

УРОК
БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ
ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ
§ 113

ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

I. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ (И/И) -

излучение, энергия которого способна вызвать ионизацию($\alpha, \beta, n, p, \gamma$)

ДОЗА ОБЛУЧЕНИЯ (Д) - мера воздействия ионизирующего излучения

ДОЗА ПОГЛОЩЕННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ -
энергия излучения, поглощенная
в единице массы вещества

$$D = E_{\text{из}} / m$$

$$[D] = 1 \text{ Дж/кг} = 1 \text{ Гр (грей)}$$

ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ДОЗА (Н)-
доза, учитывающая качество
облучения (биологическая доза)

$$H = Dk = Db \quad [H] = 1 \text{ Зв (зиверт)}$$

К - коэффициент качества
(биологической активности)

$$K = 1 (R, \gamma)$$

$$K = 3-10 (n)$$

$$K = 20 (\alpha)$$

$$K = 1-1,5 (\beta)$$

$$K = 10 (p)$$

МОЩНОСТЬ ДОЗЫ - доза, отнесенная ко времени воздействия излучения

II. ИСТОЧНИКИ ОБЛУЧЕНИЯ

I. ИСКУССТВЕННЫЕ (18%):

- ядерные реакторы
- R - установки

II. ЕСТЕСТВЕННЫЕ (82%)

происхождение

ЗЕМНОЕ (РАДИОАКТИВНЫЙ ФОН):

- торий -232, уран -235, 238
- радий -226 (радон -222)
- калий - 40, рубидий - 87

КОСМИЧЕСКОЕ
(p-92%, α-6%, n, γ - 2%)

- инертный газ, не имеет цвета, запаха, $T_{1/2} = 3,8$ ч, продукт распада урана-238
- легко растворим в крови, сорбируется в дыхательных путях → рак легких
- выделяется из минеральных стройматериалов (кирпич, цемент, бетон)



Аэрозольные
выбросы,
шум

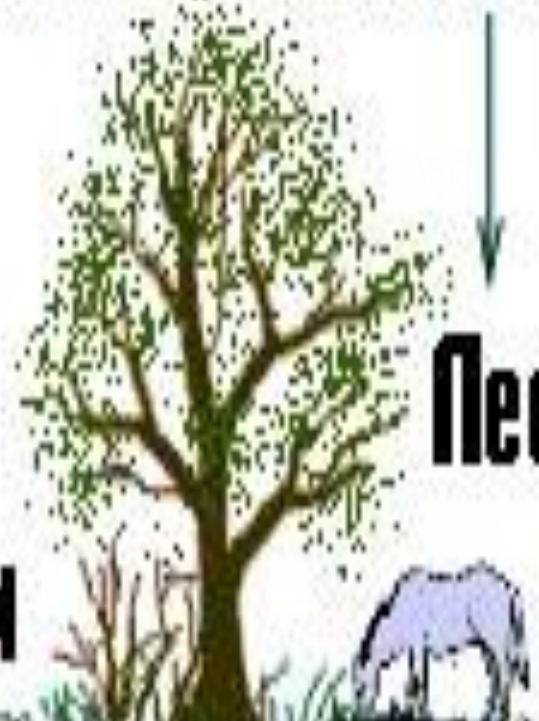
Воздух

Сухое и влажное осаждение



АС

Пашни



Пес

Водоем

(Слив)

