

**ПРОБЛЕМЫ ЯДЕРНОЙ, РАДИАЦИОННОЙ
И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

УДК 504:621.039:664

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ РОСТОВСКОЙ АЭС
НА РАДИАЦИОННЫЕ ФАКТОРЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
ТЕРРИТОРИИ РАЗМЕЩЕНИЯ**

© 2021 И.А. Бубликова, О.Ф. Цуверкалова, К.С. Аксенова

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал научного исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Эксплуатация радиационно-опасных объектов в настоящее время является предметом обсуждения и споров об их безопасности. В ходе работы проведено исследование влияния эксплуатации Ростовской АЭС на радиационные факторы атмосферного воздуха ее размещения методом регрессионно-корреляционного анализа. В работе были использованы результаты государственного мониторинга радиационной обстановки (среднемесячные и максимальные за месяц значения) с января 2009 г. по декабрь 2020 года и метеорологические характеристики атмосферы промплощадки АЭС. Связь между исследуемыми параметрами в режиме планово-предупредительных ремонтов энергоблоков, а также в межремонтный период не установлена.

Ключевые слова: эксплуатация РОО, суммарная β -активность, атмосферные выпадения, осадки, устойчивость направления ветра, территория размещения, планово-предупредительный ремонт, Ростовская АЭС, атмосфера.

Поступила в редакцию 25.06.2021

После доработки 17.08.2021

Принята к печати 23.08.2021

Введение

Влияние эксплуатации атомных станций на радиационную безопасность населения и территорий размещения находится под постоянным контролем специалистов в области радиационной безопасности [1] и привлекает внимание общественности. Существующие опасения населения о негативном воздействии объектов ядерной энергетики на окружающую среду и здоровье жителей делают рассматриваемую тему работы актуальной.

Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» Ростовская АЭС располагается в Южном регионе Европейской части Российской Федерации, первый энергоблок эксплуатируется с 2001 г. Авторами уже проводились исследования динамики ряда радиационных факторов территории размещения Ростовской АЭС [2-7]. В данной работе проведено исследование влияния Ростовской АЭС на радиационные характеристики атмосферного воздуха данного региона в условиях ее штатной работы и в период планово-профилактических работ (ППР).

При анализе данных были использованы результаты Единой государственной автоматизированной системы мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации, представленные в ежегодниках «Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств» Научно-производственного объединения «Тайфун», входящего в состав Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [8-19].

Следует отметить, что в регионе размещения Ростовской АЭС находится целый ряд постов, входящих в систему государственного радиационного мониторинга. Для

анализа влияния эксплуатации атомной станции на радиационные характеристики региона ее размещения были выбраны населенные пункты: г. Ростов-на-Дону, г. Волгоград, г. Котельниково, п. Зимовники, г. Цимлянск (рис. 1), данные по которым использовались в работе. Они имеют разную ориентацию по сторонам света относительно АЭС и находятся на разной удаленности от нее (табл. 1).

