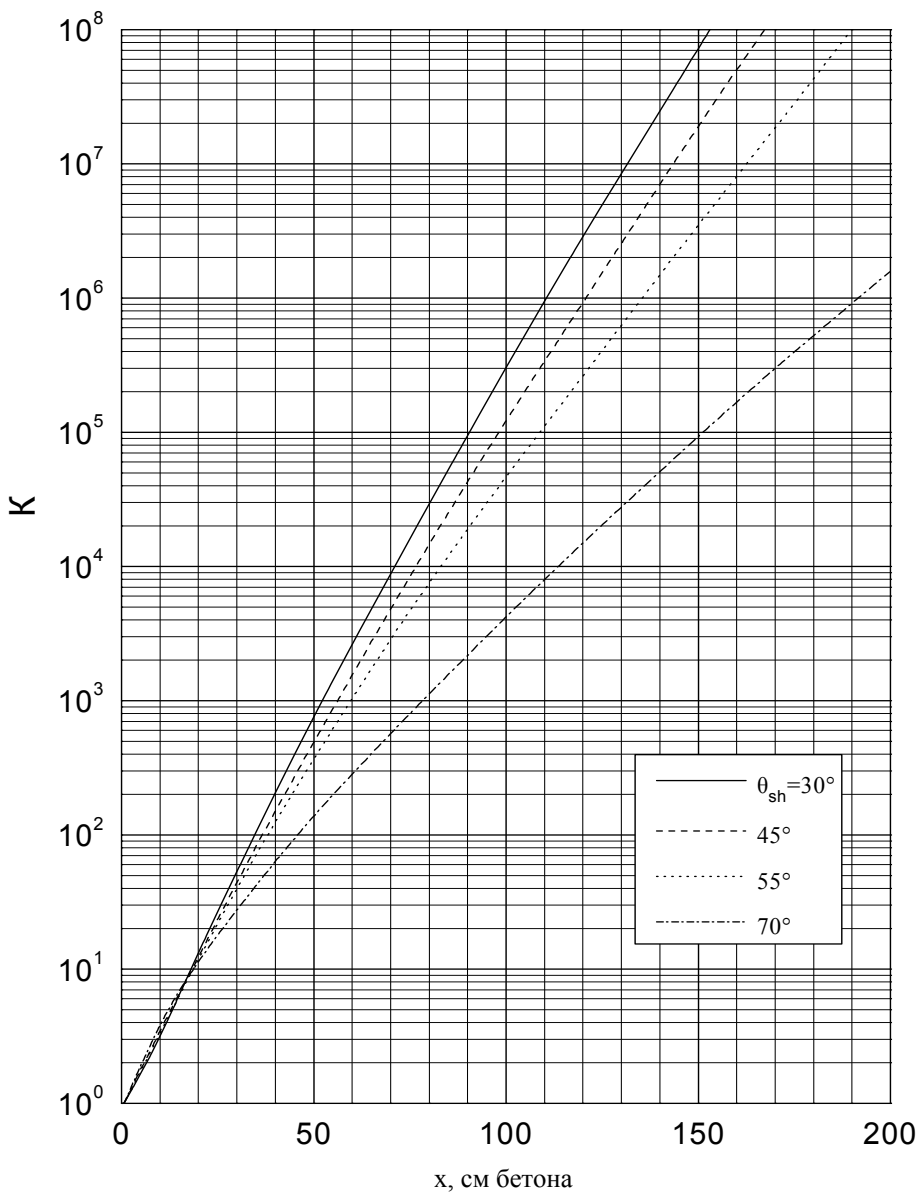


Рис. 13. Кратность ослабления бетонной защитой воздушной кермы тормозного излучения из Fe мишени. $T_0 = 2,0$ МэВ, $\theta_0 = 120^\circ$.