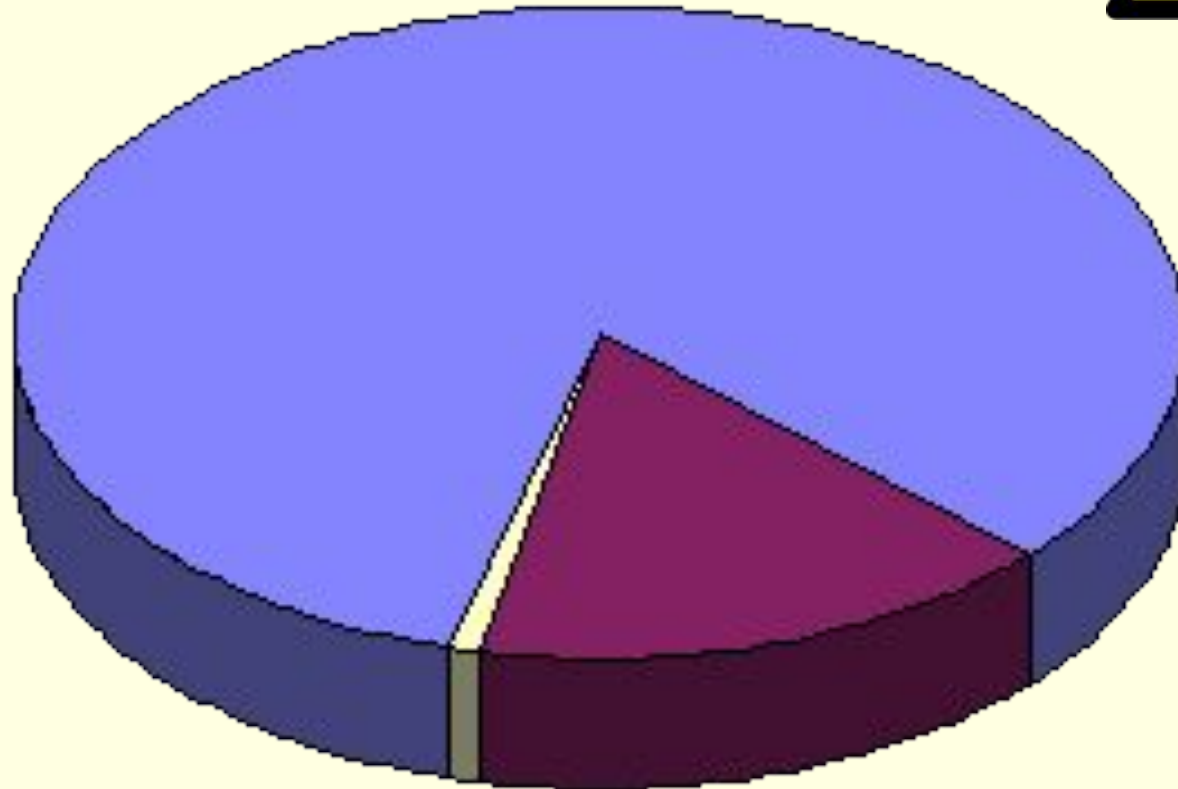
жидкие сбросы

Ил

Источники радиации



Естественные
83 %



Остальные
источники
1 %

Источники,
использу-
ющиеся в
медицине
17 %

Пользование авиатранспортом

0,1%

Употребление

радиолюминесцентных товаров

0,1%

Глобальные выпадения продуктов

ядерных испытаний

1%

Атомная энергетика

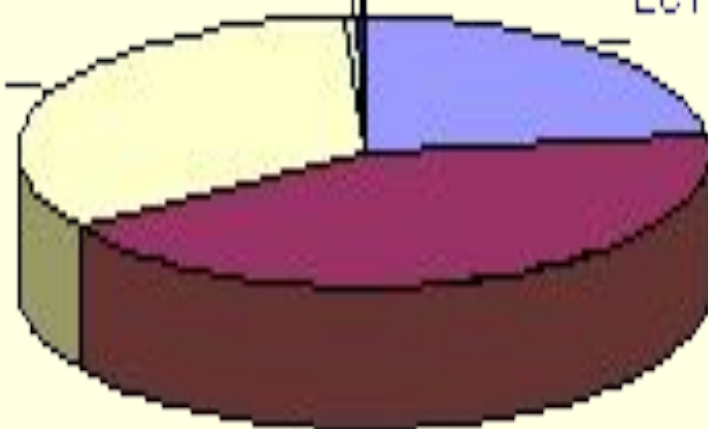
0,03%

Использование ионизирующих
излучений в медицине

34%

Естественный фон

23%

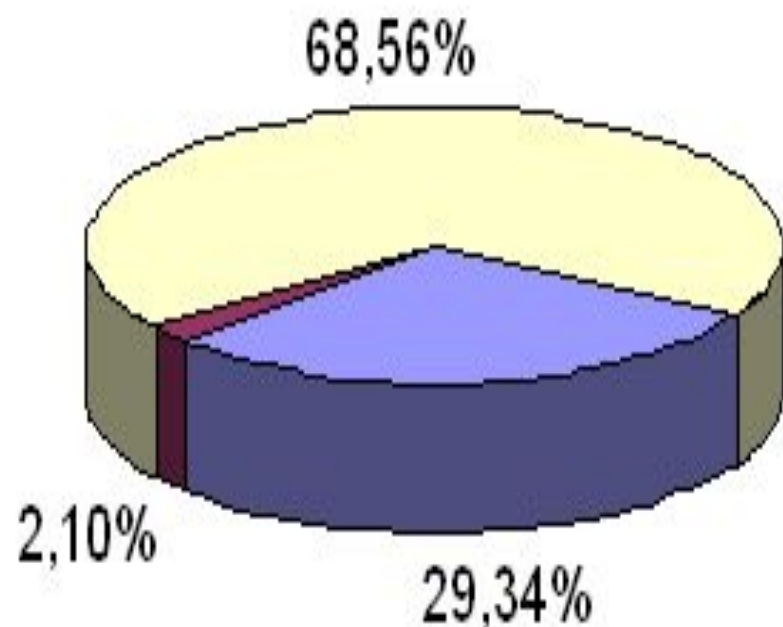


Облучение населения продуктами
распада радона и торона в
помещениях

42%



Структура коллективных доз облучения

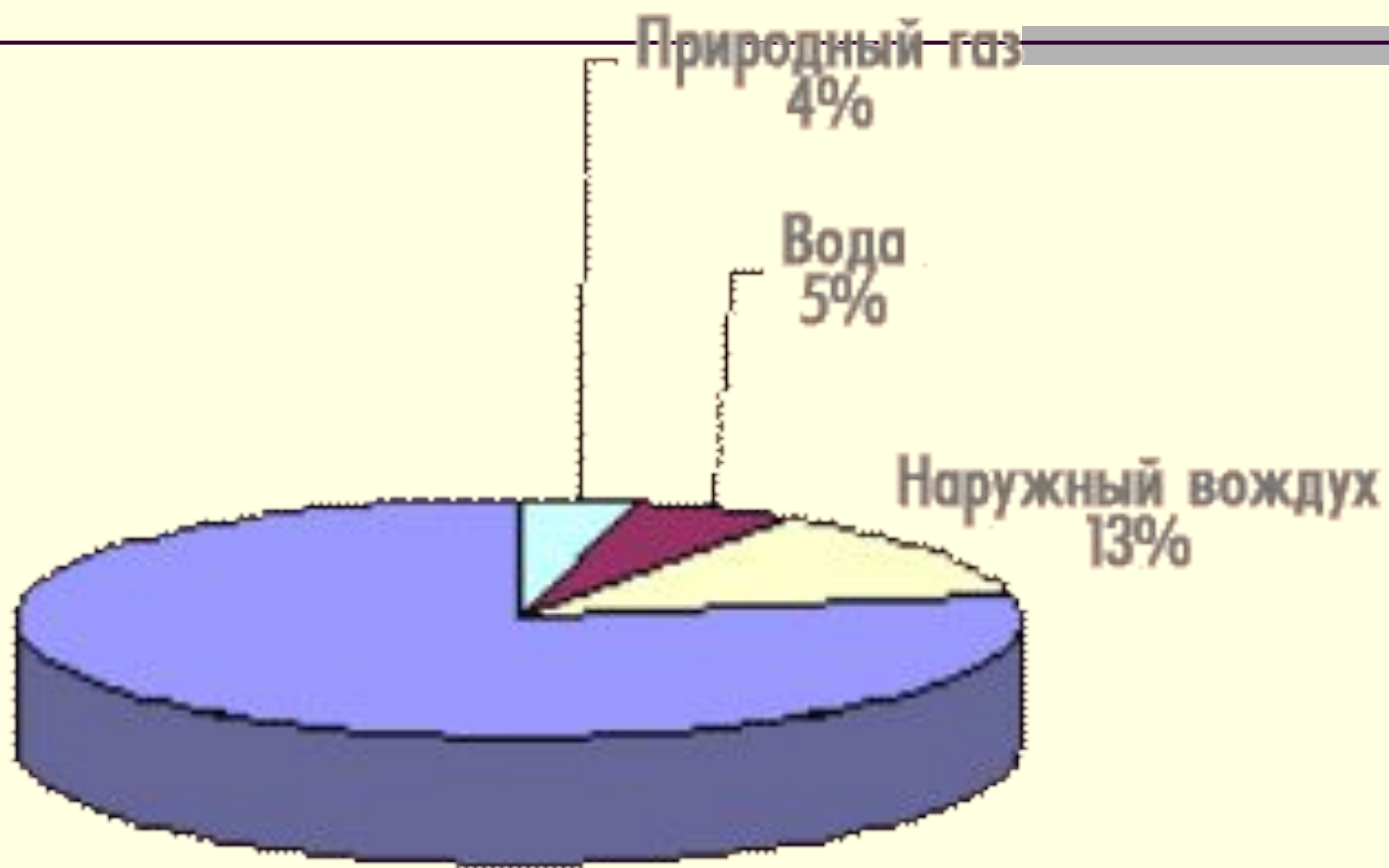


■ Медицинские

■ Техногенные, в том числе глобальные выпадения

