

КРИТЕРИИ ВЫБОРА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ

В. Г. Полосухина¹⁾, Т. В. Дашкевич¹⁾

¹⁾ Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, ул. Долгобродская, 23/1, 220070, г. Минск, Беларусь, dashkevich.tv@gmail.com

В данной работе рассматриваются критерии выбора программного комплекса для моделирования радиационной обстановки, с акцентом на их важность для оценки воздействия на здоровье населения, последствий радиоактивного загрязнения и разработки мер защиты. Среди ключевых критериев выделяются возможность выбора моделей распространения радионуклидов, выбор сценария аварии, точность прогнозирования концентраций радионуклидов и доз облучения, а также доступность пользовательского интерфейса и стоимость программных средств. В статье также приводится сравнительный анализ популярных программных решений, таких как RECASS NT, SULTAN, НОСТРАДАМУС и SILAM, с учетом их функциональных возможностей и требований к верификации.

Ключевые слова: моделирование; радиационная обстановка; мониторинг; аварийная ситуация, радиоактивное загрязнение.

CRITERIA FOR SELECTING A SOFTWARE PACKAGE FOR MODELING THE RADIATION SITUATION

V. G. Polosukhina¹⁾, T. V. Dashkevich¹⁾

¹⁾ International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, Dolgobrodskaya str., 23/1, 220070, Minsk, Belarus, dashkevich.tv@gmail.com

This work examines the criteria for selecting software complexes for modeling radiation situations, emphasizing their importance for assessing the impact on public health, the consequences of radioactive contamination, and developing protective measures. Among the key criteria are the ability to choose models for the dispersion of radionuclides, the selection of accident scenarios, the accuracy of predicting radionuclide concentrations and exposure doses, as well as the usability of user interface and the cost of software tools. The article also provides a comparative analysis of popular software solutions, such as RECASS NT, SULTAN, NOSTRADAMUS, and SILAM, taking into account their functional capabilities and verification requirements.

Keywords: modeling; radiation situation; monitoring; emergency situation, radioactive contamination.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2025-1-117-120>

При возникновении радиационных аварий важным аспектом является быстрое и точное оценивание ситуации. Эффективное моделирование радиационной обстановки позволяет не только оценить текущее состояние, но и прогнозировать возможные сценарии развития событий. С помощью численных методов и программных комплексов можно моделировать распространение радионуклидов в атмосфере, водоёмах и на поверхности почвы, а также их взаимодействие с компонентами экосистемы.

Анализ переноса радионуклидов в окружающей среде представляет собой важное направление исследований. Процессы переноса радионуклидов зависят от множества факторов, таких как метеорологические условия (температура, влажность, скорость и направление ветра), а также физико-химические свойства самих радионуклидов, включая размер частиц и реакцию на условия окружающей среды.

Важно понимать, что радионуклиды в атмосфере могут перемещаться не только в виде аэрозолей, но и в связанном с атмосферными частицами или каплями воды состоянии, что увеличивает сложность анализа и моделирования. В воде радионуклиды могут находиться

в растворенной форме, адсорбироваться на коллоидных и твердых частицах. В почве радионуклиды взаимодействуют с минералами и органическими веществами. Их перенос может быть обусловлен различными факторами, такими как степень кислотности, содержание влаги, структура почвы и наличие растительности. Таким образом, понимание механизмов переноса радионуклидов является ключевым для разработки стратегии мониторинга и управления радиоактивными загрязнениями.

Эта область исследования продолжает развиваться с использованием новых вычислительных методов и технологий, а её результаты служат основой для разработки эффективных стратегий по охране здоровья населения и защиты экосистем от потенциально опасных последствий радиоактивного загрязнения. В выборе модели и, соответственно, программного комплекса для моделирования переноса радионуклидов необходимо учитывать конкретные задачи исследования, доступные данные и ресурсы, а также руководствоваться следующими требованиями:

функциональность:

- наличие необходимых модулей для сбора, обработки и анализа данных;
- возможность интеграции с существующими системами и инструментами;

2. надежность и точность:

- достоверность данных;
- уровень ошибок и определение пределов обнаружения;

3. удобство использования:

- интуитивно понятный интерфейс для пользователей с разным уровнем подготовки;
- возможность настройки интерфейса под конкретные задачи;

4. аналитические возможности:

- наличие инструментов для прогнозирования и моделирования радиационной обстановки;
- возможности визуализации данных (графики, карты, таблицы);

5. совместимость и интеграция:

- возможность работы с различными форматами данных и системами;
- поддержка открытых стандартов для интеграции с другими программами;

6. скорость обработки данных:

- возможность обработки больших объемов данных в реальном времени;

7. надежность поддержки и документации:

- наличие технической поддержки со стороны разработчиков;
- полнота и качество документации, обучающих материалов;

8. стоимость:

- баланс между стоимостью и функциональностью;

9. безопасность:

- уровень защиты данных и доступ к информации;
- соответствие актуальным стандартам безопасности и нормативным требованиям;

10. гибкость и возможность масштабирования:

- способность системы адаптироваться под изменяющиеся условия и потребности;
- возможность добавления новых функций и расширения;

11. лицензионные и правовые аспекты:

- условия лицензирования и соблюдение авторских прав;
- соответствие национальным и международным стандартам и требованиям.

