

# Актуальные проблемы контроля выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух

В статье представлен обзор возможных форм контроля выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух объектами использования атомной энергии (далее – ОИАЭ) и освещены существующие проблемы, связанные с реализацией данных видов контроля. Авторами выполнен анализ применимости той или иной формы контроля в зависимости от оснащённости средствами измерений, входящими в состав организованной на ОИАЭ системы контроля выбросов.

## **Ключевые слова:**

*радиационный контроль, выбросы, радиоактивные вещества, атмосферный воздух, тритий, радиоактивные аэрозоли, коэффициент потерь.*

**И.А.Каминская<sup>1</sup>,  
А.А.Яковенко<sup>2</sup>, Р.В.Потапов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева», С.Пб

<sup>2</sup> ООО НТЦ «ЭкоЛоджиксЛаб», С.Пб

**К**онтроль выбросов вредных веществ в атмосферный воздух, в том числе и радиоактивных веществ, регламентируется Федеральным законом от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» и рядом его подзаконных нормативных правовых актов, таких как постановление Правительства Российской Федерации от 16 мая 2016 года № 422 «Об утверждении Правил разработки и утверждения методик расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками». При этом измерения, выполняемые при осуществлении деятельности в области охраны окружающей среды, относятся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

и регламентируются Федеральным законом от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».

ОИАЭ являются источниками выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух, вследствие чего эксплуатирующие организации сталкиваются с вопросом формы организации контроля выбросов. На сегодняшний день законодательно установлены две формы контроля: метод, основанный на расчете объемной активности выбросов, и метод, основанный на непосредственных измерениях величин выброса веществ.

### **Анализ актуальных проблем контроля выбросов радиоактивных веществ в атмосферу**

Разберем детали практической реализации данных форм контроля с целью выполнения дальнейшего анализа применимости имеющихся методов. Процедура утверждения методик расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками принята и описана в постановлении Правительства Российской Федерации от 16 мая 2016 года № 422. Суть первого метода заключается в том, что с помощью утвержденной методики расчета персонал лаборатории выполняет расчет активности выброса радиоактивных веществ в атмосферный воздух за месяц/квартал и в дальнейшем за год по периодически выполненным измерениям. Указанная форма контроля позволяет сократить трудозатраты работников лабораторий эксплуатирующих организаций, так как не требует выполнения постоянного мониторинга значений активности выбросов и экономит расходы на оснащение и обслуживание средств измерений, входящих в состав системы контроля выбросов. Она подходит для эксплуатирующих организаций с минимальным оснащением средствами измерений и в случае нецелесообразного монтажа совре-

менной системы контроля по ряду имеющихся объективных причин. Однако стоит обратить внимание на одну из острых актуальных проблем, которой является вопрос оценки коэффициента потерь радиоактивных аэрозольных частиц в пробоотборных линиях, возникающий при утверждении методики расчета выбросов. Согласно пункту 6 постановления Правительства Российской Федерации от 16 мая 2016 года № 422, применимость методики расчета обосновывается разработчиком путем подтверждения сопоставимости величин выбросов, полученных с применением алгоритма и формул расчета выбросов, включенных в методику, с величинами, полученными в результате измерений, выполненных в соответствии с законодательством РФ об обеспечении единства измерений юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, аккредитованными в соответствии с законодательством РФ в национальной системе аккредитации. В связи с тем, что на текущий момент в РФ отсутствуют лаборатории, аккредитованные на выполнение измерений коэффициента потерь аэрозолей в пробоотборных линиях, разработка и согласование методики расчета выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух в установленном порядке является невыполнимой задачей. В качестве подтверждения вышеуказанного заключения можно обратиться к данным «Перечня методик расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками» сайта Минприроды России, на котором регистрируются согласованные Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) методики расчета выбросов. В данном перечне методики расчета выбросов радиоактивных веществ авторами не были найдены. Таким образом, описанная форма контроля выбросов применима на сегодняшний день только для ОИАЭ, в выбросах

радиоактивных веществ которых не содержатся радиоактивные аэрозоли. При этом стоит подчеркнуть, что результаты расчетов активности выбросов будут иметь низкие показатели точности, обусловленные минимально необходимым количеством измерений, отсутствием оперативности и непрерывности регистрации результатов измерений и установленным в пункте 10 постановления Правительства Российской Федерации от 16 мая 2016 года № 422 дополнительным допуском в  $\pm 25\%$  на разницу между измеренными и рассчитанными значениями активности при разработке методики расчета выбросов.