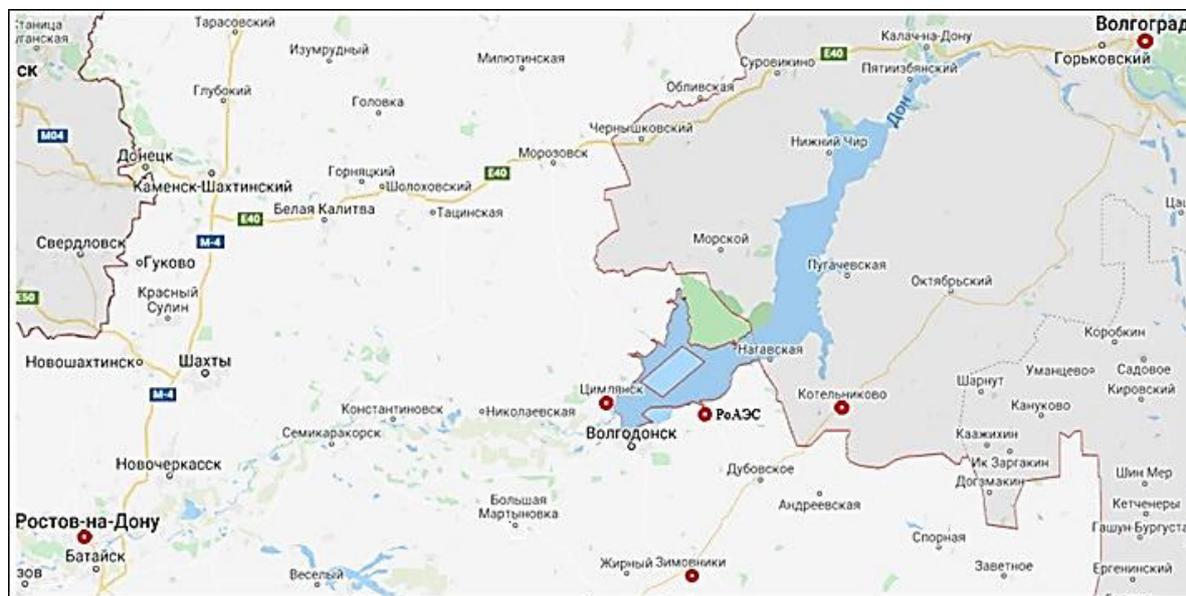


Рисунок 1 – Расположение выбранных населенных пунктов для анализа радиационных параметров воздушной среды [Location of selected settlements for the analysis of radiation parameters of the air environment]

Таблица 1 – Характеристика расположения исследуемых населенных пунктов относительно Ростовской АЭС [Characteristics of the location of the settlements under study in relation to Rostov NPP]

| Населенный пункт | Расстояние от Ростовской АЭС, км | Круговой азимут |
|------------------|----------------------------------|-----------------|
| Волгоград | 203 | 45° |
| Зимовники | 50 | 180° |
| Котельниково | 58 | 90° |
| Ростов-на-Дону | 203 | 247°5' |
| Цимлянск | 20 | 315° |

Анализ влияния эксплуатации Ростовской АЭС на суммарную β -активность атмосферных выпадений в приземном слое воздуха региона размещения

В качестве анализируемого параметра была выбрана суммарная β -активность атмосферных выпадений в приземном слое воздуха в вышеперечисленных населенных пунктах. Было выдвинуто две гипотезы:

1. Если эксплуатация Ростовской АЭС оказывает влияние на радиационные характеристики воздушной среды региона размещения, то динамика суммарной бета-активности атмосферных выпадений будет меняться в соответствии с динамикой устойчивости ветра от Ростовской АЭС.

2. При увеличении количества осадков вблизи Ростовской АЭС, максимальное количество исследуемого параметра будет выявляться ближе к радиационному объекту.

В связи с этим среднемесячные значения суммарной β -активности атмосферных выпадений были исследованы по двум метеорологическим факторам: устойчивости направления ветра от АЭС и среднемесячному количеству осадков. Период анализа динамики данных – с января 2009 г. по декабрь 2020 года.

Для исследования были использованы результаты метеорологических наблюдений на площадке Ростовской АЭС из ежегодных Технических отчетов АО ИК «АСЭ» «О натуральных гидрометеорологических наблюдениях» за 2009 - 2020 г., предоставленных авторам Ростовской АЭС. Ближайшая к Ростовской АЭС метеостанция Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды располагается в г. Цимлянске. Результаты метеонаблюдений выложены в открытом доступе [20]. Но сравнительный анализ метеоданных из этих двух источников показал их отличия между собой, что неудивительно из-за расстояния в 20 км между метеостанциями. Поэтому в работе были использованы метеоданные максимально близкие к источнику поступления радиоактивных выбросов в атмосферу. На рисунке 2 представлен пример динамики анализируемых параметров для г. Котельниково.