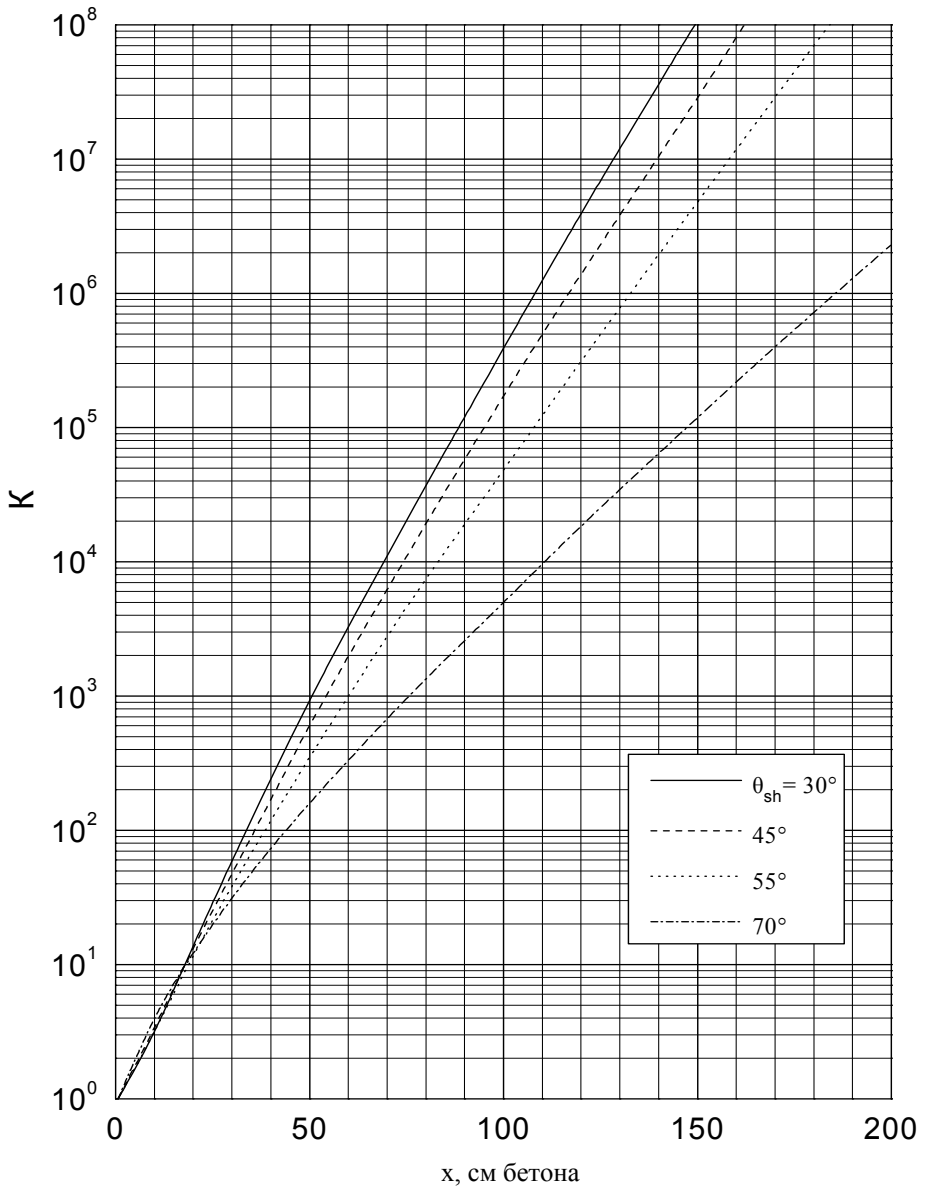


Рис. 14. Кратность ослабления бетонной защитой воздушной кермы тормозного излучения из Fe мишени. $T_0 = 2,0$ МэВ, $\theta_0 = 135^\circ$.