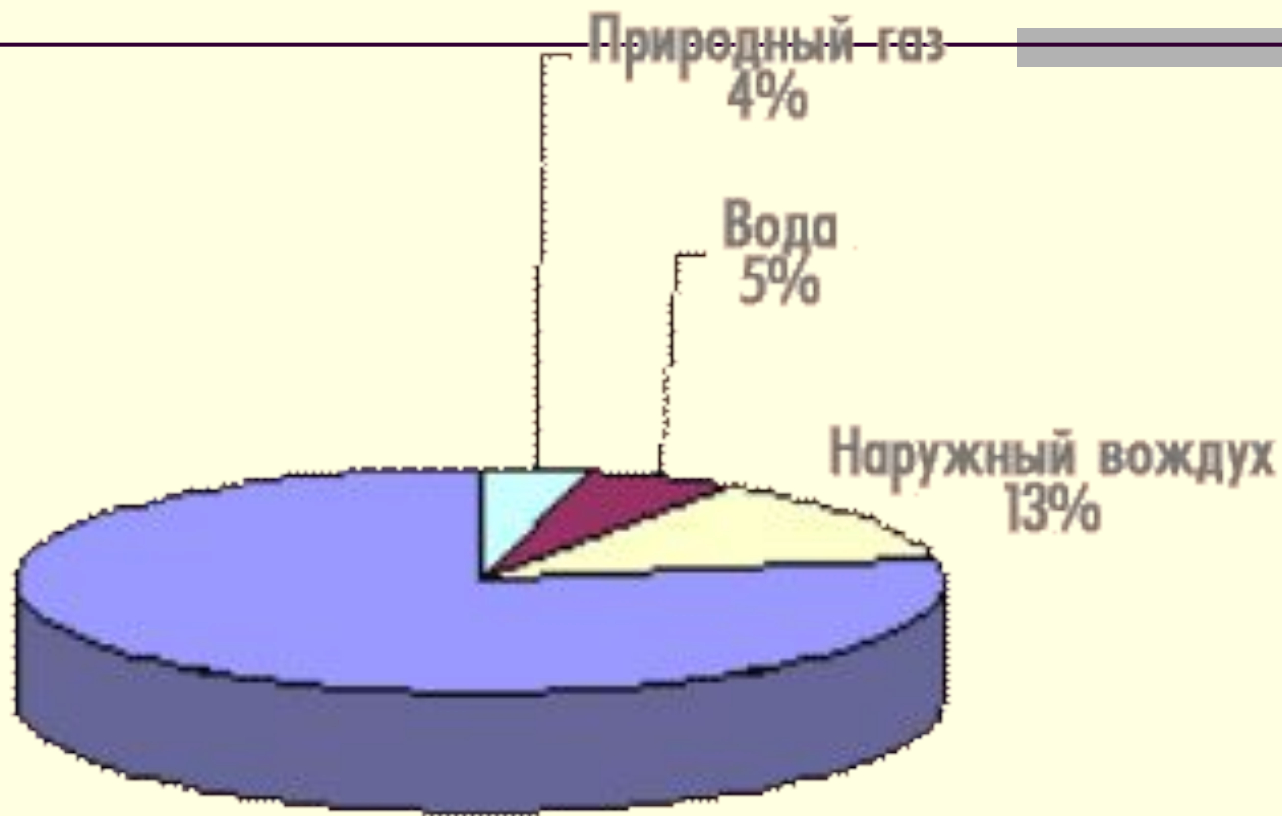
■ Естественные

ИСТОЧНИКИ РАДОНА



Материалы стен и грунт под
зданием
78%

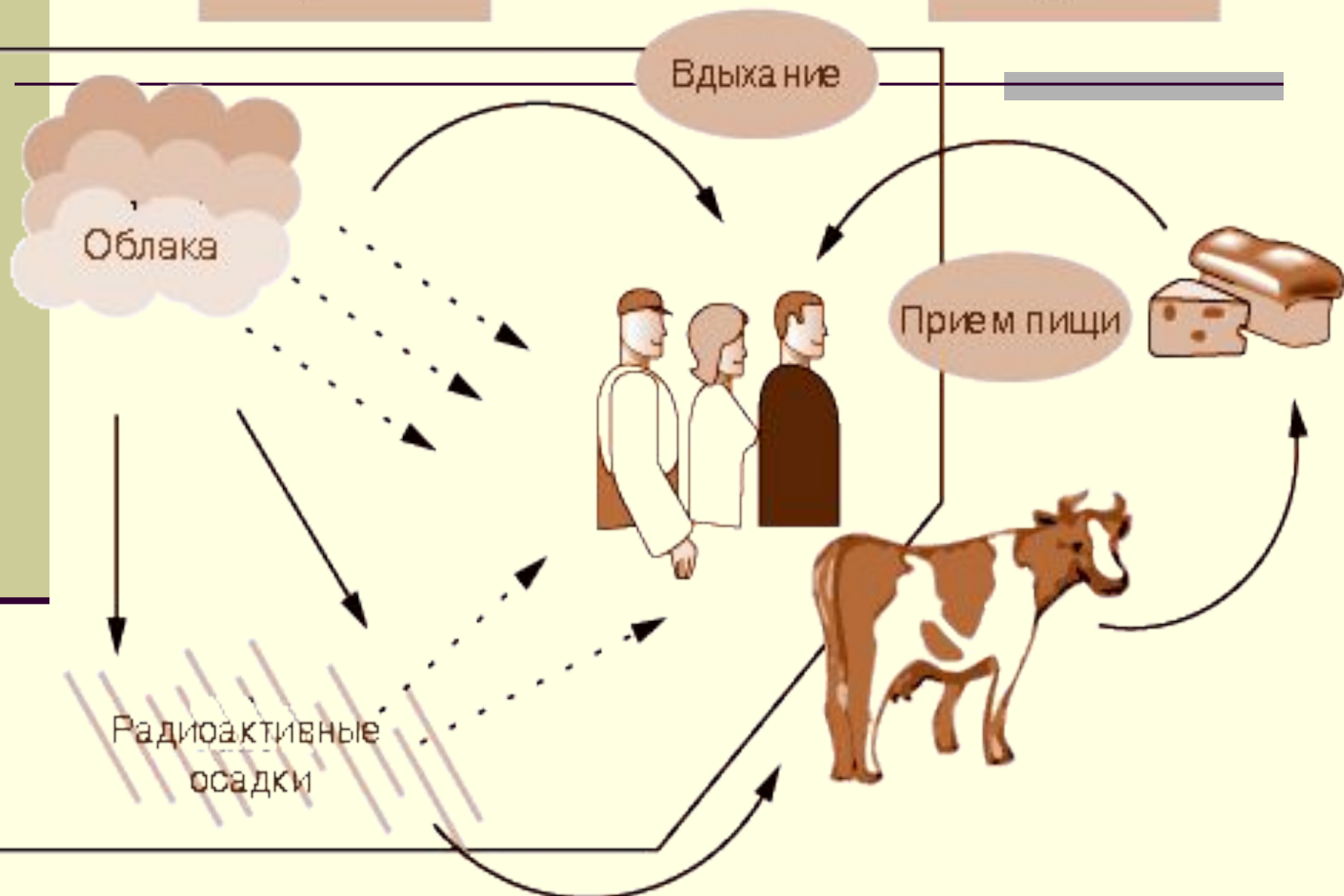
ИСТОЧНИКИ РАДОНА



Материалы стен и грунт под зданием
78%

Внешнее
облучение

Внутренне
облучение



Источники радиации:

- в медицине - 0,4мЗв
- радиоактивные осадки - 0,02мЗв
- атомная энергетика - 0,001мЗв
- естественные - 2мЗв: земного происхождения, внутреннее облучение -1,325
- земного происхождения, внешнее облучение - 0,35
- космические, внутреннее облучение - 0,3
- космические, внешнее облучение - 0,015

III. ОБЛУЧЕНИЕ

ВНЕШНЕЕ (γ, n)

ВНУТРЕННЕЕ (α , продукты деления)

- дыхание (воздух)
- пища, вода,
- лечение и диагностика заболеваний

критические органы
(накопление)

кроветворные органы
(костный мозг, селезенка,
лимфатическая система)

другие органы
(половые, кишечник)

- ожоги
- лейкемия (рак крови)
- стерильность
- рождение больных детей
- снижение иммунитета

П
Р
И
Ч
И
Н
А

клетка (ядро)
НАРУШЕНИЕ

- способности к делению
- генной структуры хромосом
- обмена веществ

мутации, наследственные аномалии

Критический орган - орган, облучение которого может причинить наибольший ущерб здоровью.

- I группа- гонады и красный костный мозг;
- II групп - мышцы, щитовидная железа, желудочно-кишечный тракт, легкие, хрусталик глаза;
- III группа - кожный покров, костная ткань, кисти рук, предплечья, голени и стопы.