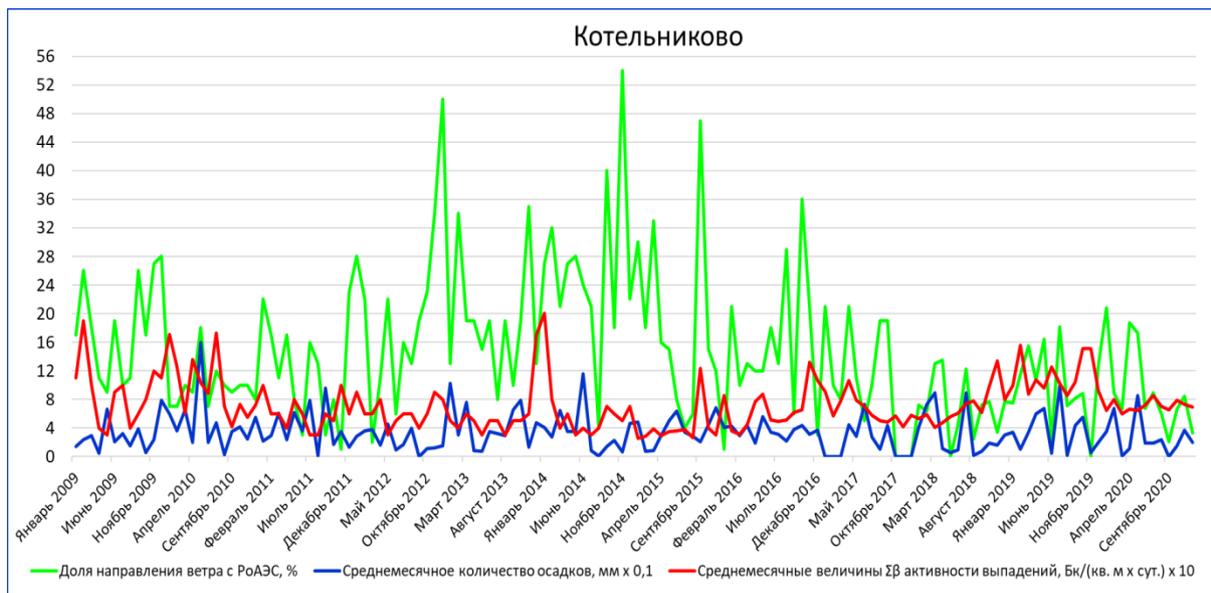


Рисунок 2 – Динамика значений суммарной бета-активности атмосферных выпадений, устойчивости ветра и количества осадков [Dynamics of the values of the total beta-activity of atmospheric precipitation, wind stability and precipitation amount]

Регрессионный анализ, выполненный для всех выбранных населенных пунктов, не позволил получить статистически значимых уравнений трендов, что свидетельствует об отсутствии какой-либо связи динамики данных.

С позиции консервативного подхода, используемого в атомной энергетике, далее был выполнен анализ не только среднемесячных, но и максимальных суточных величин $\Sigma\beta$ активности атмосферных выпадений каждого месяца рассматриваемого периода. Показатели анализировались по тем же населенным пунктам. Характер динамики данных по максимальным значениям $\Sigma\beta$ активности атмосферных выпадений также подтверждает отсутствие влияния эксплуатации атомной станции: выбросы имеют случайный характер, не зависящий от осадков и устойчивости ветра от Ростовской АЭС.

Анализ влияния эксплуатации Ростовской АЭС в период планово-предупредительных ремонтов на суммарную β -активность атмосферных выпадений в приземном слое воздуха региона размещения

Известно, что значительная доля годовых выбросов радионуклидов приходится на период планово-предупредительных, капитальных и внеплановых ремонтов (ППР), на время энергетических пусков энергоблоков. Поэтому была проанализирована суммарная β -активность атмосферных выпадений в периоды пусков блоков и ППР за

тот же период по тем же населенным пунктам [21]. Пример зависимости суммарной бета-активности атмосферных выпадений г. Котельниково от устойчивости ветра во время планово-предупредительных ремонтов Ростовской АЭС представлен на рисунке 3.

