



УДК: 504.054; 504.3.054; 504.4.054; 539.16.04; 629.039.58

DOI: 10.26277/SECNRS.2024.114.4.004

© 2024. Все права защищены.

ВАРИАНТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦЫ (РАДИУСА) САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И УСТАНОВЛЕННЫХ НОРМАТИВОВ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ ВЫБРОСОВ

Родионов И. А.* (Rodionov_IA@nrcki.ru),
Сапрыкин Д. К.* (Saprykin_DK@nrcki.ru)

Статья поступила в редакцию 10 октября 2024 г.

Аннотация

Важным фактором обоснования радиационной безопасности АЭС является установление нормативов предельно допустимых выбросов и определения размера (границы) санитарно-защитной зоны с целью выполнения требований нормативно-технических документов Российской Федерации по ограничению облучения населения, проживающего вблизи атомных станций. Целью статьи является демонстрация применения разных методик определения границы (радиуса) санитарно-защитной зоны для проектируемых атомных станций с учетом метеорологических условий размещения строительной площадки при отсутствии исходной информации по выбросам радиоактивных веществ в условиях нормальной эксплуатации. В статье представлены варианты определения размера санитарно-защитной зоны на основе величин предельно допустимых выбросов, директивно заданных в действующих санитарных правилах, а также на основании предельно допустимых выбросов, установленных в соответствии с утвержденной Методикой Ростехнадзора. Приведены результаты, демонстрирующие влияние климатических условий площадки на особенности распространения радиоактивной примеси, и условия применимости значений предельно допустимых выбросов, указанных в СП АС-03, с учетом выполнения анализа местных условий на распределение дозовых нагрузок населения, проживающего вблизи выбранной площадки радиационного объекта.

В результате показано, что размер (радиус) санитарно-защитной зоны, в том числе, зависит от установленных нормативов предельно допустимых выбросов. С учетом данной связи, появляется возможность организовать санитарно-защитную зону, радиус которой будет совпадать с границей промплощадки атомной станции, что позволит выполнить требования к современным атомным станциям.

► **Ключевые слова:** санитарно-защитная зона, атомные станции, атомные электростанции, радиоактивные вещества, выбросы радиоактивных веществ, предельно допустимые выбросы, радиационная безопасность.

* Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия.

OPTIONS FOR DETERMINING THE BOUNDARY (RADIUS) OF THE SANITARY PROTECTION ZONE DEPENDING ON CLIMATIC CONDITIONS AND EXISTING STANDARDS FOR MAXIMUM PERMISSIBLE ATMOSPHERIC RELEASES

Rodionov I. A.*,
Saprykin D. K.*

The article was received by the editors' crew on October 10th, 2024.

Abstract

An important factor in justifying the radiation safety of NPP is the establishment of standards for maximum permissible emissions and determining the size (boundaries) of the sanitary protection zone in order to meet the requirements of regulatory and technical documents of the Russian Federation on limiting the exposure of the population living near NPP. The purpose of the article is to demonstrate the application of different methods for determining the boundary (radius) of the sanitary protection zone for designed NPP, taking into account the meteorological conditions of the construction site in the absence of initial information on emissions of radioactive substances under normal operating conditions. The article presents options for determining the size of the sanitary protection zone based on the values of maximum permissible emissions, prescribed by the current sanitary rules, as well as on the basis of maximum permissible emissions established in accordance with the approved Methodology of Rostekhnadzor. The results are presented demonstrating the influence of the climatic conditions of the site on the features of the spread of radioactive contamination, and the conditions of applicability of the values of maximum permissible emissions, specified in SP AS-03, taking into account the analysis of local conditions for the distribution of dose loads to the population living near the selected site of the radiation facility.

As a result, it is shown that the size (radius) of the sanitary protection zone, among other things, depends on the established standards for maximum permissible emissions. Taking into account this interrelation, it becomes possible to organize a sanitary protection zone, the radius of which will coincide with the boundary of the industrial site of the NPP, which will allow meeting the requirements of the technical specifications of modern NPP.