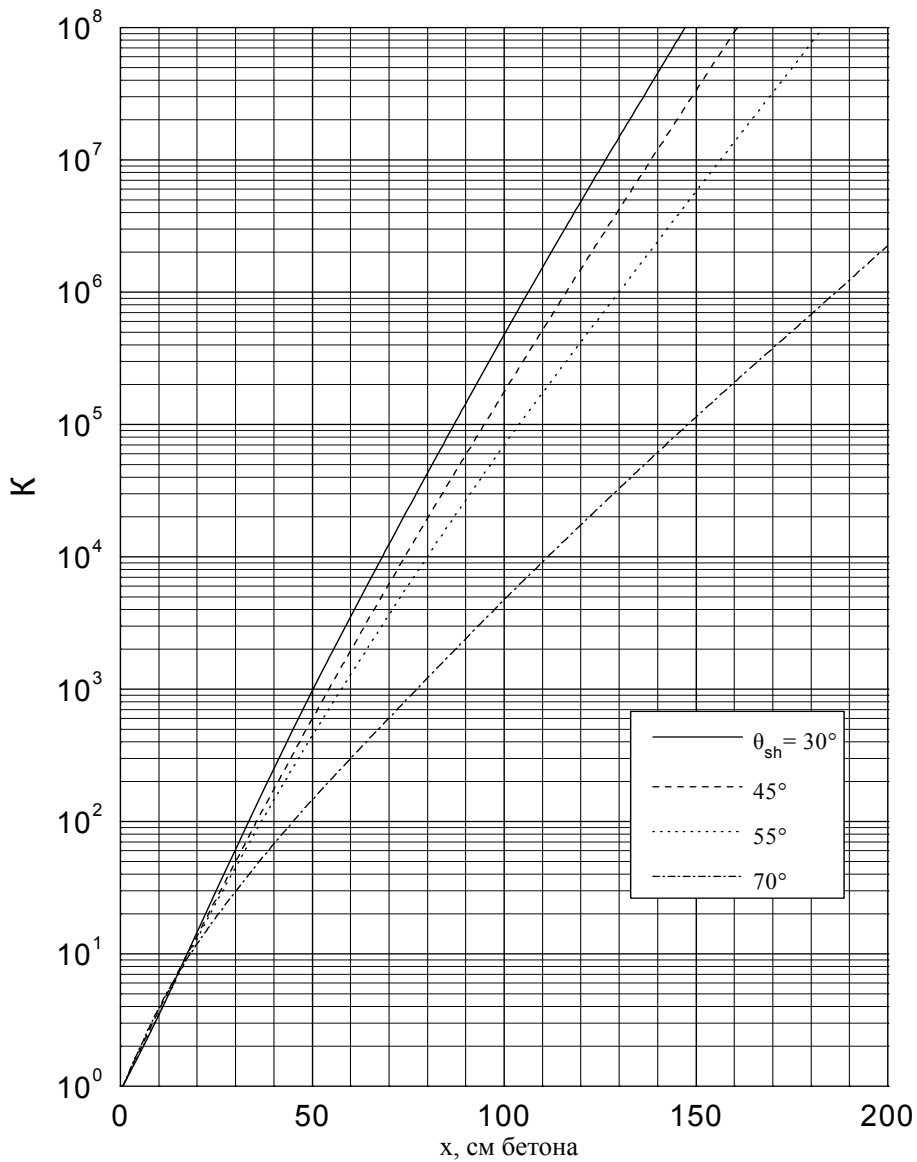


Рис. 15. Кратность ослабления бетонной защиты воздушной кермы тормозного излучения из Fe мишени. $T_0 = 2,0$ МэВ, $\theta_0 = 150^\circ$.

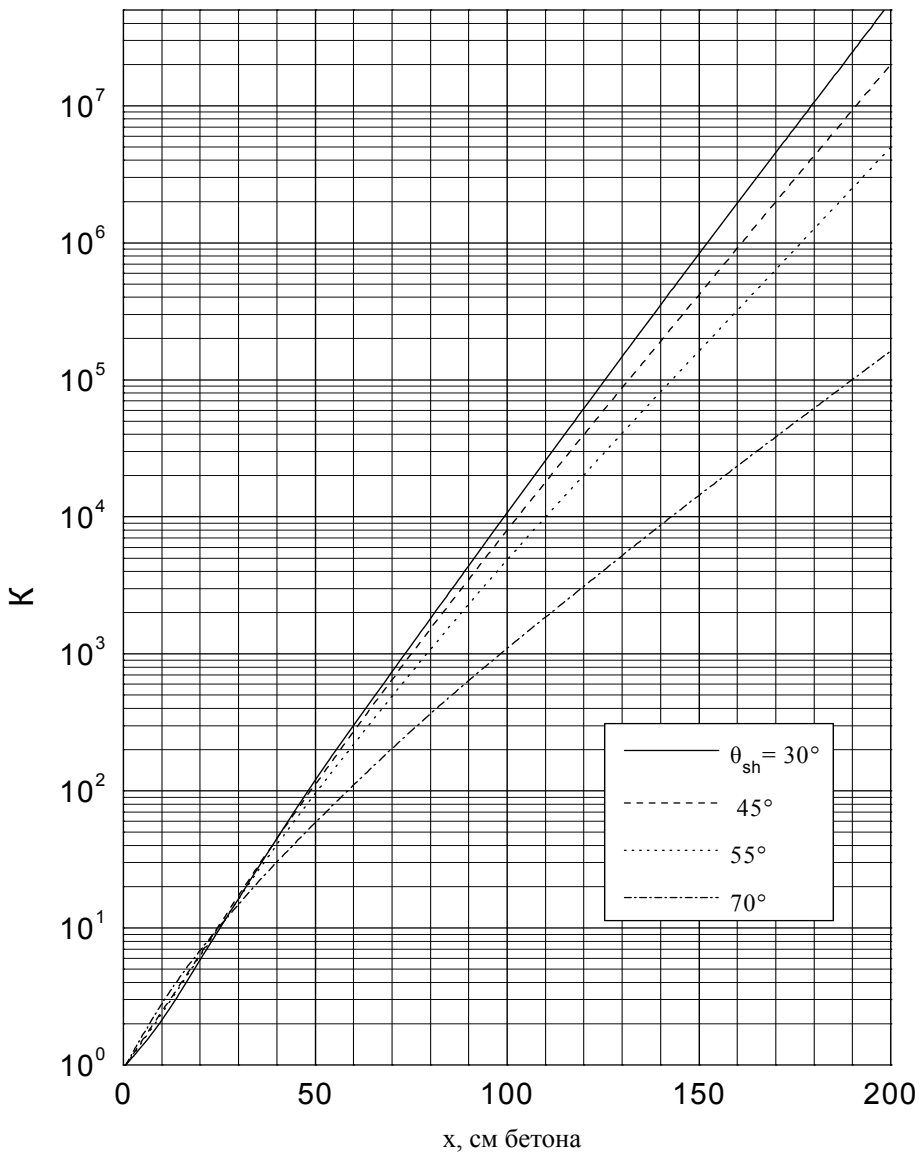


Рис. 16. Кратность ослабления бетонной защитой воздушной кермы тормозного излучения из Fe мишени. $T_0 = 2,8$ МэВ, $\theta_0 = 20^\circ$.