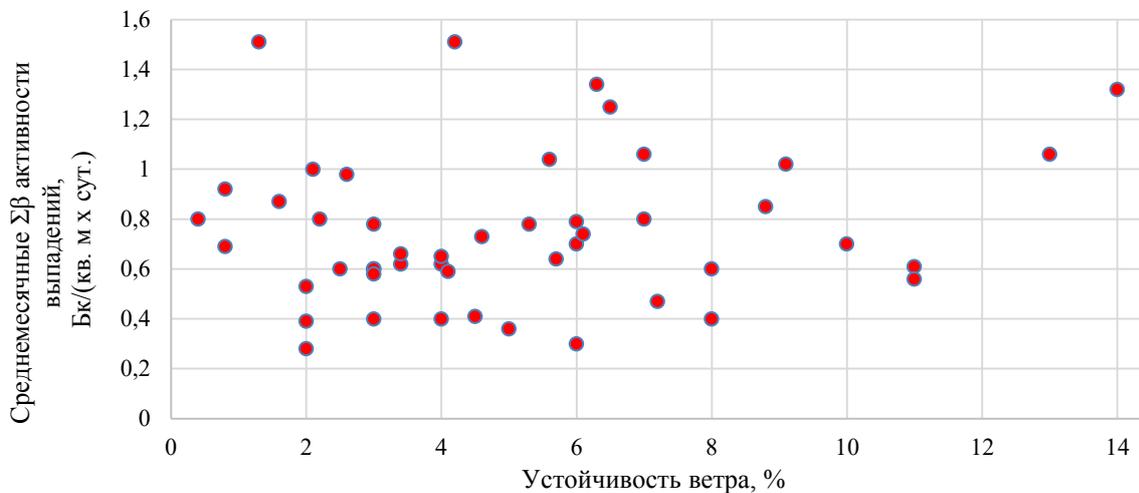


Рисунок 3 – Зависимость суммарной бета-активности атмосферных выпадений г. Котельниково от устойчивости ветра во время планово-предупредительных ремонтов Ростовской АЭС [Dependence of the total beta activity of Kotelnikovo atmospheric deposition from wind stability during scheduled preventive maintenance of the Rostov NPP]

И вновь регрессионный анализ, выполненный для всех выбранных населенных пунктов, не позволил получить статистически значимых уравнений трендов, что свидетельствует об отсутствии какой-либо связи динамики данных.

Как и в предыдущем случае, зависимость суммарной бета-активности атмосферных выпадений от устойчивости ветра во время ППР была рассмотрена для максимальных значений. Показатели анализировались по тем же населенным пунктам и за тот же период времени. Характер зависимости динамики максимальных значений $\Sigma\beta$ -активности атмосферных выпадений от устойчивости ветра также подтверждает отсутствие влияния эксплуатации атомной станции.

Таким образом, несмотря на значительную вариацию анализируемого показателя рассмотренных территорий на основании анализа как среднемесячных, так и максимальных значений каждого месяца и в том числе в период в ППР установлено отсутствие влияния эксплуатации Ростовской АЭС на суммарную бета-активность атмосферных выпадений.

Анализ динамики среднегодовых объемных активностей ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое воздуха в г. Цимлянск

Дополнительно по данным государственного радиационного мониторинга районов расположения радиационно-опасных объектов была проанализирована динамика среднегодовых объемных активностей ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое воздуха в г. Цимлянск, который находится в 20 км от атомной станции в зоне наблюдения Ростовской АЭС (рис. 4 и 5). Период анализа динамики данных – с 2005 по 2020 гг. Для сравнения использовались значения допустимой объемной активностью (ДОО_{нас}) для рассматриваемых радионуклидов [22]. Следует отметить, что в анализируемый период произошли пуски в эксплуатацию трех блоков Ростовской АЭС: пуск энергоблока № 2 – 16.03.2010, энергоблока № 3 – 27.12.2014, энергоблока № 4 – 01.02.2018.