Рассмотрим подробнее вторую форму контроля, которая находится в поле действия Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 № 102-ФЗ, так как подразумевает наличие системы непрерывного оперативного контроля выбросов радиоактивных веществ в атмосферу, состоящую из утвержденных типов средств измерений. Для реализации принципа непрерывности измерений такая система предусматривает наличие дублирующей линии контроля, являющейся аналогичной основной, и круглосуточно работающего штата сотрудников, выполняющих контроль за эксплуатацией средств измерений и регистрацией результатов измерений. В связи с тем, что объемная активность выбрасываемых радиоактивных веществ напрямую зависит от скорости потока выброса, при этом некоторые радионуклиды, к примеру, такие как тритий, требуют сложных процедур пробоотбора и пробоподготовки, это приводит к тому, что данные измерения необходимо выполнять по внесенным в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (далее – ФИФ ОЕИ) методикам измерений, так как они не являются прямыми. Можно сделать вывод, что описанная форма контроля является более дорогостоящей и сложной в реализации, но при этом оперативность

мониторинга текущей обстановки на объекте и точность результатов измерений активности выбросов без сомнения оправдывают вышеупомянутые затраты. Однако стоит заметить, что помимо указанных минусов данная система также имеет ряд серьезных проблем, в частности, таких как сложность организации автоматизированного оперативного контроля выбросов трития, который стал актуальным после того, как тритий вошел в перечень радионуклидов, для которых необходимо устанавливать нормативы предельно допустимых выбросов. Дело в том, что, как правило, с выбросами ОИАЭ в атмосферный воздух поступает тритий в газообразной форме (НТ) либо в форме паров тритированной воды (НТО), при этом в ФИФ ОЕИ на сегодняшний день авторами не найдены средства измерений, позволяющие осуществлять непрерывный оперативный контроль трития в указанных формах. В настоящее время существует несколько способов осуществления непрерывного контроля трития в выбросах в формах НТ и НТО путем косвенных измерений. Один из таких способов – непрерывный ежесуточный отбор проб выбрасываемой в атмосферу газовой смеси методом барботирования с помощью специальных пробоотборных устройств. В результате барботирования происходит абсорбция паров трития в форме НТО из газовой смеси в дистиллированной воде. Также некоторые пробоотборные устройства позволяют отбирать пробу трития в форме НТ путем прокачивания газовой смеси через термический окислитель, где весь газообразный тритий окисляется до формы НТО, а далее методом барботирования производится отбор пробы. В отобранной таким образом пробе в дальнейшем с помощью жидкосцинтилляционных спектрометров определяется содержание трития в жидкой форме. Далее путем пересчета с учетом объема отобранной пробы и объема прокачанного воздуха можно

определить объемную активность трития в изначальной газовой смеси. Данный метод позволяет достаточно точно определить объем выброшенного в атмосферный воздух трития в течение периода отбора пробы. Недостатками такого метода является трудоемкость процесса ежесуточного контроля, а также отсутствие оперативных данных по содержанию трития в выбрасываемом воздухе в текущий момент времени. Еще одним альтернативным методом контроля трития в форме НТО может являться метод, основанный на использовании двух последовательно соединенных установок для измерения объемной активности бета-излучающих газов (включая тритий) с расположенным между ними фильтром-осушителем. При прокачивании пробы газовой смеси через первую установку проводится измерение суммарной объемной активности бета-излучающих газов (включая тритий), затем проба прокачивается через фильтр-осушитель, на котором происходит осаждение трития в форме НТО, далее проба поступает на вторую установку, где проводится измерение объемной активности газов за вычетом трития в форме НТО, осевшего на фильтре-осушителе. Таким образом, по разности показаний двух указанных установок можно оценить объемную активность трития в форме НТО в отобранной газовой смеси. Достоинством данного метода является простота эксплуатации оборудования, а также возможность получения оперативных данных по содержанию трития в форме НТО в газовой смеси, выбрасываемой в атмосферный воздух. Существенным недостатком данного метода являются низкие показатели точности результатов измерений и отсутствие внесенных в реестр ФИФ ОЕИ средств измерений, реализующих данный метод измерений.

