

Программа DECAR для моделирования переноса
нестабильных нуклидов по помещениям и расчета
эффективных доз облучения.

Авторы: Давиденко О.В.

Цибульский С.В.

Организация: НИЦ Курчатовский
институт

Программный комплекс DECAR.

ПК DECAR может работать как составляющая ПК UNK, так и как независимое программное средство.

UNK

ПК для расчета нейтронно-физических характеристик реакторов различного типа с учетом выгорания.



BURN1000



TIZOUT

Модуль для расчета изотопного состава топливной композиции, вышедшей за пределы защитных оболочек.



DECAR

Программа для расчета переноса нестабильных нуклидов по помещениям.



DEFC

Программа для расчета эффективных доз облучения персонала.

Программный комплекс DECAR

Программа BURN1000 на основе специального алгоритма последовательно формирует все потенциально возможные цепочки превращений длиной от 1 до 7 и по аналитическим формулам рассчитывает концентрации для следующего временного шага.

В программе DECAR длина рассматриваемых цепочек сокращена до двух, поскольку нуклид, находящийся в воздухе помещения, и тот же нуклид, находящийся на стенке, рассматриваются, как отдельные изотопы, что при увеличении длины цепочки приводит к неопределенности.

Поэтому особое внимание было уделено сохранению баланса в цепочках трансмутации при тестирование программ.

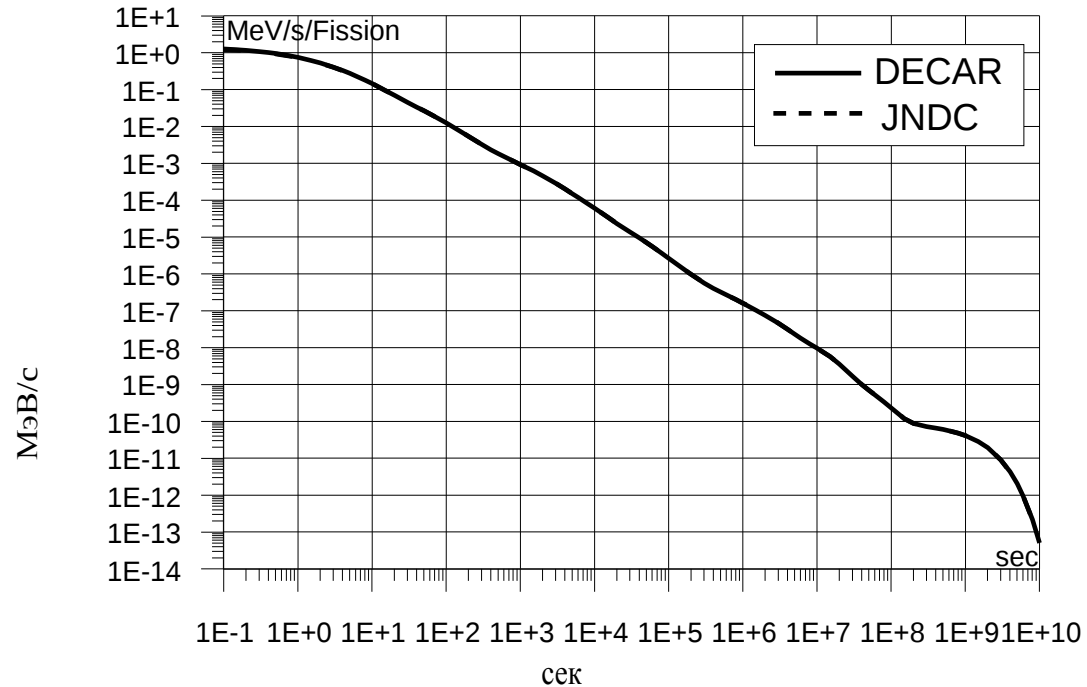
Библиотека программы DECAR

Библиотека программы DECAR по сравнению со стандартной библиотекой UNK была дополнена:

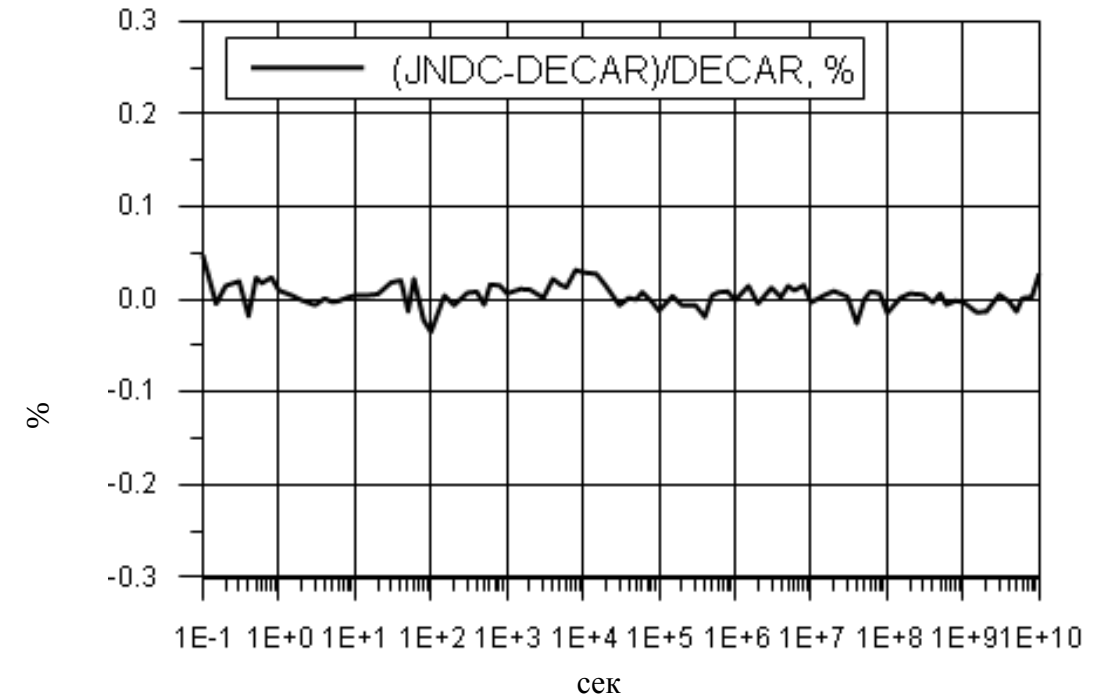
1. Помимо стандартных переходов, учитывающих α и β - распад, в библиотеку были включены соответствующие каналы перехода нуклида из одного состояния в другое (абсорбция и десорбция).
2. Библиотека программного комплекса DECAR для расчета эффективных доз облучения также была дополнена выходами и интенсивностью гамма-квантов, образующихся в результате распада нестабильных нуклидов.

Решение уравнений нуклидной кинетики в комплексе UNK (BURN1000)

Для оценки точности расчета изменения изотопного состава использовались табулированные данные JNDC.



Остаточное энерговыделение продуктов деления U^{235} в зависимости от времени.



Относительная ошибка в энерговыделении продуктов деления U^{235} .

Функциональные возможности программного комплекса DECAR.

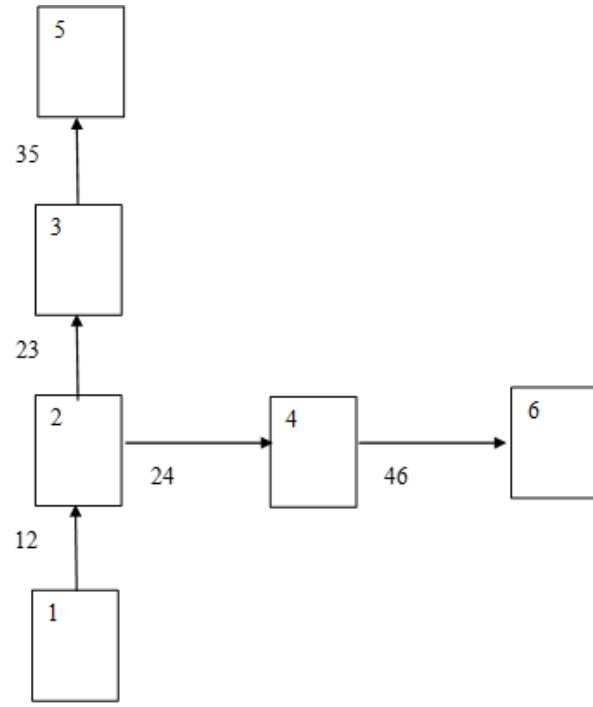
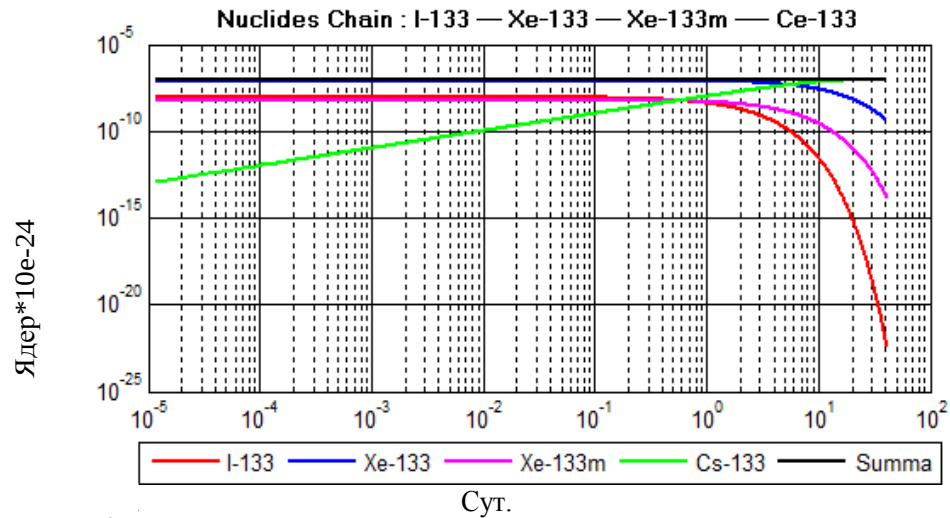