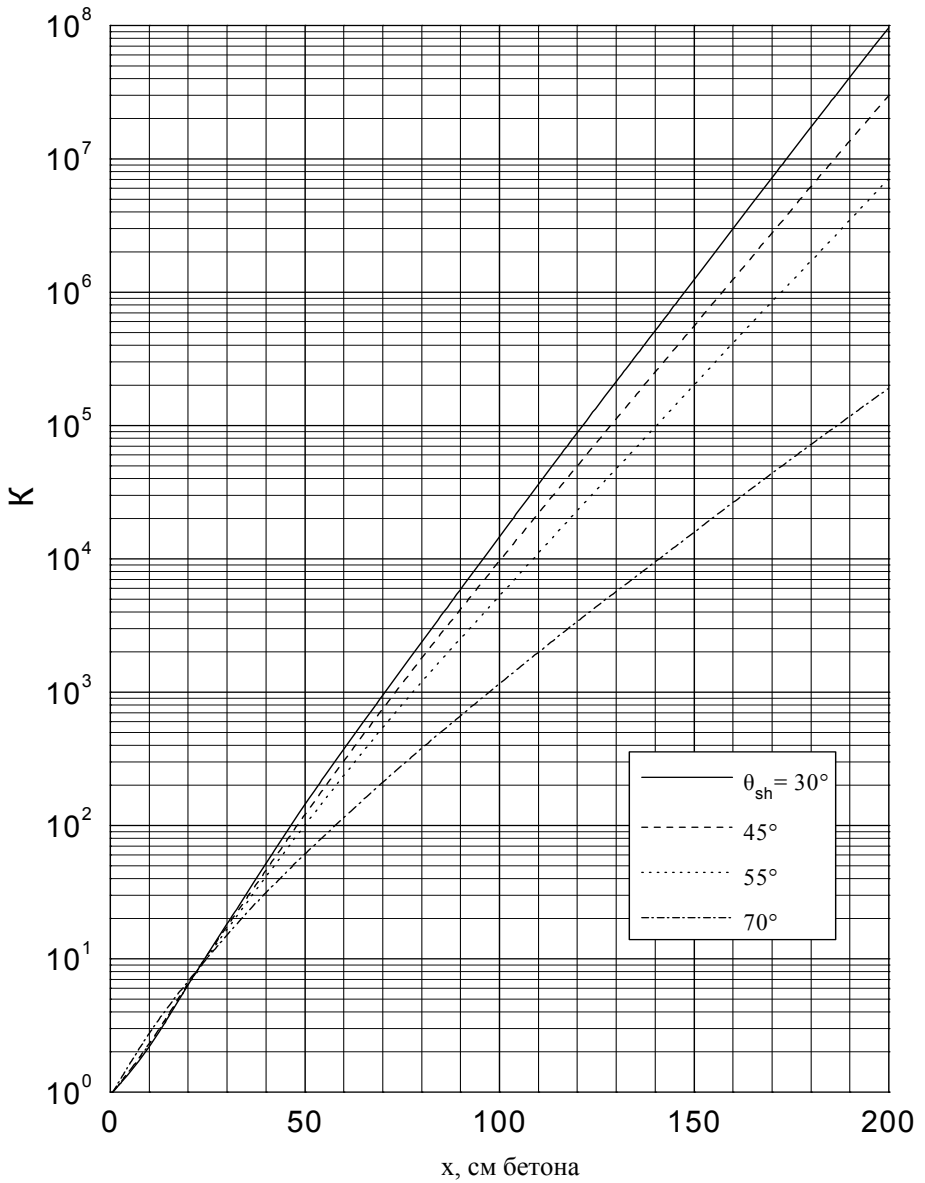


Рис. 17. Кратность ослабления бетонной защитой воздушной кермы тормозного излучения из Fe мишени. $T_0 = 2,8$ МэВ, $\theta_0 = 30^\circ$.

