



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ» (НИЯУ МИФИ)
ОБНИНСКИЙ ИНСТИТУТ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ (ИАТЭ)



Безопасность, экология замкнутого ядерного топливного цикла

Удалова Алла Александровна
доктор биологических наук,
зав.каф.экологии ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Момот Ольга Александровна
кандидат биологических наук,
доцент отделения ЯФиТ ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Структура курса

- 1. Экологическая безопасность (4 час.)**
 1. Концепция устойчивого развития человечества
 2. Экологическая безопасность, ее система и составляющие элементы
- 2. Экологическая безопасность ЯТЦ (7 час.)**
 1. ЭБ при добыче урановой руды
 2. ЭБ на стадии аффинажа, конверсии и обогащения природного урана
 3. ЭБ при изготовлении уранового топлива
 4. ЭБ при эксплуатации АЭС
 5. ЭБ при обращении с ОЯТ и РАО
 6. ЭБ при выводе из эксплуатации объектов ЯТЦ
- 3. Основы радиобиологии и радиационной гигиены (7 час.)**
 1. Система дозиметрических величин
 2. Биологическое действие ионизирующих излучений
 3. Гигиеническая регламентация облучения человека
 4. Гигиена труда при работе с источниками ионизирующих излучений
- 4. Радионуклиды в окружающей среде (9 час.)**
 1. Источники ионизирующего излучения в окружающей среде
 2. Поведение радионуклидов в окружающей среде
 3. Радиобиологические последствия радиоактивного загрязнения природных экосистем
 4. Радиационная защита биоты
 5. **Ведение хозяйственной деятельности на радиоактивно загрязненных территориях**





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ» (НИЯУ МИФИ)
ОБНИНСКИЙ ИНСТИТУТ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ (ИАТЭ)



ВЕДЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

УДАЛОВА Алла Александровна

доктор биологических наук
заведующий кафедрой экологии ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Ведение хозяйственной деятельности на радиоактивно-загрязненных территориях

О целесообразности хозяйственной деятельности на загрязненных территориях

Ведение хозяйственной деятельности на загрязненных территориях всегда связано **с дополнительным вложением средств** и сопровождается **риском получения «грязной» продукции**, а также опасностью дополнительного **вторичного рассеяния загрязнений**

Интенсивная хозяйственная деятельность на загрязненной территории **может быть оправдана только в случае крайней необходимости и отсутствия реальной альтернативы**, например, при невозможности получения достаточного количества продуктов питания на чистых землях



- Прогнозная оценка содержания радионуклидов в продуктах питания



Ведение хозяйственной деятельности на радиоактивно-загрязненных территориях

Регламентирование воздействия ионизирующих излучений

Основные пределы доз

	Персонал (группа А)	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год

Допустимые уровни (производные нормативы)

ПГП - предел годового поступления через органы дыхания и пищеварения

ДМД - допустимая мощность дозы в атмосферном воздухе и воде

ДК - допустимая концентрация радионуклидов в воздухе и воде

ДУ – допустимые уровни содержания в продуктах питания, кормах, ...

Контрольные уровни (КУ) и временно-допустимые уровни (ВДУ)

регламентируют допустимое содержание радионуклидов в отдельных звеньях агропромышленного производства



Ведение хозяйственной деятельности на радиоактивно-загрязненных территориях

Санитарные правила и нормы СанПиН 2.3.2.1078-01 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктах

Группа продуктов	Допустимые уровни (ДУ), Бк/кг или Бк/л	
	Cs-137	Sr-90
Мясо (без кости)	200	-
Молоко, сливки, сметана	100	25
Зерно продовольственное	60	-
Хлеб	40	20
Картофель свежий	80	40
...		



Ведение хозяйственной деятельности на радиоактивно-загрязненных территориях

Какие данные нужны для прогнозирования содержания радионуклидов в продуктах питания?