► **Keywords:** *sanitary protection zone, nuclear power plants, radioactive substances, radioactive emissions, maximum permissible atmospheric releases, radiation safety.*

* National research center "Kurchatov Institute", Moscow, Russia.

Введение

Процесс эксплуатации АЭС связан с различными факторами воздействия на окружающую среду (ОС), влияющими на безопасность персонала и населения, проживающего вблизи объекта использования атомной энергии. Одним из факторов, который необходимо учитывать при обосновании безопасности АЭС, является газоаerosольный выброс радиоактивных веществ при работе АЭС в условиях нормальной эксплуатации.

Выброс радионуклидов в ОС в результате работы АЭС вносит дополнительный вклад в формирование годовой дозы у проживающего вблизи населения, что в отсутствие контроля может привести к превышению установленных пределов доз [1] и, как следствие, – к увеличению вероятности возникновения стохастических явлений.

Одним из способов защиты населения от радиационного воздействия АЭС является ограничение вокруг объекта территории, на которой может быть потенциально повышенный радиационный фон (санитарно-защитная зона – СЗЗ), к которой ограничивают доступ населения.

Целью статьи является демонстрация применения разных методик определения границы (радиуса) СЗЗ для некоторых проектируемых АЭС с учетом метеорологических условий площадки строительства при отсутствии исходной информации по выбросам в условиях нормальной эксплуатации.

Оценка радиационной безопасности населения

Неотъемлемой частью обеспечения защиты населения от радиационного воздействия АЭС является соблюдение принципа оптимизации [2] – поддержание годовой дозы облучения на приемлемом уровне как с точки зрения экономических затрат, так и вероятности возникновения стохастических эффектов. В качестве нижнего порогового критерия при нормальной эксплуатации, показывающего выполнение данного принципа, является дозовый предел 10 мкЗв/год [3].

Верхним порогом, превышение которого сигнализирует об отклонении от режима нормальной эксплуатации объекта, является квота на облучение населения (δ) от выбросов и сбросов, установленная в [3]. Для проектируемых или строящихся АЭС квота на облучение населения от газоаerosольных выбросов составляет 50 мкЗв/год и столько же от жидких сбросов. В дальнейшем в статье жидкие сбросы не рассматриваются.

Следовательно, в соответствии с [2, 3], радиационная безопасность населения вблизи АЭС при нормальной эксплуатации обеспечивается в случае выполнения условий:

- при нормальной эксплуатации объекта годовая доза на население не превышает 10 мкЗв;
- верхняя граница возможного облучения населения от радиационных факторов (квота) не превышает установленного значения.

Исходя из действующих нормативных документов, можно сделать следующие выводы:

- выброс, дозовые нагрузки на население от которого не превышают 10 мкЗв/год, называется допустимым (ДВ) [3];
- выброс, дозовые нагрузки которого достигают квоты, называется предельно допустимым (ПДВ) [4];
- территория, за пределами которой обеспечена радиационная безопасность населения, а на границе выполняется квота [5], называется СЗЗ:

$$E_i(x = R_{\text{СЗЗ}}^i) = E_{\delta}, i = 1, \dots, n, \quad (1)$$

где:

$E_i(x)$ – годовая эффективная доза на население в i -ом румбе;

E_{δ} – квота предела годовой эффективной дозы;

x – расстояние от источника выбросов;

$R_{\text{СЗЗ}}^i$ – радиус СЗЗ сектора направления ветра;

n – количество румбов ветра.

Соответственно, важной частью обеспечения безопасности населения является установление нормативов ПДВ и ДВ, а также определение границы СЗЗ. В данной статье нормативы ПДВ рассчитывались только исходя из непревышения части предела годовой эффективной дозы.

На примере гипотетического источника выбросов (вентиляционная труба высотой 100 м), располагающегося на площадке строящейся или проектируемой АЭС, рассмотрим применение методики [4] и подхода, изложенного в [5] для разных климатических поясов – умеренного, тропического и субэкваториального. Для умеренного климатического пояса взяты данные, характерные для местности вблизи Белорусской АЭС, для тропического – вблизи АЭС «Эль-Дабба», для субэкваториального – вблизи АЭС «Куданкулам».