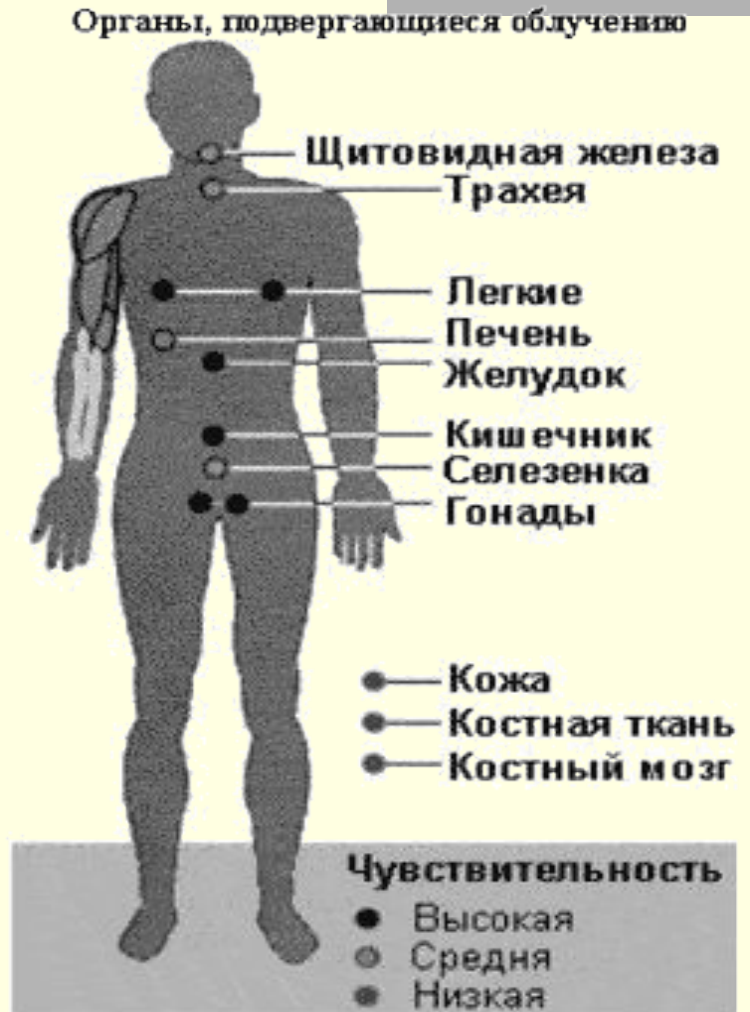


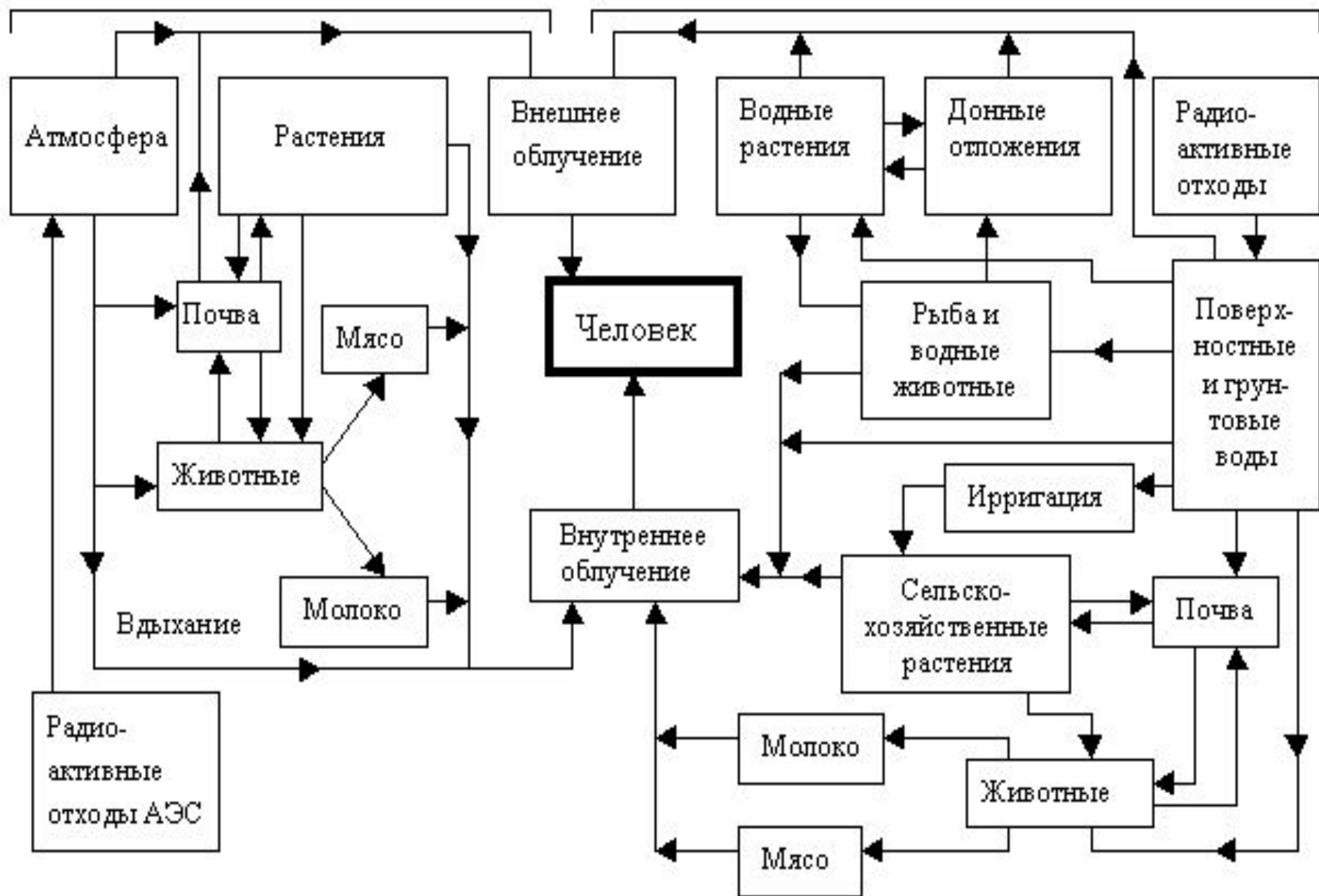


Рис. 6.2. Распространение радиоактивных веществ в окружающей среде

| Население (годы воздействия) | Количество | Средняя общая доза за 20 лет (мЗв)* |
|---|---|-------------------------------------|
| Ликвидаторы (1986-1987 гг.) (высокое воздействие) | 240 000 | >100 |
| Эвакуированные (1986 г.) | 116 000 | >33 |
| Население ЗУК (>555 кБк/м ²) (1986-2006 гг.) | 270 000 | >50 |
| Население низкодозаряженных районов (37 кБк/м ²) (1986-2005 гг.) | 5 000 000 | 10-20 |
| Естественный фон | 2,4 мЗв/год (обычный диапазон 1-10, максимум >20) | 48 |
| <p>Приблизительные обычные дозы, получаемые в результате облучения рентгеновскими лучами на одну процедуру:</p> | | |
| облучение при компьютерной томографии всего тела | 12 мЗв | |
| маммография | 0.13 мЗв | |
| рентгеноскопия грудной клетки | 0.08 мЗв | |

Выбросы в атмосферу

Сбросы в гидросферу



**РАДИАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ
ОБЛУЧЕНИЯ ЛЮДЕЙ**

СОМАТИЧЕСКИЕ
(ПОСЛЕДСТВИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ
ОБЛУЧЕНИЯ, СКАЗЫВАЮЩИЕСЯ
НА САМОМ ОБЛУЧЕННОМ, А НЕ
НА ЕГО ПОТОМСТВЕ)

ОСТРАЯ ЛУЧЕВАЯ БОЛЕЗНЬ

ХРОНИЧЕСКАЯ ЛУЧЕВАЯ
БОЛЕЗНЬ

ЛОКАЛЬНЫЕ ЛУЧЕВЫЕ
ПОВРЕЖДЕНИЯ (ЛУЧЕВОЙ ОЖОГ,
КАТАРАКТА ГЛАЗ,
ПОВРЕЖДЕНИЕ ПОЛОВЫХ
КЛЕТОК)

СОМАТИКО-СТОХАСТИЧЕСКИЕ
(ТРУДНООБНАРУЖИВАЕМЫЕ, ТАК
КАК ОНИ НЕЗНАЧИТЕЛЬНЫ И
ИМЕЮТ ДЛИТЕЛЬНЫЙ СКРЫТЫЙ
ПЕРИОД, ИЗМЕРЯЕМЫЙ
ДЕСЯТКАМИ ЛЕТ ПОСЛЕ
ОБЛУЧЕНИЯ)

СОКРАЩЕНИЕ
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ
ЖИЗНИ

ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫЕ
ИЗМЕНЕНИЯ КРОВО-
ОБРАЗУЮЩИХ КЛЕТОК

ОПУХОЛИ ОРГАНОВ И КЛЕТОК

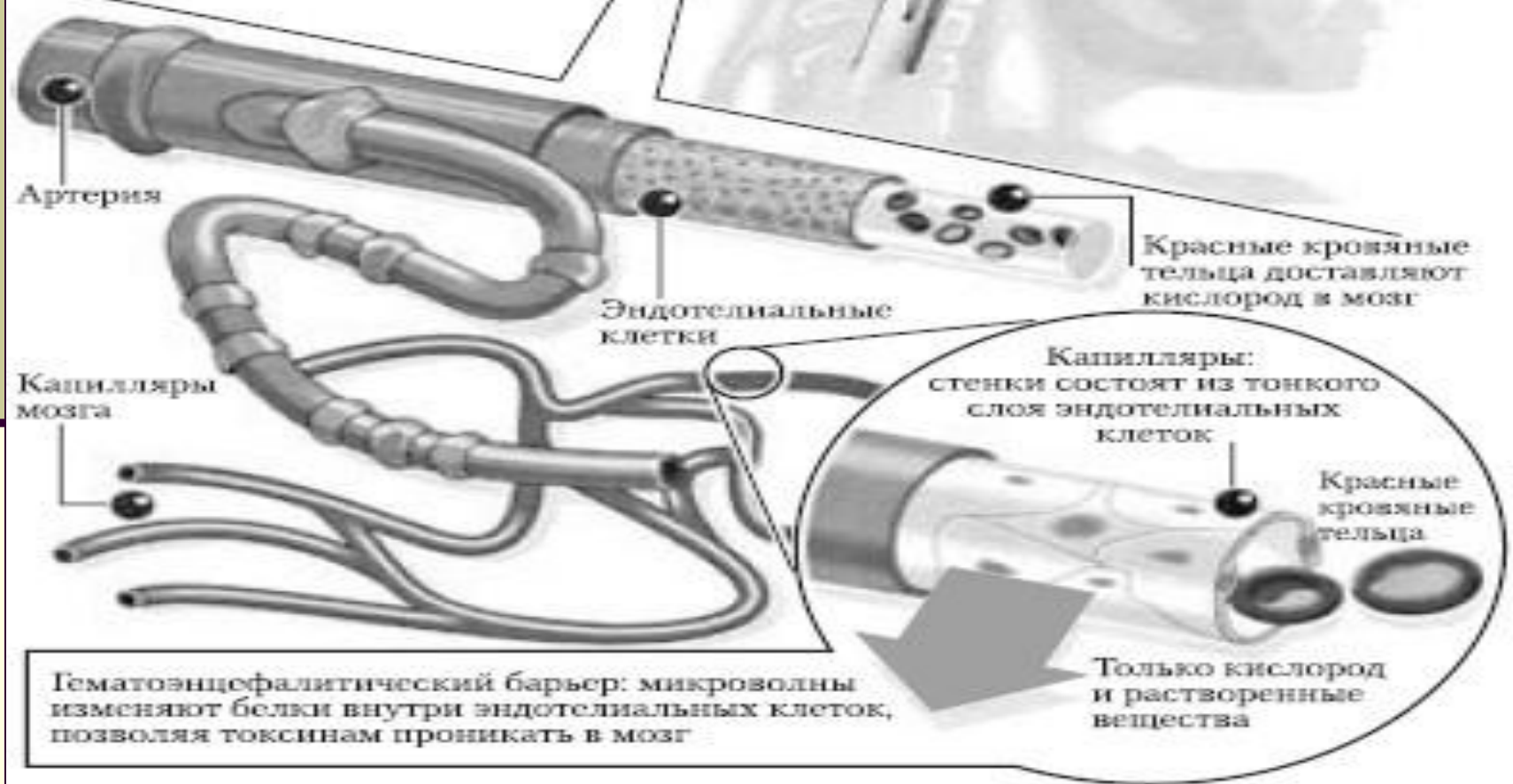
ГЕНЕТИЧЕСКИЕ
(ВРОЖДЕННЫЕ УРОДСТВА,
ВОЗНИКАЮЩИЕ
В РЕЗУЛЬТАТЕ
МУТАЦИЙ,
ИЗМЕНЕНИЯ НАСЛЕДСТВЕННЫХ
СВОЙСТВ
И ДРУГИХ НАРУШЕНИЙ
В ПОЛОВЫХ
КЛЕТОЧНЫХ СТРУКТУРАХ
ОБЛУЧЕННЫХ ЛЮДЕЙ)