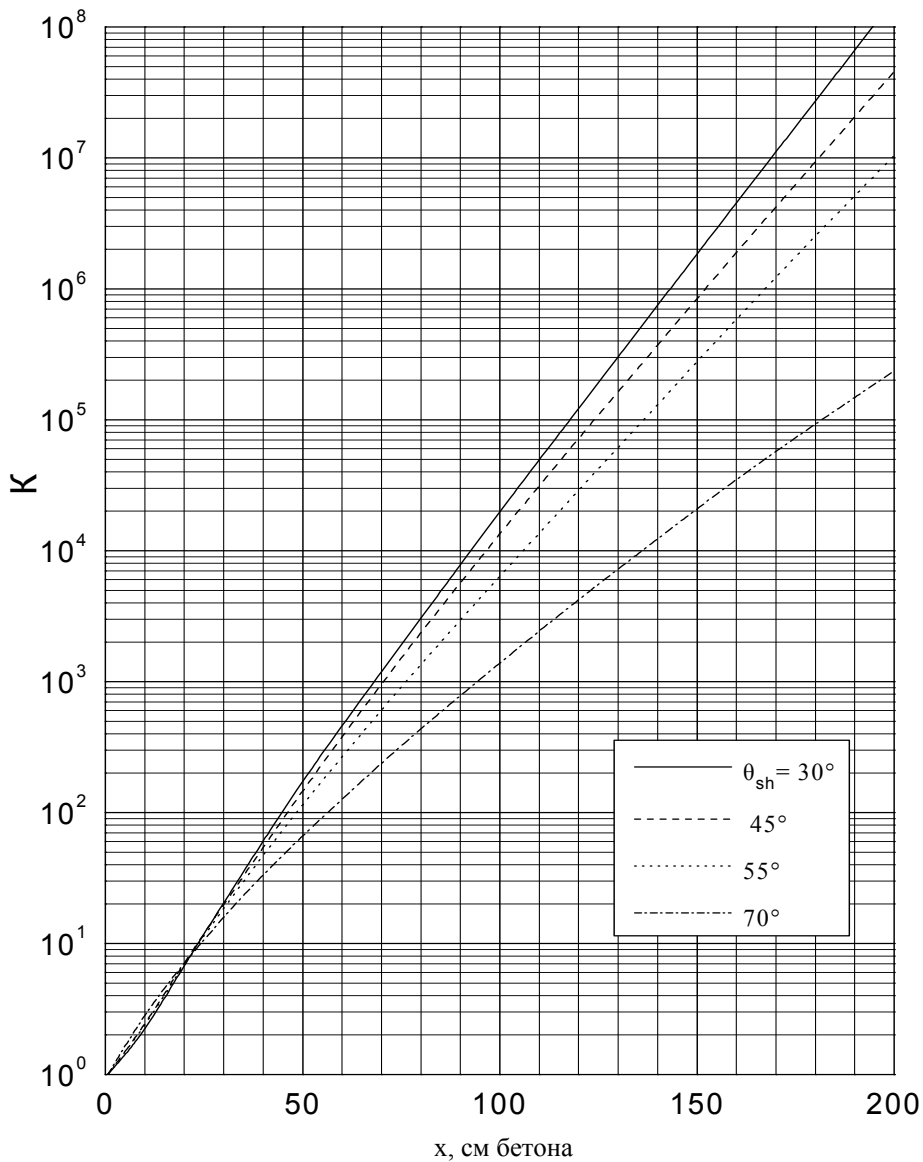


Рис. 18. Кратность ослабления бетонной защитой воздушной кермы тормозного излучения из Fe мишени. $T_0 = 2,8$ МэВ, $\theta_0 = 45^\circ$.