Схема реакторной установки.

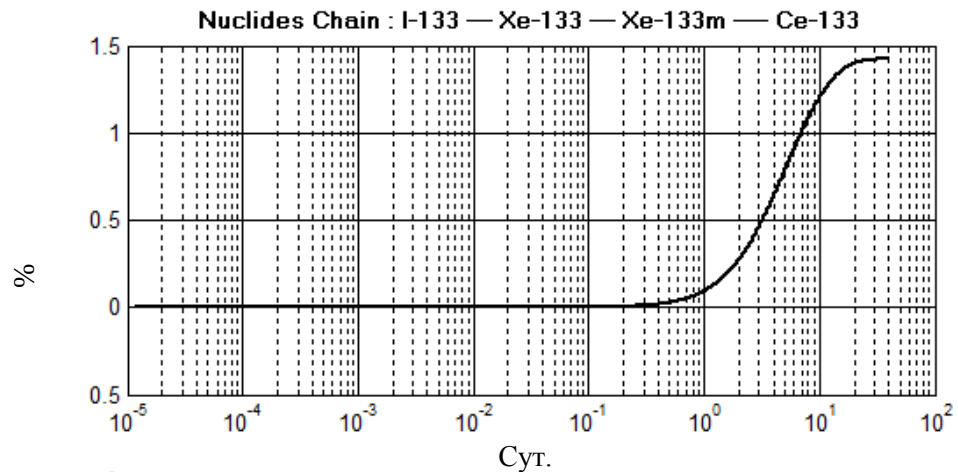
1–Полость внутри реактора; 2–Бокс с реакторной установкой; 3–Вытяжная труба; 4–Помещение, содержащее бокс (зал); 5–Выход в атмосферу через систему вентиляции; 6–Выход в атмосферу через щели в помещении.

- Коэффициент осаждения (абсорбции) принят равным 10^{-4} для атомарных нуклидов йода и $5 \cdot 10^{-4}$ для йода в аэрозоли. Абсорбция инертных газов и других нуклидов, вышедших из реактора принята равной нулю.
- Таким образом, на стенки помещений осаждаются только нуклиды йода. Однако на стенках образуются продукты его распада (Xe, Cs). Коэффициент десорбции был принят равным 10^{-6} для всех нуклидов, находящихся на стенках помещений.

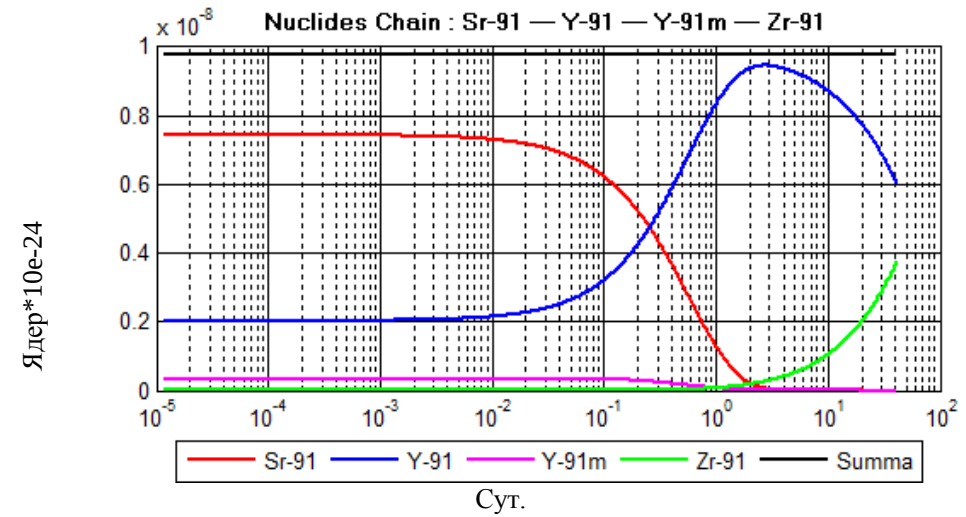
Тестирование программного комплекса DECAR.