Радияция: мобильные телефоны генерируют микроволны

Кровеносные сосуды мозга

Вред: излучение мобильного телефона повреждает эндотелиальные клетки всего за час



Артерия

Красные кровяные тельца доставляют кислород в мозг

Эндотелиальные клетки

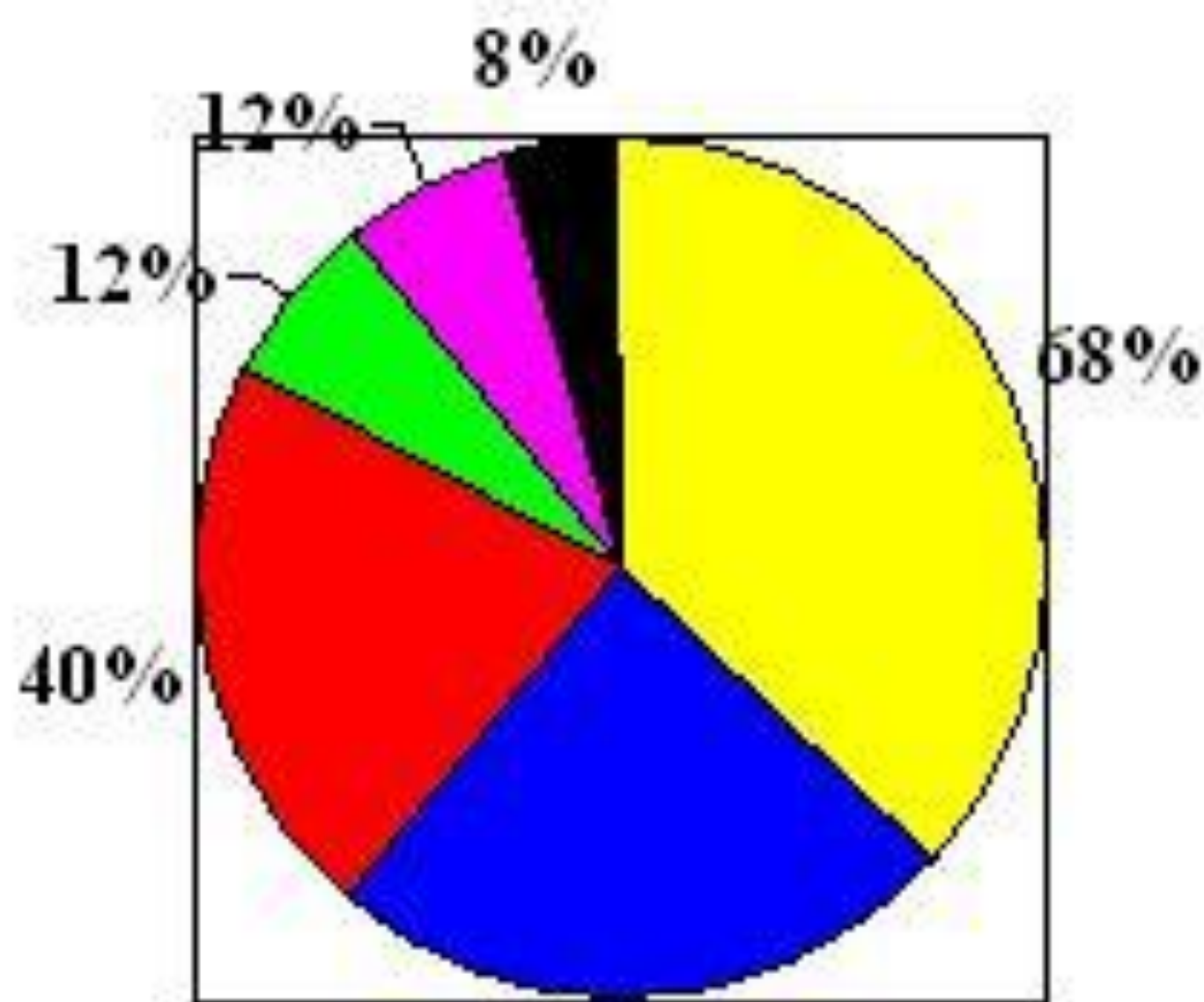
Капилляры мозга

Капилляры: стенки состоят из тонкого слоя эндотелиальных клеток

Красные кровяные тельца

Только кислород и растворенные вещества

Гематоэнцефалический барьер: микроволны изменяют белки внутри эндотелиальных клеток, позволяя токсинам проникать в мозг