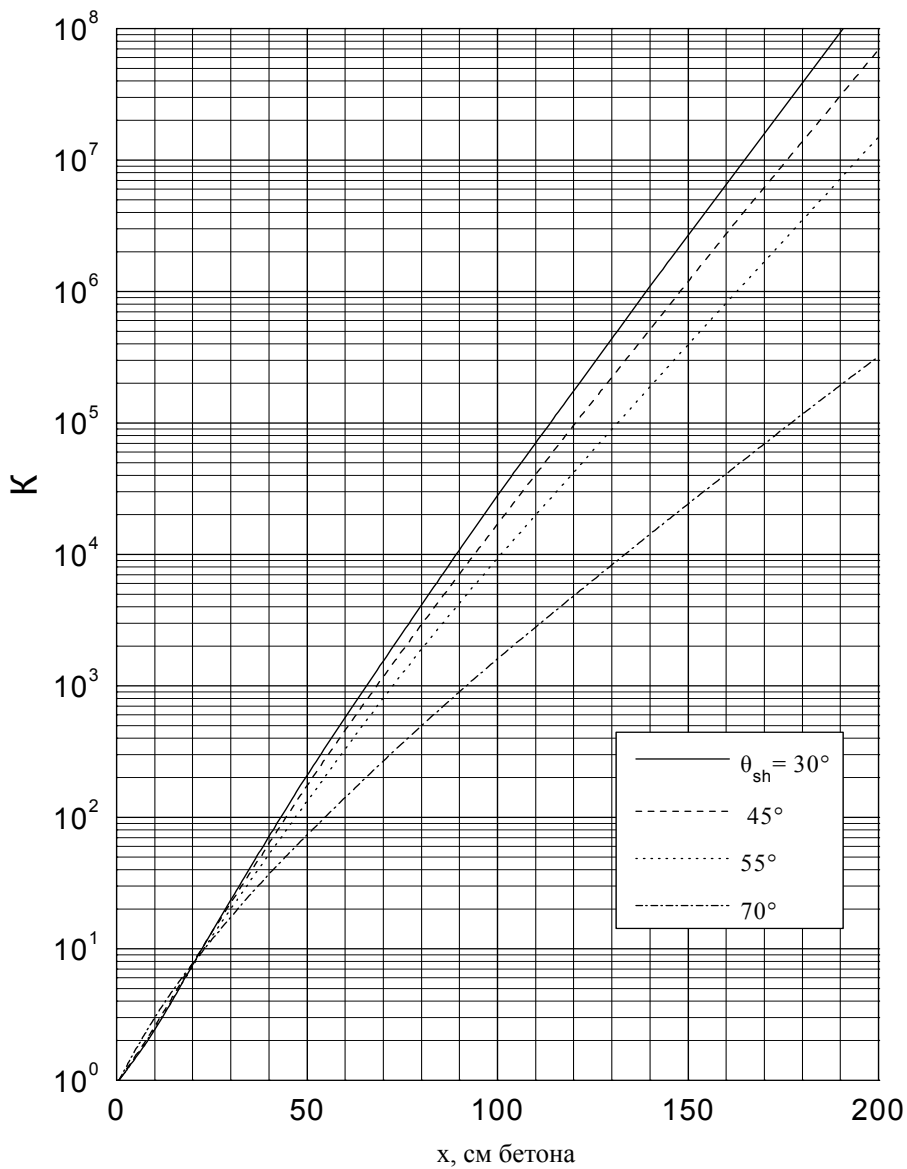


Рис. 19. Кратность ослабления бетонной защитой воздушной кермы тормозного излучения из Fe мишени. $T_0 = 2,8$ МэВ, $\theta_0 = 60^\circ$.

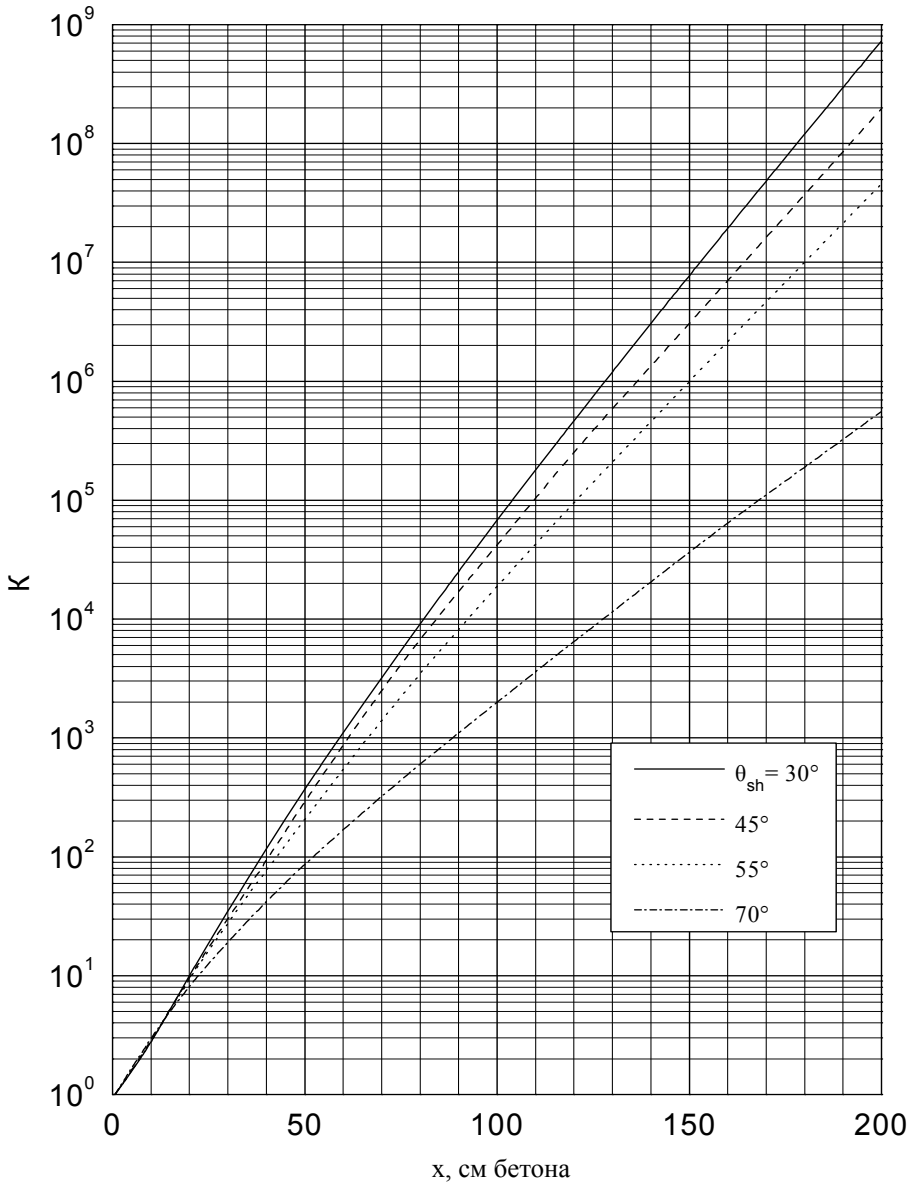


Рис. 20. Кратность ослабления бетонной защитой воздушной кермы тормозного излучения из Fe мишени. $T_0 = 2,8$ МэВ, $\theta_0 = 120^\circ$.