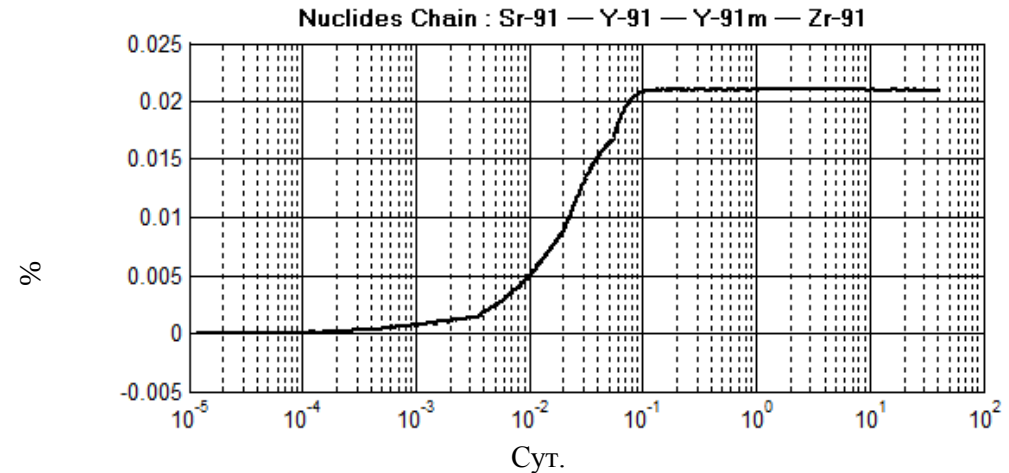
Концентрации нуклидов с атомным номером 133 в системе в зависимости от времени с начала аварии.



Отклонения концентрации нуклидов с атомным номером 133 в помещениях от начальной в зависимости от времени, %.

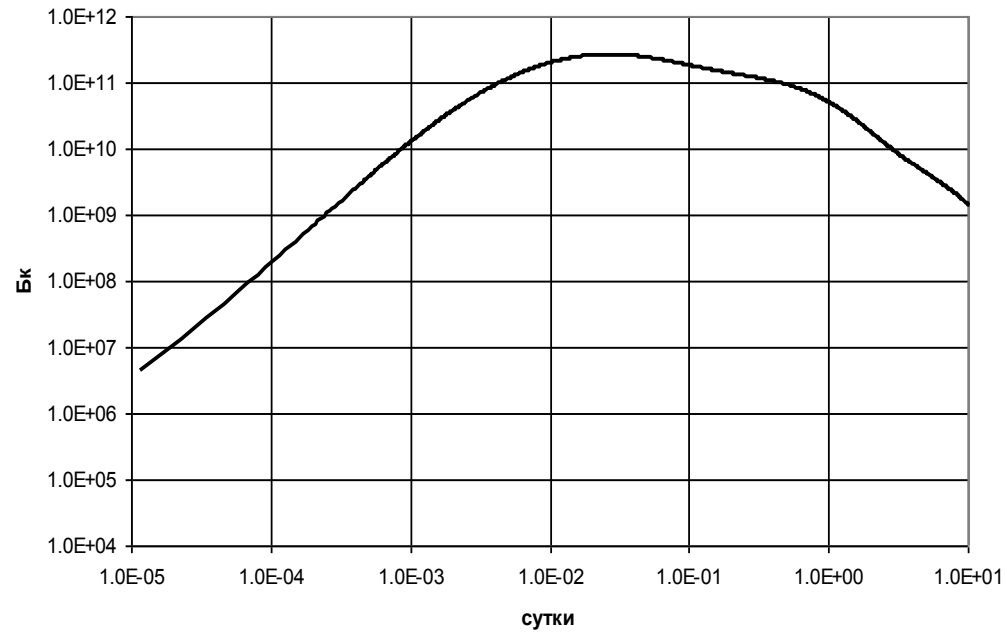


Концентрации нуклидов с атомным номером 91 в системе в зависимости от времени с начала аварии.