- | | | |
|---|---|---|
|  Компьютер |  Телевизор |  Сотовый телефон |
|  Электропроводка |  Фен |  СВЧ-печь |

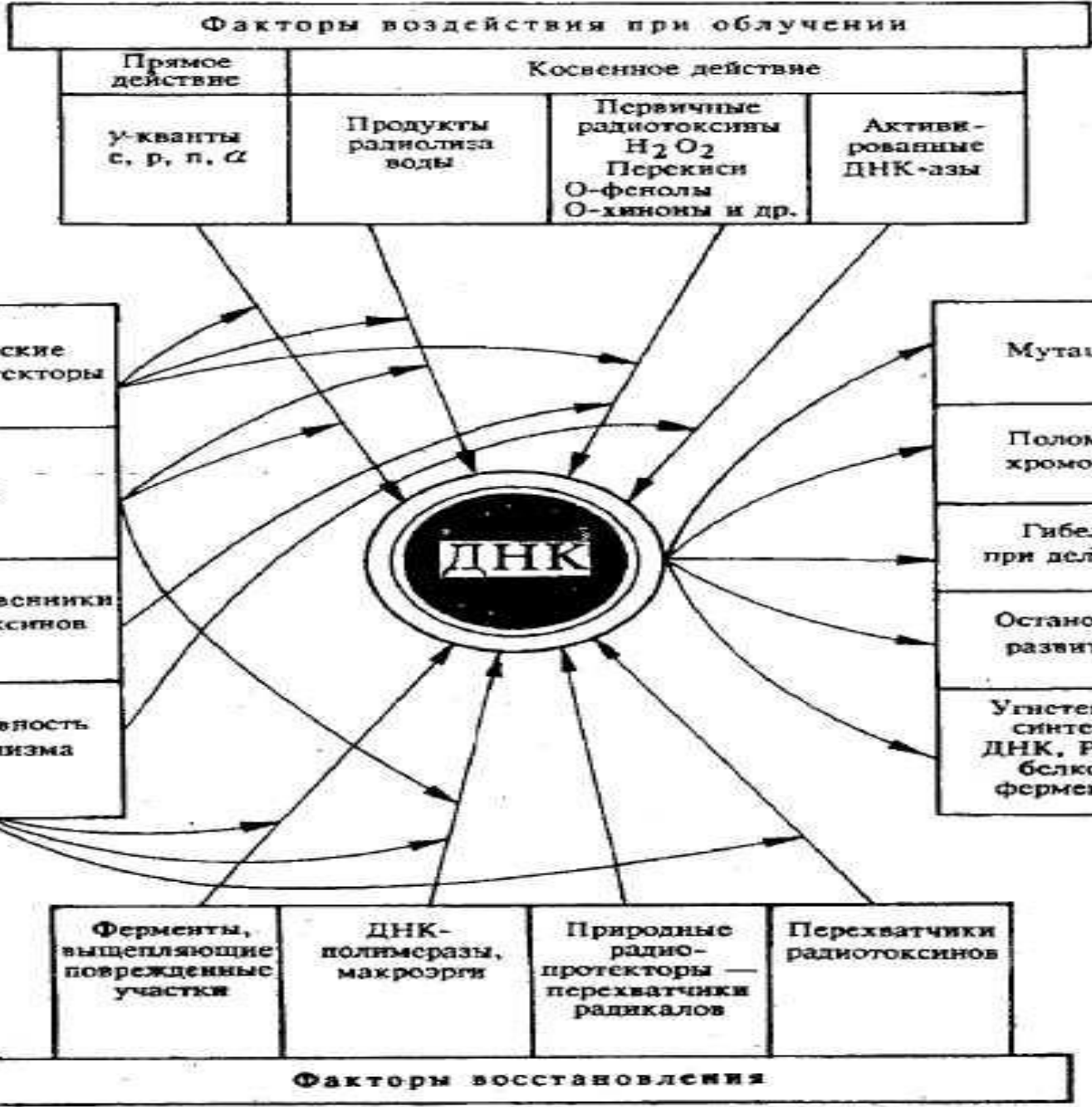


Рис. 3.1. Механизмы повреждения ДНК при облучении. Факторы, моделирующие и восстанавливающие повреждение.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ОБЛУЧЕНИЯ НА ОРГАНИЗМ

| Доза, Гр | Причина и результат воздействия |
|---------------------|--|
| $(0.7 - 2) 10^{-3}$ | доза от естественных источников в год |
| 0,05 | предельно допустимая доза профессионального облучения в год |
| 0,1 | уровень удвоения вероятности генных мутаций |
| 0,25 | однократная доза оправданного риска в чрезвычайных обстоятельствах |
| 1,0 | доза возникновения острой лучевой болезни |
| 3-5 | без лечения 50% облученных умирает в течение 1-2 месяцев вследствие нарушения деятельности клеток костного мозга |
| 10-50 | смерть наступает через 1-2 недели вследствие поражений ЖКТ |
| 100 | смерть наступает через несколько часов или дней вследствие повреждения ЦНС |

ПОСЛЕДСТВИЯ ОДНОКРАТНОГО РАДИАЦИОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ

| Доза, бэр | Мгновенные симптомы | Риск смерти | Наступление смерти |
|-------------|---|---------------|---------------------------|
| От 0 до 100 | Нет | Отсутствует | - |
| 100-200 | Рвота, сокращение числа белых кровяных телец | То же | - |
| 200-600 | То же + выпадение волос. подверженность инфекциям | До 80% | Через 2 месяца |
| 600-1000 | То же | От 80 до 100% | Через 2 месяца |
| Более 1000 | То же + сонливость, озноб, жар, понос | 100% | Менее, чем через 2 месяца |