1. Данные об уровнях загрязнения почвы

Удельная активность или концентрация радионуклида (С)

Единицы измерения: Бк/кг; Бк/м³; Ки/кг; Ки/г; Ки/л; Ки/м³

Плотность радиоактивного загрязнения (σ)

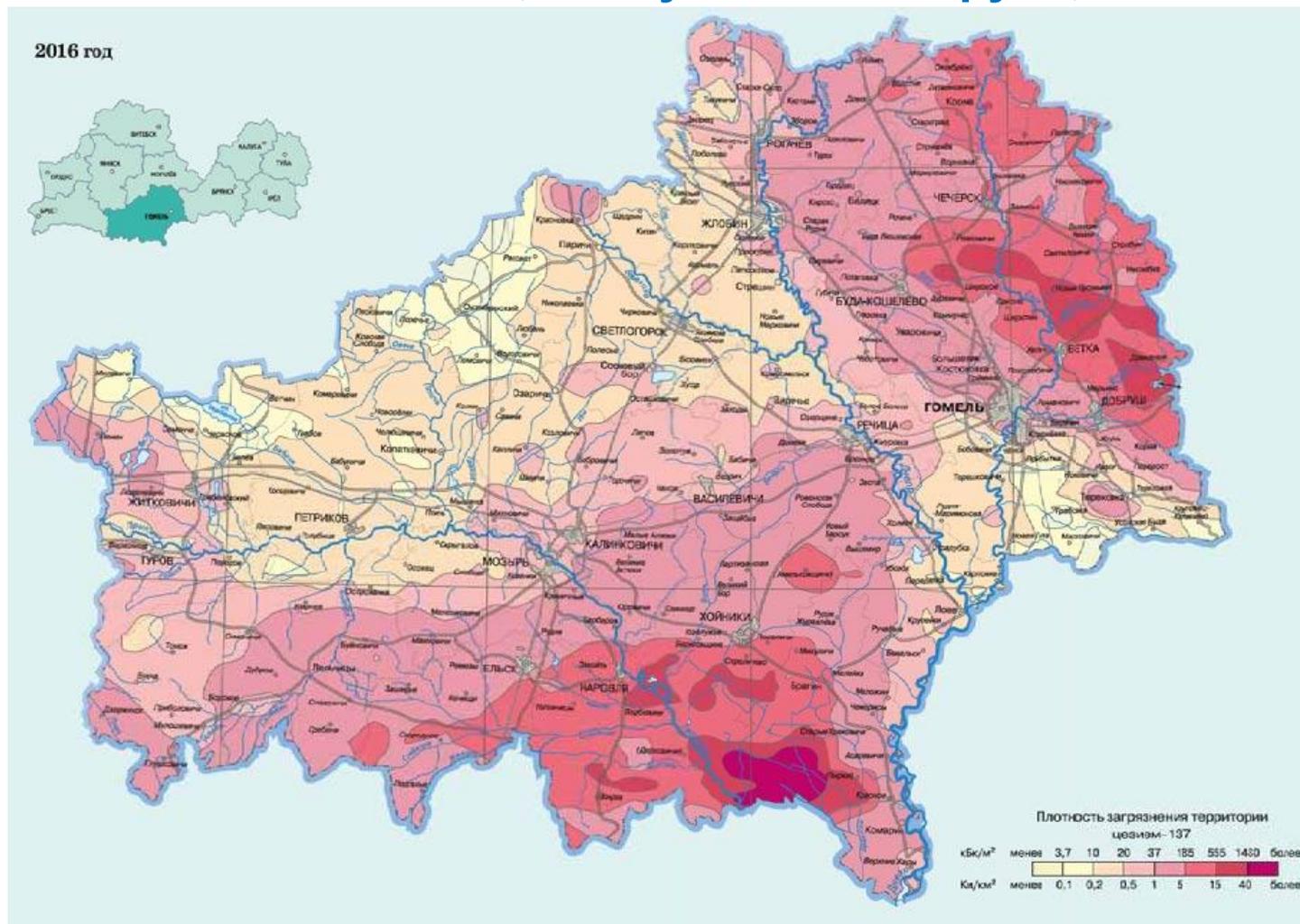
Единицы измерения: Бк/см²; Бк/м²; Ки/м²; Ки/км²

Задача 1: связь между С и σ



Ведение хозяйственной деятельности на радиоактивно-загрязненных территориях

Гомельская обл., Республика Беларусь, 2016 г.