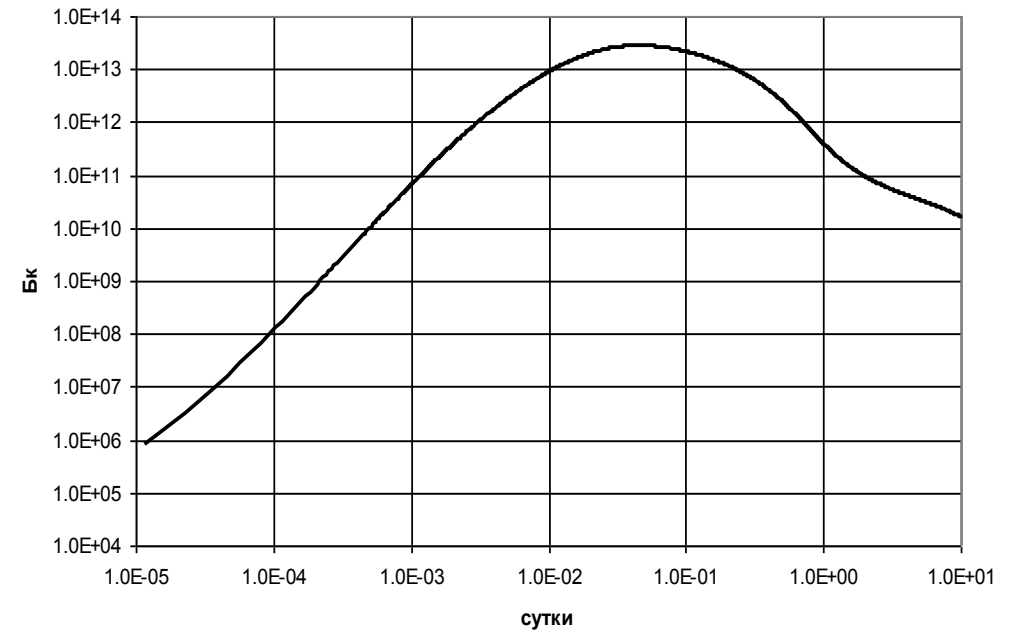


Отклонения концентрации нуклидов с атомным номером 91 в помещениях от начальной в зависимости от времени, %.

Активность нестабильных нуклидов при включенной вентиляции.

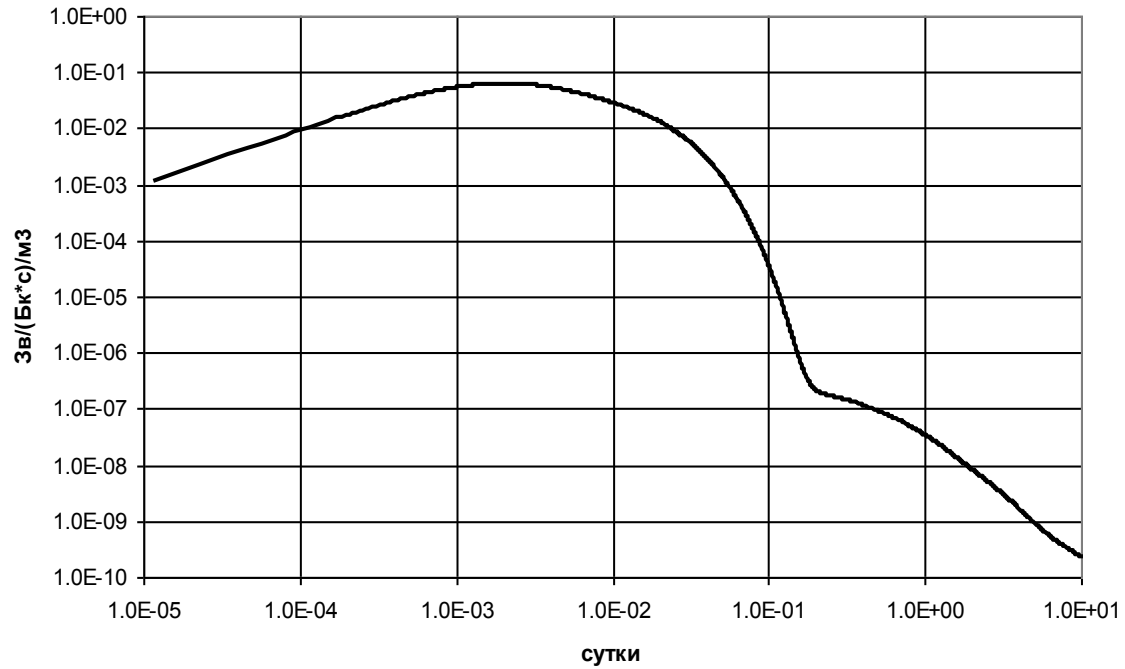


Активность нестабильных нуклидов на стенках реакторного бокса в зависимости от времени при включенной системе вентиляции.