Дополнительно следует учитывать наличие специальной территории (промплощадки), на которой располагаются здания, входящие в комплекс АЭС. Поэтому для дальнейших расчетов сделано предположение, что данная территория представляет собой окружность радиусом 300 м и, в соответствии

с подходом, приведенным в [6], поиск точки достижения квоты осуществляется за пределами промплощадки.

С целью демонстрации подхода к проектированию СЗЗ, при котором отсутствует информация о фактическом выбросе, в качестве проектного выброса используются значения, рекомендованные в качестве ДВ и ПДВ в [3] (таблица № 1).

В соответствии с [5], исходя из установленных значений ПДВ, организации, на территории которой осуществляется выброс, нужно найти точку местности, в которой годовая эффективная доза равна квоте по формуле (1). Для определения параметров распространения примеси в ОС были использованы соотношения, рекомендованные Ростехнадзором в [7]. Данные о расстоянии от источника выбросов до точки достижения квоты приведены в таблице № 2. Для оценки вклада в годовую дозу внутреннего облучения от перорального пути поступления годовое потребление продуктов питания принималось для всех площадок одинаковым и соответствующим рекомендациям [8].

Из результатов таблицы № 2 следует:

- на основании недостижения квоты во всех направлениях в рассматриваемом субэкваториальном

поясе внешняя граница СЗЗ может быть проведена по границе промплощадки, а установленные в [3] значения ПДВ соответствуют критериям радиационной безопасности для рассматриваемых климатических условий в данном поясе;

- в рассматриваемом умеренном поясе квота достигается в одном направлении З на расстояниях 320 м;

- на основании достижения квоты в рассматриваемом тропическом поясе для направлений Ю-Ю-З – С-З потребуется проведение границы СЗЗ с радиусом от 1 до 6,24 км;

- в направлениях, в которых квота не достигнута, для защиты населения от радиационного воздействия внешняя граница СЗЗ может быть проведена по границе промплощадки.

Следовательно, для обеспечения радиационной безопасности населения, проживающего на рассматриваемой площадке в тропическом климатическом поясе, от установленного в [3] ПДВ потребуется организация протяженной СЗЗ.

Другим вариантом определения размера СЗЗ, отличным от рассмотренного выше, может являться использование критической точки местности в рамках методики [4]. Отличие [4] заключается

Таблица № 1

Допустимые и предельно допустимые выбросы для АЭС с ВВЭР
Permissible atmospheric release and maximum permissible atmospheric release for NPPs with WWER

Радионуклид	Допустимые выбросы, Бк	Предельно допустимые выбросы, Бк
Инертный радиоактивный газ	$6,90 \cdot 10^{14}$	$3,45 \cdot 10^{15}$
^{131}I	$1,8 \cdot 10^{10}$	$9 \cdot 10^{10}$
^{60}Co	$7,4 \cdot 10^9$	$3,7 \cdot 10^{10}$
^{134}Cs	$9 \cdot 10^8$	$4,5 \cdot 10^9$
^{137}Cs	$2,0 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^{10}$

Таблица № 2

Местоположение точки достижения квоты
Location of the point where the quota is reached

Климатический пояс**	Направление ветра*					
	Ю-Ю-З	Ю-З	З-Ю-З	З	С-З-З	С-З
Тропический	970	4 667	6 236	6 088	6 046	4 066
Умеренный	-	-	-	320	-	-

* – в других направлениях ветра (С-Ю и С-С-З) квота не достигнута;

** – в субэкваториальном климатическом поясе квота не достигнута во всех направлениях ветра.

в том, что нормативы ПДВ рассчитываются исходя из не превышения создаваемой ими годовой эффективной дозы (E) значения квоты:

$$E \leq \delta.$$

Значения ПДВ, определяемые исходя из данного условия, рассчитываются с помощью выражения:

$$\text{ПДВ}^r = \frac{\xi_r \cdot \delta}{\sum_r \xi_r \cdot \psi_{r,i}(x^{max}, y^{max})}; \quad (2)$$