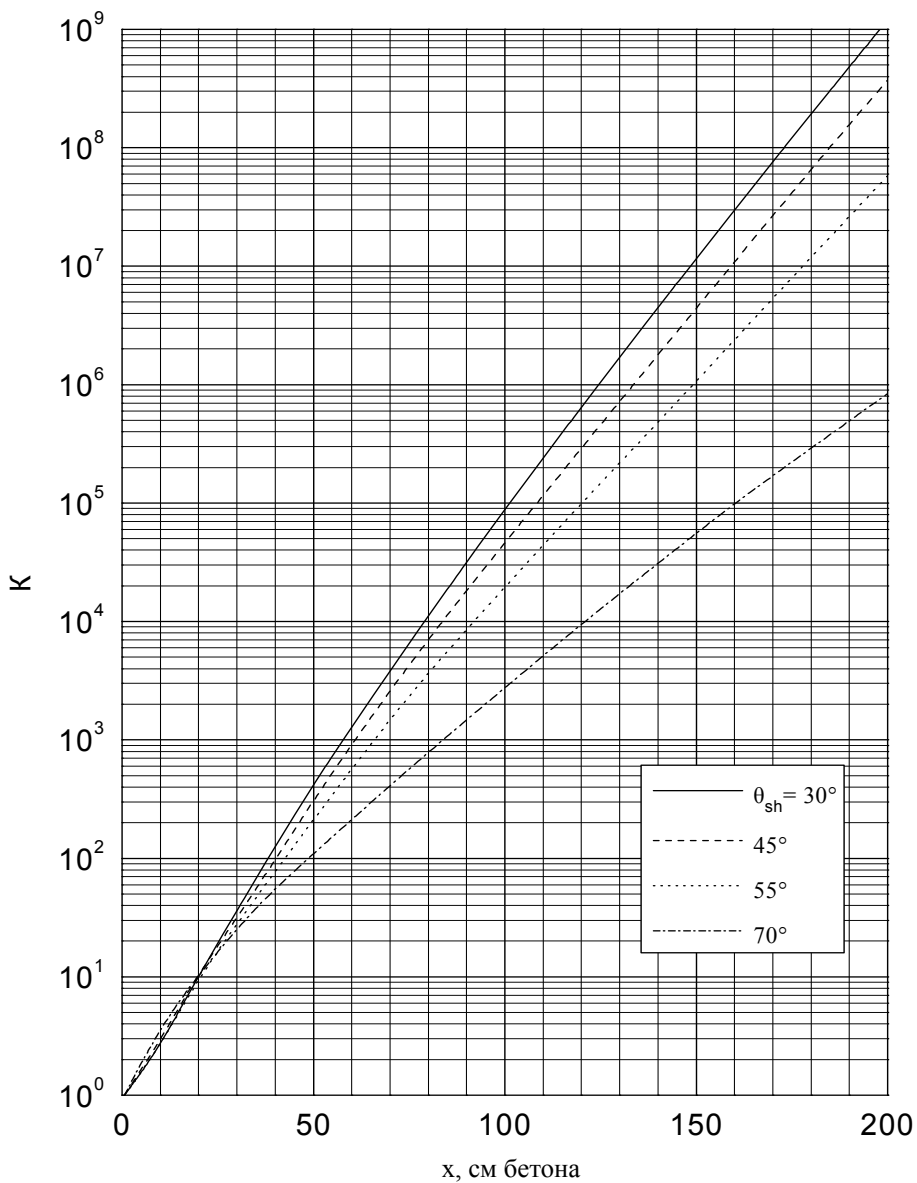


Рис. 21. Кратность ослабления бетонной защитой воздушной кермы тормозного излучения из Fe мишени. $T_0 = 2,8$ МэВ, $\theta_0 = 135^\circ$.