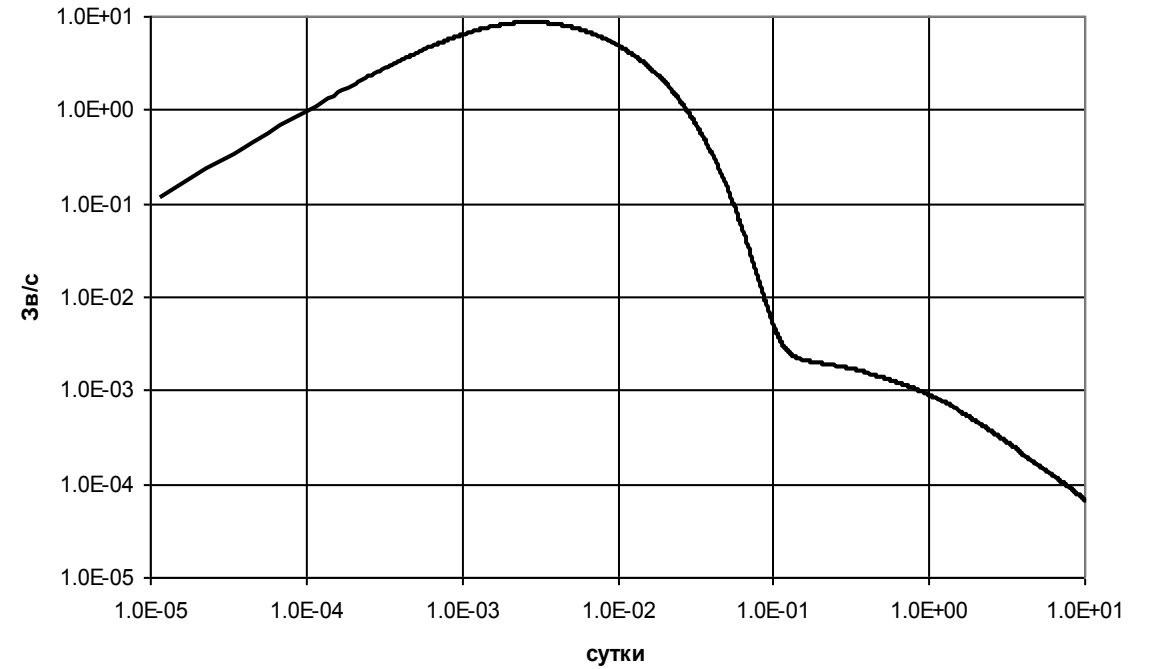


Активность в окружающей среде в зависимости от времени при включенной системе вентиляции.

Программа DEFC.

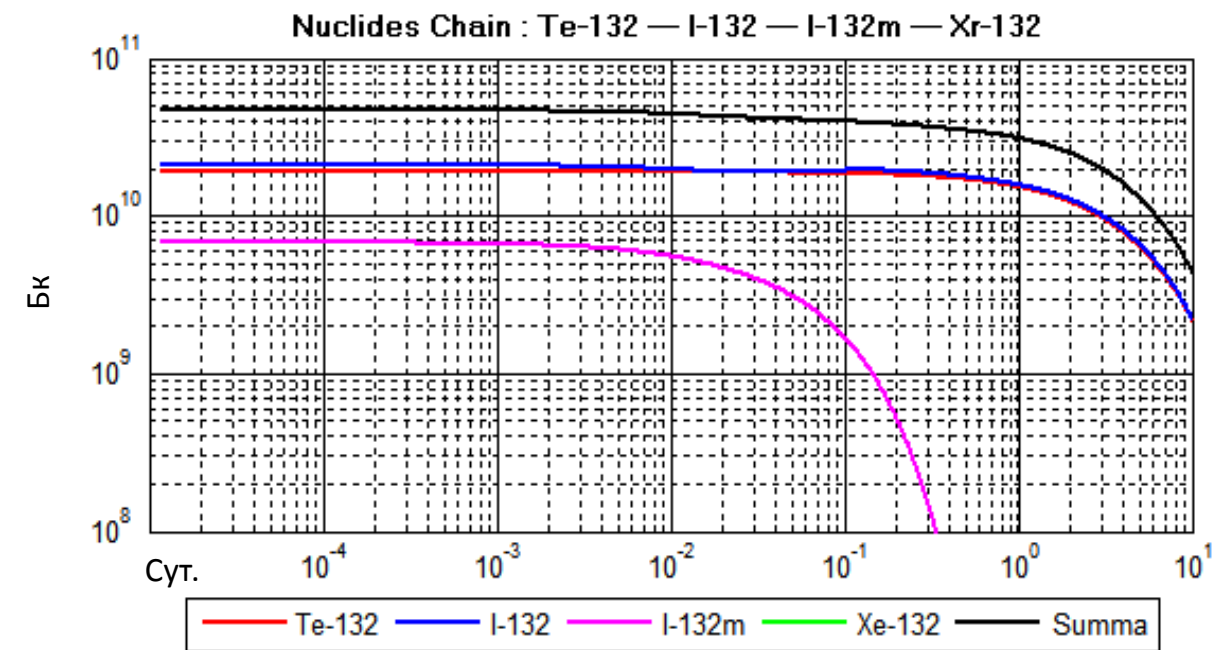


Эффективная доза от внешнего облучения в реакторном боксе в зависимости от времени при включенной системе вентиляции.