где: $\psi_{r,i}(x, y)$ – функционал, связывающий активность выброса с годовой эффективной дозой облучения, Зв/Бк (далее – функционал);

(x^{max}, y^{max}) – координаты критической точки местности;

ξ_r – относительный вклад каждого радионуклида r (Q_r) в общую активность его выброса, определяемый по формуле:

$$\xi_r = \frac{Q_r}{\sum_r Q_r};$$

где Q_r – годовой выброс r -го радионуклида.

Важно отметить, что включение в расчет значений ПДВ параметров, описывающих особенности метеоусловий площадки АЭС (температура, влажность, ветер и т. д.), учитываемых при оценке функционала [7], позволяет определять нормативы ПДВ, с одной стороны, применимые исключительно для

конкретной местности, а с другой – обеспечивающие выполнение условия не превышения квоты за пределами промплощадки. Как показано ранее, дозы, создаваемые ПДВ из [3] в отдельных направлениях, могут превышать значения квоты.

Следствием формулы (2) является, что при установлении ПДВ для критической точки местности, в ней будет выполнена квота, установленная на организацию, а значит через нее может пройти граница СЗЗ [9].

Рассмотрим применение методики [4] для тропического климатического пояса.

Исходя из начальных данных о выбросе и потреблении продуктов питания населением [8], точка, в окрестности которой наблюдается максимальная годовая эффективная доза, реализуется в направлении ветра З-Ю-З на расстоянии 2 629 м от источника выбросов (x_1 на рис. 1).

Подставляя значение x_1 в (2) и предполагая, что состав выброса и вклад радионуклидов в общую активность совпадает со значениями из [3] (таблица № 1), был оценен ПДВ для рассматриваемого климатического пояса (таблица № 3).

Таким образом, используя методику [4] для рассматриваемого тропического климатического пояса, были получены обоснованные значения ПДВ, рассчитанные исходя из не превышения квоты в критической точке местности.

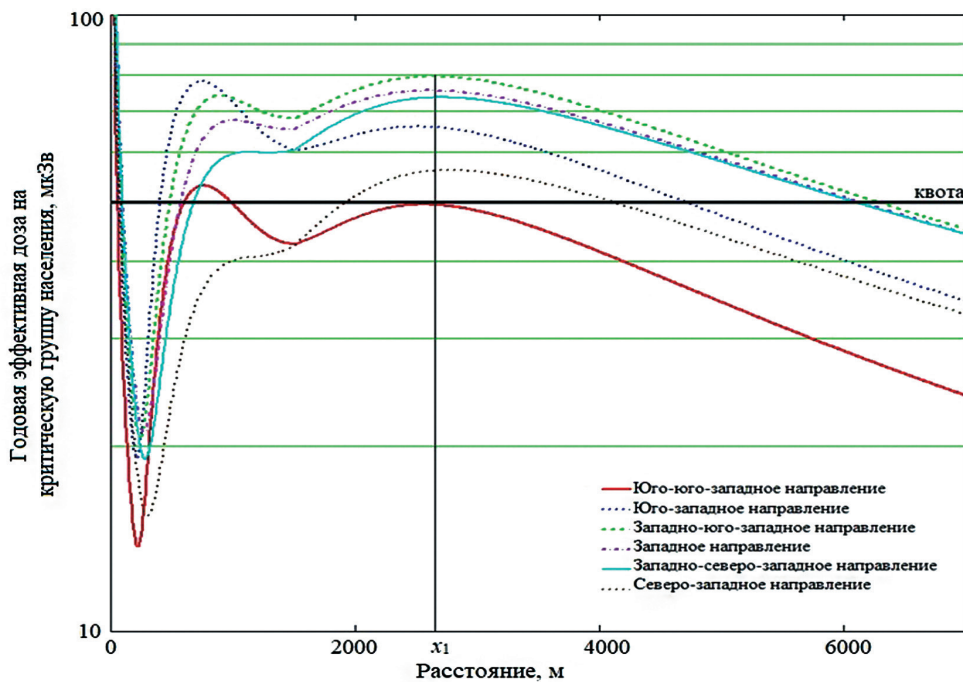


Рис. 1. График зависимости эффективной дозы на критическую группу населения, создаваемой предельно допустимыми выбросами в направлениях, в которых достигается квота от расстояния [Fig. 1. Diagram of the distance dependence of the effective dose to the critical group of the population created by the maximum permissible atmospheric release in the directions in which the quota is reached]