Ведение хозяйственной деятельности на радиоактивно-загрязненных территориях

Количественные показатели накопления радионуклидов растениями из почвы

Коэффициент накопления

$$КН [Бк/кг / Бк/кг] = C_p / C_n$$

C_p – удельная активность РН в растении, Бк/кг

C_n – удельная активность РН в почве, Бк/кг

$$C_p = КН \cdot C_n$$

Коэффициент перехода

$$КП [Бк/кг / Ки/км^2] = C_p / \sigma$$

Σ – плотность р/а загрязнения, Ки/км²

$$C_p = КП \cdot \sigma$$

Задача 2: связь между КН и КП



Ведение хозяйственной деятельности на радиоактивно-загрязненных территориях

Поступление радионуклидов в растение из почвы

Коэффициенты перехода РН (Бк/кг / Ки/км²)
(почва: дерново-подзолистая супесчаная)



	Cs-137	Sr-90
Травы (сено)	150	1500
Кукуруза (силос)	10	300
Ячмень (зерно)	7	100
Пшеница (зерно)	3	30
Картофель	7	75

Пусть плотность загрязнения почвы Cs-137 - 10 Ки/км², Sr-90 – 1 Ки/км².
Какова будет активность 1 кг зерна пшеницы?

**Задача 3: поступление в растение из
почвы**



Ведение хозяйственной деятельности на радиоактивно-загрязненных территориях

Какие данные нужны для прогнозирования содержания радионуклидов в продуктах питания?

1. Данные об уровнях загрязнения почвы
2. Почвенные карты
3. Виды и сорта растений
4. Защитные мероприятия
5. Сведения о животноводческом комплексе



Ведение хозяйственной деятельности на радиоактивно-загрязненных территориях

Поступление радионуклидов в животные продукты



Коэффициент перехода РН из рациона животных в продукцию животноводства

	КП _{рац} , кг ⁻¹	
	Cs-137	Sr-90
корма→мясо говяжье	0,04	0,0006
корма→молоко коровье	0,01	0,001

Коэффициент верен для определенной территории и условий



Корова с кормами получала 200 Бк Cs-137 в сутки.
Можно ли употреблять мясо и молоко в пищу?

Задача 4: поступление в животные продукты



Ведение хозяйственной деятельности на радиоактивно-загрязненных территориях

Технологические приемы переработки продукции для уменьшения содержания радионуклидов

Мероприятие	Коэффициент потери активности при переработке $K_{пп}$	
	Cs-137	Sr-90
Промывание водой овощей и корнеплодов	0,1-0,5	0,1-0,5
Помол зерна на муку	0,4-0,7	0,4-0,7
Производство крупы из зерна	0,4-0,7	0,4-0,7
Удаление кроющих листьев, срезание головок корнеплодов	0,1-0,5	0,1-0,5
Производство осветленных соков	0,3-0,4	Нет данных
Производство компотов, варенья, джемов	0,5	0,5
Переработка картофеля на крахмал	0,02	0,02
Переработка зерна на крахмал	0,02	0,02
Переработка зерна на спирт	0,001	0,001

Ведение хозяйственной деятельности на радиоактивно-загрязненных территориях

Какие данные нужны для прогнозирования содержания радионуклидов в продуктах питания?