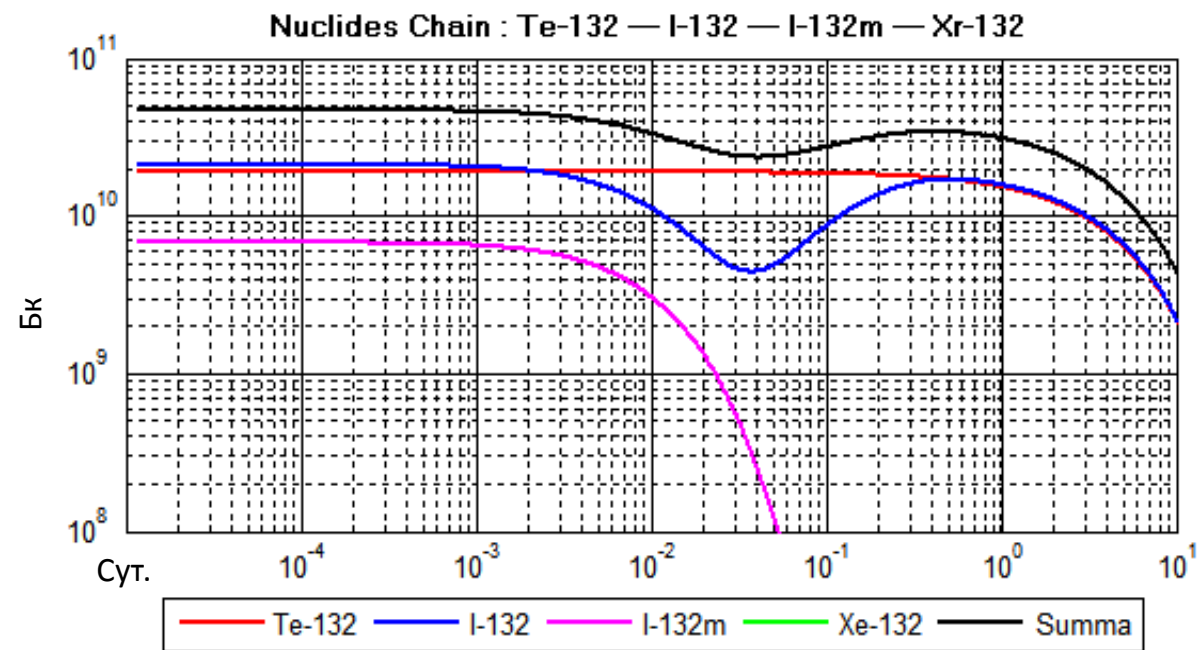


Эффективная доза от внутреннего облучения в реакторном боксе в зависимости от времени при включенной системе вентиляции.