Результаты

При превышении значения квоты в критической точке местности x_1 (рис. 2 (а) от ПДВ из [3], преимущество применения [4] для определения границы (радиуса) СЗЗ заключается в возможности ее сокращения. Так, для тропического климатического пояса, при условии неперевышения значений ПДВ, указанного в таблице № 3, внешняя граница СЗЗ может совпадать с границей промплощадки. К примеру, для направления румба 3-Ю-3, в котором реализуется максимальное дозовое значение, уменьшение составило с 6 236 м до границы промплощадки при численном сокращении в 1,6 раз значений ПДВ.

Для рассматриваемых метеоусловий в субэкваториальном климатическом поясе, так как квота на объект во всех 16 направлениях ветра не достигается, организация дополнительной защиты населения в виде СЗЗ не требуется, и возможен вариант проведения внешней границы СЗЗ по территории промплощадки с установлением ПДВ из [3].

Для обеспечения радиационной безопасности населения от ПДВ [3] в умеренном климатическом поясе возможен аналогичный вариант действий, как и в субэкваториальном климатическом поясе, с дополнительным изъятием земель для использования их в сельскохозяйственных целях, на которых достигается квота. Таким образом, исключение возможности потребления населением сельскохозяйственной продукции, произведенной в районе влияния источника выбросов, позволит исключить из рассмотрения этап формирования годовой дозы, связанный с пероральным путем облучения [4] (таблица № 4).

Поиск точки достижения квоты от ПДВ, установленного в [3], показал сильную зависимость годовой дозы на население от климатических условий площадки потенциального строительства (таблица № 5), способную привести к протяженной территории с повышенным радиационным фоном, превышающим установленную квоту на организацию.

Таблица № 3

Предельно допустимый выброс, рассчитанный по [4], для тропического климатического пояса Maximum permissible release calculated according to [4] for the tropical climate zone

Радионуклид	Предельно допустимый выброс, Бк
Инертный радиоактивный газ	$2,17 \cdot 10^{15}$
^{131}I	$5,66 \cdot 10^{10}$
^{60}Co	$2,327 \cdot 10^{10}$
^{134}Cs	$2,83 \cdot 10^9$
^{137}Cs	$6,289 \cdot 10^9$