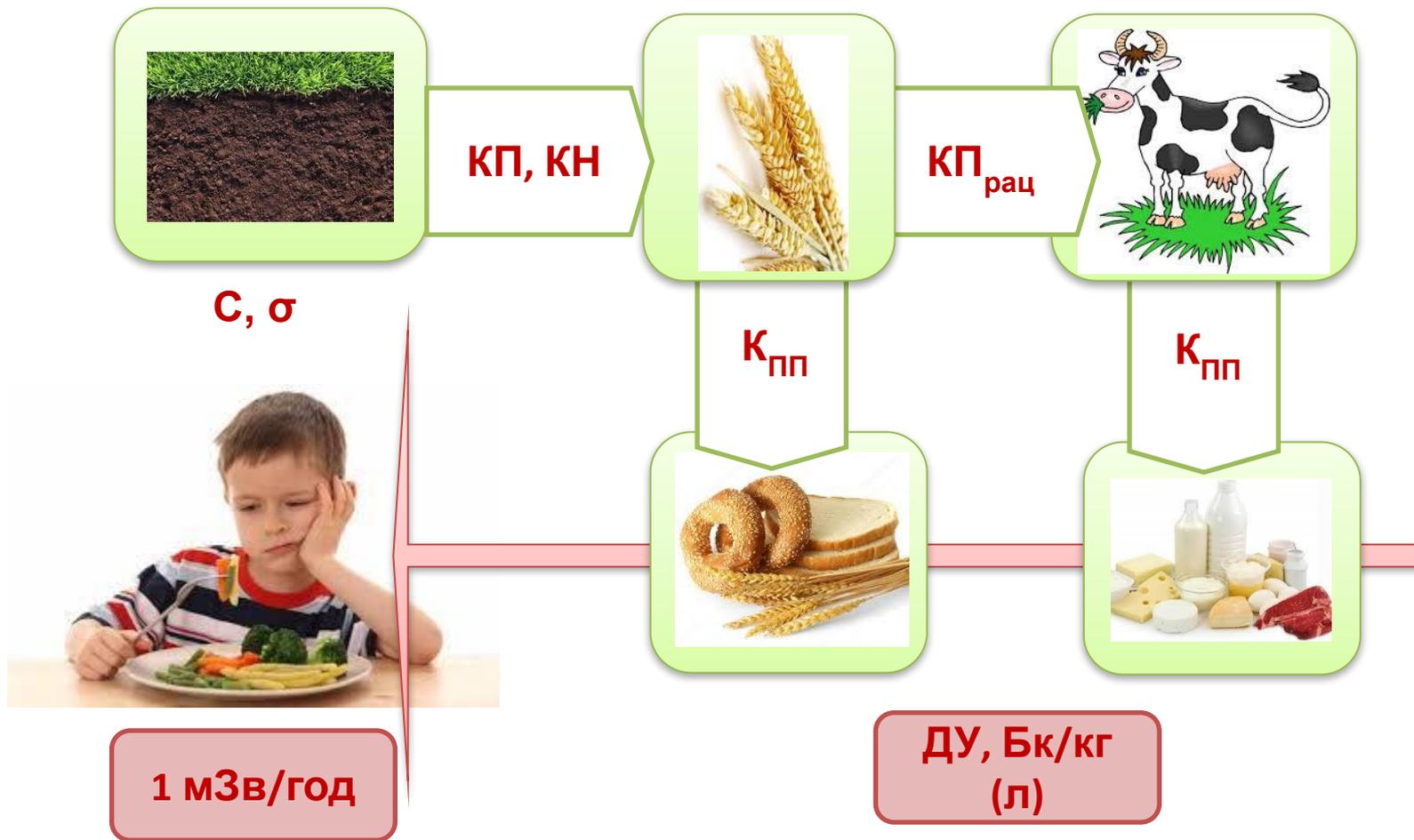
Вам предложили в аренду землю в зоне загрязнения 10 Ки/км^2 по Cs-137. Можно ли здесь разводить коров на мясо и молоко, если их рацион будет состоять из 4 кг сена, 20 кг силоса и 2 кг зерна ячменя?

□ Прогноз дозового воздействия при потреблении загрязненных продуктов



Ведение хозяйственной деятельности на радиоактивно-загрязненных территориях

Какие данные нужны для прогнозирования содержания радионуклидов в продуктах питания?



Ведение хозяйственной деятельности на радиоактивно-загрязненных территориях

Дозы внутреннего облучения человека

$$D_{int} = Kd \cdot A$$

A – активность, потребленная с пищей за год,

Бк

Kd – дозовый коэффициент, Зв/Бк

Среднедушевое потребление пищевых продуктов
(Российская Федерация, 1996 г.)

Продукты	г/сут	кг/год
Хлеб	266,0	100
Молоко	450,8	165
Картофель	296,0	110
Овощи	214,0	80
Мясо	132,0	50
Рыба	26,3	10
Фрукты	85,5	30

Какую дозу получит население при употреблении в пищу продуктов, выращенных Вами (10 Ки/км² по Cs-137)?

- Картофель
- Молоко
- Мясо

Задача 5: доза на человека



Ведение хозяйственной деятельности на радиоактивно-загрязненных территориях

Зонирование радиоактивно загрязненных территорий

Периодизация радиоэкологической обстановки после радиационной аварии

Ранняя фаза, Промежуточная фаза, Поздняя фаза

Контрмеры

Предупредительные, неотложные, в отдаленный период

Растениеводство, животноводство

Организационные, агрохимические, агротехнические

Технологические приемы переработки продукции

Радиационная обстановка на территории России

Прогнозные оценки

содержания радионуклидов в продуктах питания

дозового воздействия при потреблении загрязненных продуктов