Влияние фильтра на активность

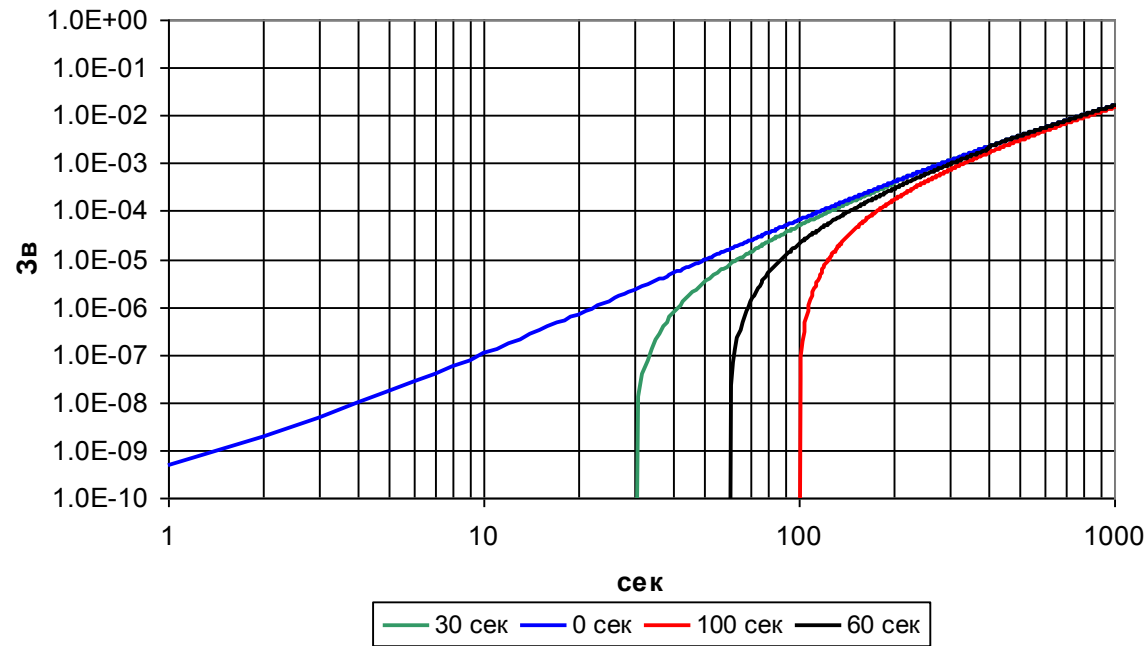


Активность нуклидов с атомным номером 132 в системе в зависимости от времени с начала аварии при выключенном фильтре, Бк

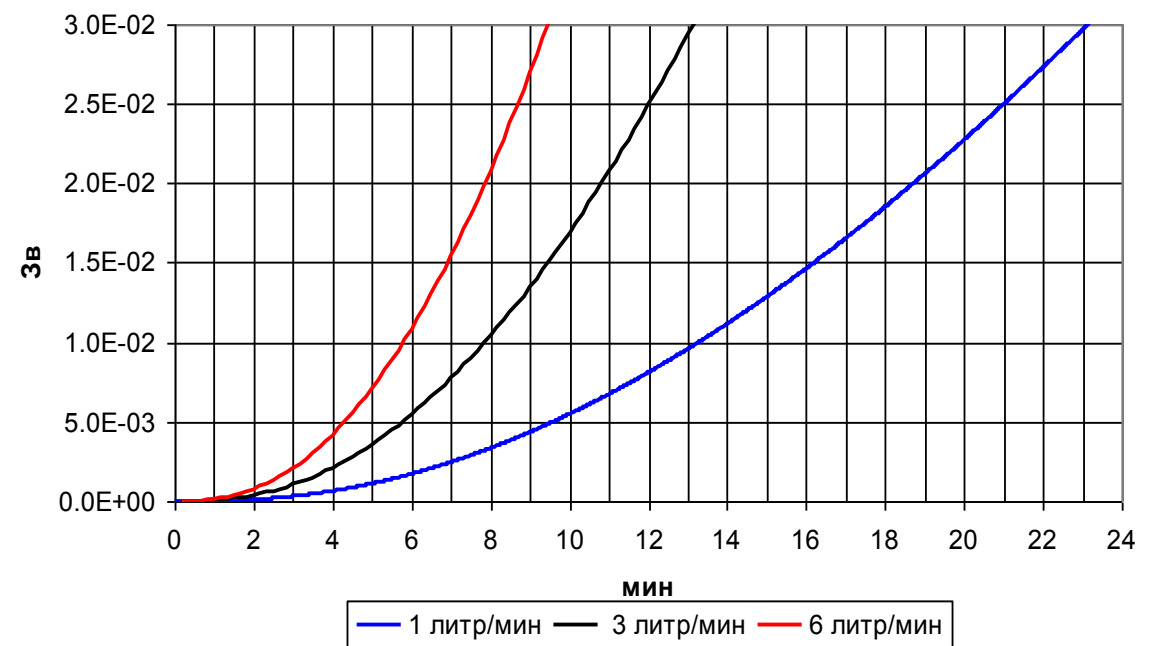


Активность нуклидов с атомным номером 132 в системе в зависимости от времени с начала аварии при включенном фильтре, Бк.

Влияние задержки выхода активности в помещения



Интегральная ингаляционная доза в зале в зависимости от задержки выхода активности из бокса в зал при скорости выхода 1л/мин.



Интегральная ингаляционная доза в зале в зависимости от скорости выхода активности из бокса в зал.

Заключение

- Результаты тестирования программы DECAR показывают, что дисбаланс в концентрациях нуклидов при расчете цепочек трансмутаций не превышает 2%.
- Представленные результаты моделирования массопереноса топливной композиции как в части расчета изменения изотопного состава, так и в части расчета эффективных доз облучения персонала, не противоречат физическим представлениям о развитии процесса во времени, и, следовательно, программный комплекс DECAR может быть использован для анализа аварийных ситуаций, связанных с выходом активности за пределы защитных оболочек и расчета эффективных доз облучения.