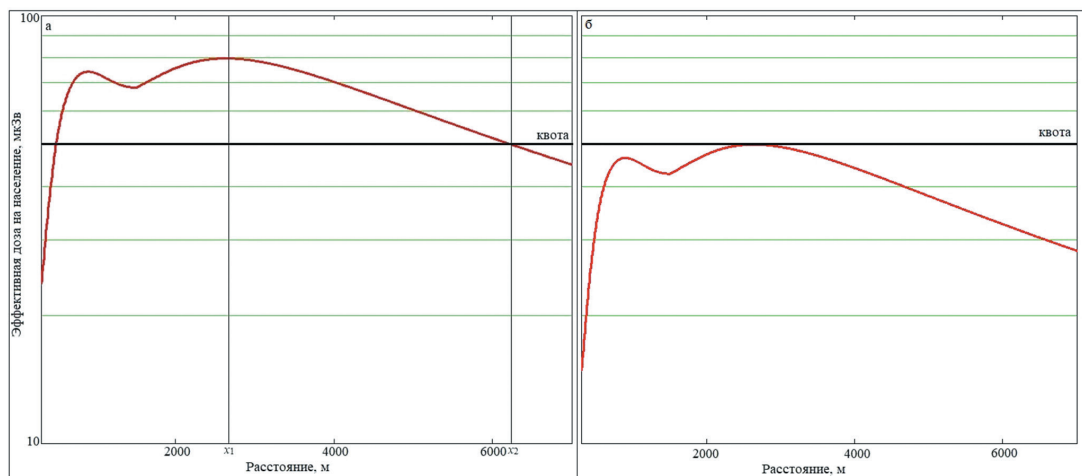


Рис. 2. График зависимости годовой эффективной дозы на население, создаваемой предельно допустимыми выбросами из [3] (а) и из таблицы № 3 (б), от расстояния для тропического климатического пояса в направлении, в котором реализуется максимальное дозовое значение (3-Ю-3), где x_1 – критическая точка местности, x_2 – точка достижения квоты [Fig. 2. Diagram of the distance dependence of the annual effective dose to the population created by the maximum permissible atmospheric release from [3] (a) and maximum permissible atmospheric release from table No. 3 (b) on the distance for the tropical climate zone in the direction in which the maximum dose value is realized (west-southwest), where x_1 is the critical point of the area, x_2 is the point where the quota is reached]

Таблица № 4

Дозовые нагрузки от предельно допустимых выбросов из [3] на население, проживающее в умеренном климатическом поясе в западном направлении
Doses caused by maximum permissible atmospheric release from [3] on the population living in the temperate climate zone in the west direction

Расстояние	Доза, мкЗв	
	с пероральным путем поступления	без перорального пути поступления
300	53,3	11,03
320	50,01	10,37
400	40,89	8,56
600	32,98	7,49
800	33,3	8,29
1 000	34,53	9,08

Таблица № 5

Дозовые нагрузки от предельно допустимых выбросов из [3] на население, проживающее вблизи объекта выброса в разных климатических поясах
Doses caused by the maximum atmospheric permissible release from [3] on the population living near the release site in different climatic zones

Румб	Доза на население, мкЗв											
	Умеренный климатический пояс				Субтропический климатический пояс				Тропический климатический пояс			
	300 м	1 км	5 км	8 км	300 м	1 км	5 км	8 км	300 м	1 км	5 км	8 км
С	20,3	15,4	15,9	12,4	12,6	8,5	4,3	2,8	9,4	11,9	22,4	13,9
С-С-В	20,3	17,6	15,7	11,5	9	19,7	12,2	7,5	5	3,8	9,2	5,1
С-В	21	17,8	16,5	12,2	5,7	15,6	5,8	3,5	3,1	2,9	6,1	3,4
С-В-В	27,6	20,9	18,7	14,9	3,3	6,9	3,6	2,2	4,1	2,4	8,2	4,1
В	33,1	25,2	22,1	17,8	1,8	4	1,9	1,2	3,6	2,2	6,3	3,7
В-В-Ю	19,1	15,3	13,3	10,3	3,1	9,9	1,7	0,9	3,9	4,6	7,1	4,1
В-Ю	14,5	12,5	11,5	8,7	5,3	7,6	1,1	0,6	5	9,6	10,7	6,1
В-Ю-Ю	17,6	14,1	14,5	11,1	3,9	4	0,9	0,5	6,8	15,9	15,5	9,1
Ю	31,4	22,3	23,7	18,8	4,4	4,7	0,9	0,5	11,4	28,7	25	14,5
Ю-Ю-3	36,2	23,2	27,5	22,2	4,3	5,7	1,6	1	18,6	49,3	34,2	20,8
Ю-3	33,2	20,7	25,1	20,3	2,3	6,8	2,1	1,2	27,9	72,1	47,2	29,9
Ю-3-3	43,5	26,4	32,2	26,1	3,3	9,3	5,8	3,5	23,6	73,2	60,2	39,3
3	53,3	34,5	42	34	5,6	12,4	10,5	6,4	21,6	67,5	58,3	38,9
С-3-3	22,3	16,4	18,2	13,8	7,2	15,4	11,4	6,9	19,3	59,6	57,8	38,9
С-3	17,3	13,8	14,6	11,1	5,5	9,6	7,7	4,7	15,4	40	43,7	28,6
С-С-3	17,1	13,5	14,5	10,9	2,8	3,6	4	2,5	5,2	9,8	13,6	8,9