Стоит заметить, что несмотря на наличие внесенных в реестр ФИФ ОЕИ средств измерений оперативного контроля радиоактивных

аэрозолей и йода, на ряде ОИАЭ они не используются. Контроль выбросов радиоактивных аэрозолей и йода на значительном количестве эксплуатирующих организаций выполняется только с помощью суточного отбора проб на аналитические фильтры с последующей подготовкой и выполнением измерений активности. Данный метод контроля имеет высокую точность, но ограничившись им, приходим к отсутствию оперативных данных по содержанию радиоактивных аэрозолей и йода в выбросе в текущий момент времени. Также стоит обратить внимание на то, что радиоактивные вещества, представленные аэрозольными частицами, могут оседать в транспортных линиях системы радиационного контроля, поэтому необходимо учитывать потери в процессе транспортировки аэрозолей от места пробоотбора до точки контроля. Стоит заметить, что вопрос измерений коэффициента потерь радиоактивных аэрозолей возникает при организации любой из указанных форм контроля выбросов.

### **Заключение**

Приведенный анализ применимости указанных форм контроля позволяет сделать вывод о том, что контроль, основанный на методе непосредственных измерений объемной активности радиоактивных веществ в выбросах, является наиболее достоверным относительно расчетного метода контроля, но в ряде случаев трудно реализуем. При этом реализуемый в настоящее время контроль выбросов трития косвенным методом, основанный на ежесуточном отборе проб, приводит к отсутствию оперативных данных по содержанию трития в выбросе в текущий момент времени, что требует выполнения разработки и внедрения новых средств измерений по непрерывному оперативному контролю трития в выбросах ОИАЭ. На сегодняшний день на ОИАЭ для контроля активности радиоактивных аэрозолей и йода

в выбросах используют преимущественно метод измерений, основанный на ежесуточном отборе проб на аналитические фильтры, для организации оперативного контроля на текущий момент существует возможность выполнить модернизацию системы радиационного контроля в виде ее дополнения имеющимся в реестре ФИФ ОЕИ средствами прямых измерений активности аэрозолей и йода. Для реализации метода

расчета выбросов и возможности его применения на любых объектах ОИАЭ, а также для введения поправочных коэффициентов по измеряемым значениям активности радиоактивных аэрозолей необходимо выполнить оценку коэффициента их потерь при транспортировании по пробоотборным линиям в системах контроля выбросов по аттестованным методикам измерений.

### Литература

1. Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений». Введ. 2008-12-30. М., 2008.
2. Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха». Введ. 1999-05-04. М., 1999.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 16 мая 2016 года № 422 «Об утверждении Правил разработки и утверждения методик расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками».
4. Приказ от 31 июля 2018 г. № 341 «Об утверждении порядка формирования и ведения перечня методик расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками». Зарегистрировано в Минюсте России 23 октября 2018 г. № 52502.
5. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). СанПиН 2.6.1.2523-09. М.: Роспотребнадзор, 2009.
6. Киселев В.Г., Кожевников А.Ю., Поротников Л.К., Хапов А.С. Определение выбросов трития методом накопления // Труды ЗНЧ-2017. С. 372-386.
7. Полянцев С.С., Пырклов И.В., Григорьев Е.И. Актуальные вопросы контроля газоаэрозольных выбросов на АЭС // АНРИ. 2009. № 2 (57). С. 37-46.
8. Кочерыгин М.В., Лачугин А.В., Павлов С.В. Сравнительный анализ методов оценки осаждения радиоактивных аэрозолей в системах пробоотбора на объектах использования атомной энергии // Радиационная безопасность. Том 67. № 1. 2022. С. 33-38.

## Actual Problems of Control of Emissions of Radioactive Substances into the Atmospheric Air

Kaminskaya Irina<sup>1</sup>, Yakovenko Aleksey<sup>2</sup>, Potapov Roman<sup>2</sup>

<sup>1</sup> D.I. Mendeleev Institute for Metrology, Saint Petersburg, Russia

<sup>2</sup> STC Ecologixlab, Saint Petersburg, Russia

**Abstract.** This report contains an overview of possible methods for controlling radioactive substances emissions into the atmosphere by facilities using nuclear energy, and also highlights all the existing problems associated with the implementation of such methods. The author provides an analysis of the applicability for these control methods, depending on the technical equipment of the facility using nuclear energy.

**Key words:** radiation control, emissions, radioactive substances, atmospheric air, tritium, radioactive aerosols.

<sup>1</sup> И.А.Каминская (к.физ.-мат.н., эксперт), <sup>2</sup> А.А.Яковенко (к.т.н., тех.директор),

<sup>2</sup> Р.В.Потапов (к.т.н., директор по разв.)

<sup>1</sup> ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева», Санкт-Петербург

<sup>2</sup> ООО НТЦ «ЭкологиксЛаб», Санкт-Петербург

Контакты: +7 (812) 323-96-13; i.a.kaminskaya@vniim.ru