Исходя из этого можно выделить несколько критериев выбора программного комплекса для моделирования радиационной обстановки.

Примером цели моделирования могут являться оценка воздействия на здоровье населения (расчёт дозовых нагрузок на население), оценка последствий радиоактивного загрязнения; создание системы мониторинга; планирование мер по защите (разработка стратегии реагирования, оценка эффективности защитных мер).



Критерии выбора программного комплекса
для моделирования радиационной обстановки

Возможность выбора модели переноса и рассеяния является важным критерием, так как это позволяет учесть метеорологические условия (скорость и направление ветра, температура, влажность, осадки), физико-химические свойства радионуклидов, географические особенности местности (включают топографию местности и параметры подстилающей поверхности), свойства источника выброса (точечный источник (трубы, установки и др. конструкции, через которые загрязняющие вещества выбрасываются в атмосферу из фиксированного отверстия), диффузный источник (ненаправленный выброс загрязняющих веществ, например, утечки из оборудования). Источниками информации могут служить встроенные библиотеки, экспериментальные данные и др.

Одним из важных критериев является выбор сценария аварии, так как он позволяет эффективно анализировать последствия и разрабатывать меры реагирования. Примерами типов аварий являются: радиационные аварии на АЭС, химические аварии, вулканические извержения, пожары и т.д. Программы должны обеспечивать высокую степень точности в прогнозировании концентраций радионуклидов и доз облучения. Верификация моделей на основе реальных данных является обязательной для подтверждения их надежности и применяя в задачах прогнозирования.

Пользовательский интерфейс и доступность данных включает в себя удобство работы с программой, наличие документации и технической поддержки, а также доступность необходимых исходных данных для моделирования.

Не менее важным критерием служит экономическая составляющая, которая включает оценку стоимости лицензии на программное обеспечение и поддерживающих услуг, а также наличие бесплатных программных решений.

Исходя из данных критериев было произведено сравнение программных комплексов из числа наиболее применяемых:

Программа RECASS NT предназначена для поддержки принятия решений в радиоэкологическом анализе и моделировании различных аварий, включая радиационные, химические и пожары, с использованием метода Монте-Карло.

ПС «SULTAN» и ПС «НОСТРАДАМУС» фокусируются на прогнозировании радиационной обстановки при авариях на АЭС, обе программы прошли верификацию.

КПП «SILAM» моделирует распространение газов и аэрозолей, но нет официального подтверждения её верификации.

Программа JRODOS прогнозирует активность радионуклидов и необходимость защитных мер. Все программы требуют специальных знаний и являются платными.

Сравнение программных комплексов

	RECASS NT	SULTAN	НОСТРАДАМУС	SILAM	RODOS
Цель моделирования					
Моделирование распространения загрязнений в атмосфере	+	+	+	+	+
Моделирование выпадений на поверхность земли загрязняющих веществ	+	+	+	+	+
Моделирование переноса загрязнений поверхностными водами	+	-	+	-	+
Расчёт доз для населения	+	+	+	-	+
Рекомендации по контрмерам для защиты населения	+	+	-	-	+
Пример моделей, применяемых в программе					
Модели Гаусса	+	+	-	-	-
Модель Лагранжа	-	-	+	+	-
Модель Эйлера	-	-	-	+	+
Возможные сценарии событий					
Радиационные аварии на АЭС	+	+	+	+	+
Химические аварии	+	-	+	+	-
Пожары	+	-	-	+	-
Верификация программного средства					
Подтверждение надежности	+	+	+	-	+
Уровень владения программой					
Опытный пользователь	+	+	+	+	+
Стоимость					
Платная	+	+	+	+	+
Бесплатная	-	-	-	-	-

Библиографические ссылки

1. RECASS NT [Электронный ресурс] // Научно-производственное объединение «Тайфун». URL: <https://www.rpatyphoon.ru/products/software-hardware/recass.php>. – (дата обращения: 11.01.2025).
2. Программное средство «SULTAN» оперативного прогнозирования радиационной обстановки за пределами станции в случае аварии на АЭС: Инструкция пользователя. Москва, 2000. 45 с.
3. J-Rodos: An off-site emergency management system for nuclear accidents / Karlsruhe Institute of Technology (KIT), 2017. 22 p.