Заключение

В статье рассмотрены варианты установления границы СЗЗ в зависимости от способа определения ее радиуса. Представлены два возможных варианта ее нахождения: исходя из точки достижения квоты от предполагаемого (проектного) выброса или из критической точки местности. Показана зависимость радиуса СЗЗ от значений ПДВ в результате работы АЭС в режиме нормальной эксплуатации.

Дополнительно была рассмотрена зависимость дозовых нагрузок, создаваемых ПДВ, установлен-

ными в [3], от метеорологических условий в разных климатических поясах. Анализ показал, что один и тот же выброс в разных климатических условиях может привести к разным дозовым нагрузкам на население, что показывает важность учета особенностей площадки АЭС при установлении нормативов ПДВ и неприменимости установки значений [3] без анализа местных метеоусловий в определенных ситуациях.

Исследование было выполнено за счет средств государственного задания НИЦ «Курчатовский институт».

Литература

1. Об утверждении СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009»: постановление Главного санитарного врача Российской Федерации от 07.07.2009 № 47.
2. О радиационной безопасности населения: Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ.
3. О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.6.1.24-03 «Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-03)»: постановление Министерства здравоохранения Российской Федерации Главного санитарного врача от 28.04.2003 № 69.
4. Методика разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух: утверждена приказом Ростехнадзора от 07.11.2012 № 639.
5. Об утверждении санитарных правил СП 2.6.1.2216-07 «Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения радиационных объектов. Условия эксплуатации и обоснование границ (СП СЗЗ и ЗН-07)»: постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 29.05.07 № 30.
6. Строганов А. А., Курындин А. В., Шаповалов А. С., Орлов М. Ю. О нормировании выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух // Ядерная и радиационная безопасность. 2013. № 2 (68). С. 3–6.
7. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии. Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух (РБ-106-21): утв. приказом Ростехнадзора от 30.08.2021 № 288.
8. Safety Reports Series No. 19. Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment. IAEA: Vienna, 2001.
9. Курындин А. В., Шаповалов А. С., Орлов М. Ю., Иванов Е. А., Строганов А. А., Тимофеев Н. Б. Соответствие между размерами санитарно-защитной зоны и предельно допустимыми выбросами радиоактивных веществ атомных станций в атмосферу // Ядерная и радиационная безопасность. 2024. № 2 (112). С. 5–16. DOI: 10.26277/SECNRS.2024.112.2.001.

References

1. Sanitarniye pravila i normativy SanPiN 2.6.1.2523-09 “Normy radiacionnoy bezopasnosti” (NRB-99/2009) [Sanitary rules and regulations SanPiN 2.6.1.2523-09 “Radiation safety standards” (NRB-99/2009)]. 2009.
2. Feder. zakon ot 09.01.1996 No. 3-FZ “O radiacionnoy bezopasnosti naseleniya” [Federal law of 09.01.1996 No. 3-FZ “On radiation safety of population”]. 1996.
3. Sanitarniye pravila i normativy SanPiN 2.6.1.24-03 “Sanitarniye pravila proektirovaniya i ekspluatatsii atomnykh stanciy” (SP AS-03) [Sanitary rules and regulations SanPiN 2.6.1.24-03 “Sanitary rules for the design and operation of nuclear power plants” (SP AS-03)]. 2003.
4. Metodika razrabotki i ustanovleniya normativov predel'no dopustimyykh vybrosov radioaktivnykh veshchestv v atmosferyni vozdukh [Methodology for developing and setting limits for radioactive airborne effluents]. 2012.