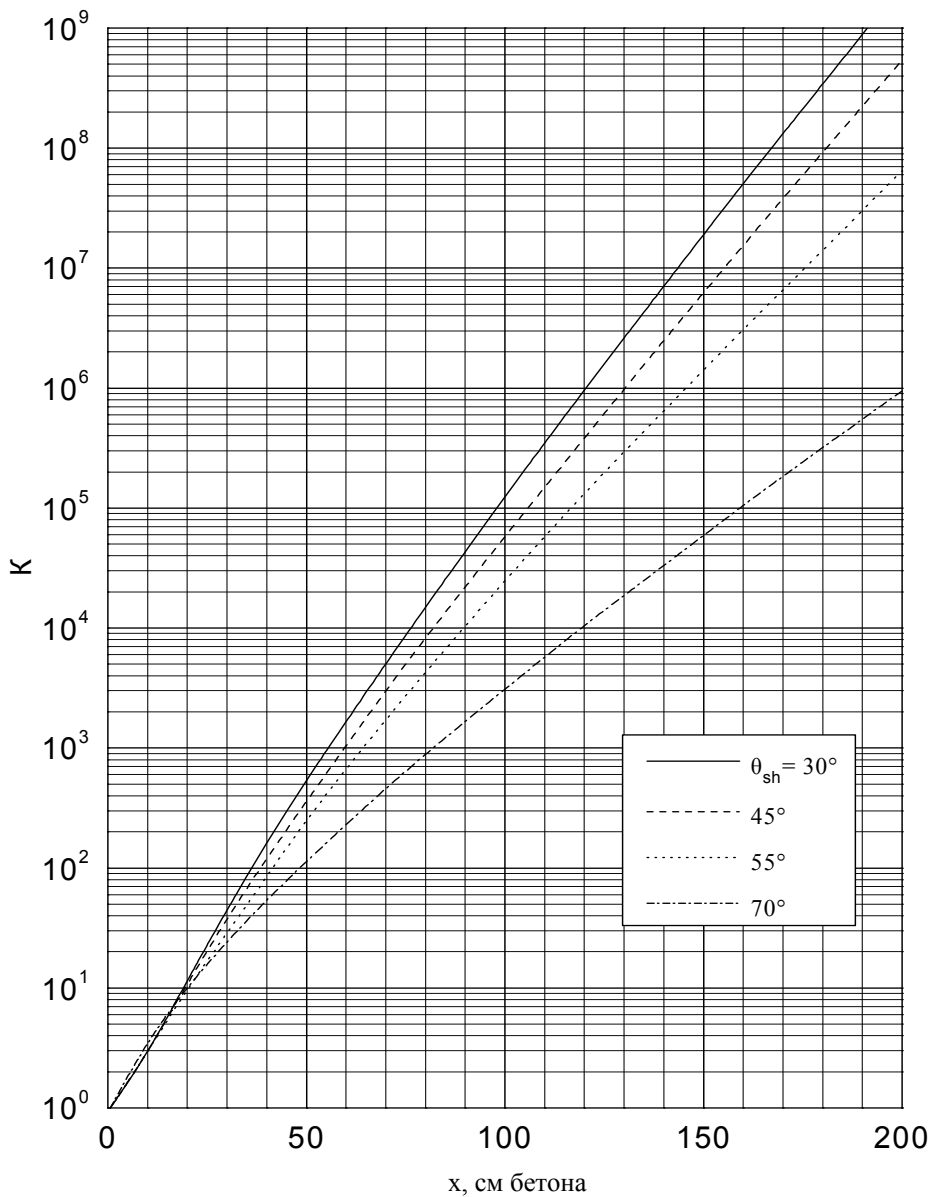


Рис. 22. Кратность ослабления бетонной защитой воздушной кермы тормозного излучения из Fe мишени. $T_0 = 2,8$ МэВ, $\theta_0 = 150^\circ$.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Баркова В.Г., Чудаев В.Я. Защита от тормозного излучения из лёгких мишеней (0,5 – 3 МэВ). – Новосибирск, 1981. – 29 с. – (Препринт / Ин-т ядерн. физики СО АН СССР; 81-78).
- [2] Баркова В.Г., Чудаев В.Я., Шамакина Н.С. Ослабление бетонной защитой воздушной кермы тормозного излучения из толстых алюминиевых мишеней. Наклонное падение на защиту. $E_0 = 0,5; 1,0; 2,0; 2,8$ МэВ. – Новосибирск, 2009. – 32 с. – (Препринт / Ин-т ядерн. физики СО РАН; 2009-37).
- [3] Bremsstrahlung produced in thick aluminum and iron targets by 0.5 to 2.8 MeV electrons / W.E. Dance, D.H. Rester, B.J. Farmer e. a. // J. Appl. Phys. – 1968. – Vol. 39, No. 6. – P.2881 – 2889.
- [4] Spenser L.V., Lamkin J.C. Slant penetration of γ -rays in concrete: NBS report 6591. – 1959. – 61 p.

В. Г. Баркова, В. Я. Чудаев, Н. С. Шамакина

**Ослабление бетонной защитой воздушной кермы
тормозного излучения из толстых железных мишеней.**

Наклонное падение на защиту.

$E_0 = 0,5; 1,0; 2,0; 2,8$ МэВ

V.G. Barkova, V.Ya. Chudaev, N.S. Shamakina

**Concrete-shield attenuation of the air kerma of bremsstrahlung
from thick iron targets at off-normal incidence
of bremsstrahlung onto the shield**

$E_0 = 0.5; 1.0; 2.0; 2.8$ MeV

ИЯФ 2012-26

Ответственный за выпуск А.В. Васильев

Работа поступила 23.10. 2012 г.

Сдано в набор 24.10. 2012 г.

Подписано в печать 25.10. 2012 г.

Формат 60x90 1/16 Объем 1,6 печ.л., 1,3 уч.-изд.л.

Тираж 100 экз. Бесплатно. Заказ № 26

Обработано на РС и отпечатано
на ротапринтере «ИЯФ им. Г.И. Будкера» СО РАН,
Новосибирск, 630090, пр. Академика Лаврентьева, 11