5. Sanitarniye pravila SP 2.6.1.2216-07 “Sanitarno-zashchitniye zony i zony nabludeniya radiacionnykh ob'ektov. Usloviya ekspluatacii i obosnovanie granic” (SP SZZ i ZN-07) [Sanitary rules and regulations SP 2.6.1.2216-07 “Buffer zones and observation zones of radiation objects. Operating conditions and justification of boundaries” (SP SZZ i ZN-07)]. 2007.

6. Stroganov A. A., Kuryndin A. V., Shapovalov A. S., Orlov M. Yu. (2013). O normirovanii vybrosov radioaktivnykh veshchestv v atmosferyni vozdukh [On regulation of discharges of radioactive substances in atmospheric air]. *Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost'* – Nuclear and Radiation Safety Journal, No. 2 (68), pp. 3–6. [in Russian].

7. Rukovodstvo po bezopasnosti pri ispol'zovanii atomnoi ehnergii “Rekomenduemye metody rascheta parametrov, neobkhodimyykh dlya razrabotki i ustanovleniya normativov predel'no dopustimyykh vybrosov radioaktivnykh veshchestv v atmosferyni vozdukh” (RB-106-21) [Safety guide in the field of atomic energy use “Recommended methods for calculation of parameters necessary to develop and establish standards for maximum permissible emissions of radioactive substances into atmosphere” (RB-106-21)]. 2021.

8. Safety Reports Series No. 19. Generic models for use in assessing the impact of discharges of radioactive substances to the environment. IAEA: Vienna, 2001.

9. Kuryndin A. V., Shapovalov A. S., Orlov M. Yu., Ivanov E. A., Stroganov A. A., Timofeev N. B. (2024). Sootvetstvie mezhdru razmerami sanitarno-zashchitnoi zony i predel'no dopustimymi vybrosami radioaktivnykh veshchestv atomnykh stantsii v atmosferu [Conforming between the size of the buffer zone and airborne discharge limits]. *Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost'* – Nuclear and Radiation Safety Journal, No. 2 (112), pp. 5–16. [in Russian]. DOI: 10.26277/SECNRS.2024.112.2.001.

Сведения об авторах

Родионов Иван Алексеевич, инженер 1 категории отдела радиационной безопасности водо-водяных реакторов Курчатовского Комплекса Атомной Энергетики, Национальный Исследовательский Центр «Курчатовский институт» (123182, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1).

Сапрыкин Денис Константинович, заместитель начальника отдела радиационной безопасности водо-водяных реакторов Курчатовского Комплекса Атомной Энергетики, Национальный Исследовательский Центр «Курчатовский институт» (123182, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1).

Authors credentials

Rodionov Ivan Alekseevich, 1st category Engineer of Department of radiation safety of water-water power reactor of Kurchatov Nuclear Power Complex, National Research Center “Kurchatov Institute” (bld. 1, Academician Kurchatov sqr., Moscow, 123182), e-mail: Rodionov_IA@nrcki.ru.

Saprykin Denis Konstantinovich, Deputy Head of Department of radiation safety of water-water power reactor of Kurchatov Nuclear Power Complex, National Research Center “Kurchatov Institute” (bld. 1, Academician Kurchatov sqr., Moscow, 123182), e-mail: Saprykin_DK@nrcki.ru.

Для цитирования

Родионов И. А., Сапрыкин Д. К. Варианты определения границы (радиуса) санитарно-защитной зоны в зависимости от климатических условий и установленных нормативов предельно допустимых выбросов // *Ядерная и радиационная безопасность*. 2024. № 4 (114). С. 58–66. DOI: 10.26277/SECNRS.2024.114.4.004.

For citation

Rodionov I. A., Saprykin D. K. (2024). Varianty opredeleniya granitsy (radiusa) sanitarno-zashchitnoi zony v zavisimosti ot klimaticheskikh uslovii i ustanovlennykh normativov predel'no dopustimyykh vybrosov [Options for determining the boundary (radius) of the sanitary protection zone depending on climatic conditions and existing standards for maximum permissible atmospheric releases]. *Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost'* – Nuclear and Radiation Safety Journal, No. 4 (114), pp. 58–66. [in Russian]. DOI: 10.26277/SECNRS.2024.114.4.004.