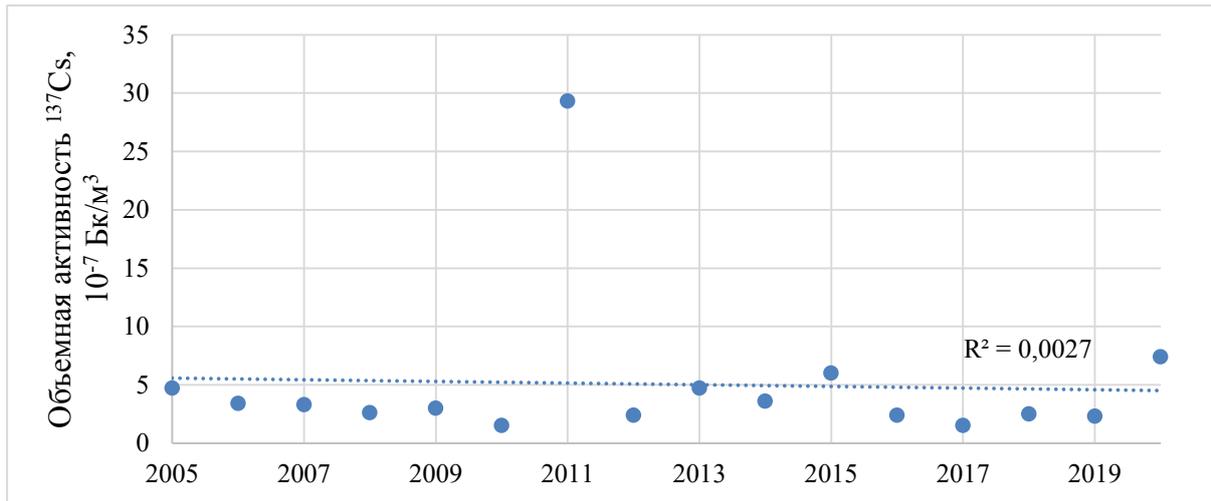


Рисунок 4 – Анализ динамики среднегодовой объемной активности ^{137}Cs в приземном слое воздуха, 10^{-7} Бк/м^3 [Analysis of the average annual volumetric activity dynamics of ^{137}Cs in the surface air layer, 10^{-7} Bq / m^3]

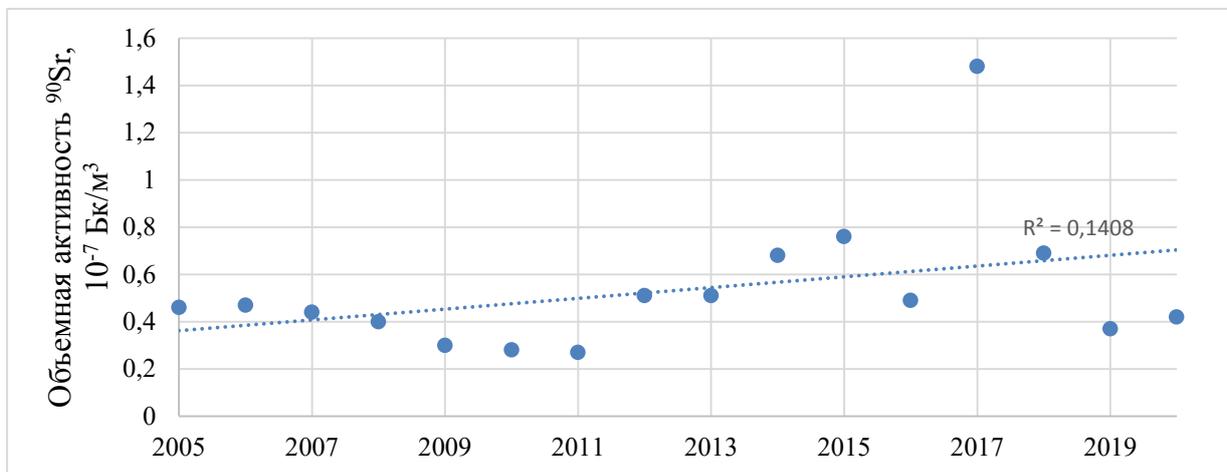


Рисунок 5 – Анализ динамики среднегодовой объемной активности ^{90}Sr в приземном слое воздуха, 10^{-7} Бк/м^3 [Analysis of the average annual volumetric activity dynamics of ^{90}Sr in the surface air layer, 10^{-7} Bq / m^3]

Регрессионный анализ данных показал, что уравнения трендов для ^{90}Sr и ^{137}Cs статистически не значимы, что свидетельствует об отсутствии какой-либо тенденции динамики данных. Для обоих радионуклидов среднегодовые значения на семь порядков меньше $\text{ДОА}_{\text{нас}}$. Для уточнения складывающихся трендов необходимо дальнейшее наблюдение за динамикой этих показателей.

Поскольку сложившаяся динамика среднегодовых объемных активностей рассматриваемых радионуклидов в приземном слое воздуха предыдущим анализом не выявлена, то совокупность данных может характеризоваться математическими ожиданиями и среднеквадратичными отклонениями значений. В соответствии с «правилом трех сигм» с вероятностью 0,997 реальные значения показателя могут превышать среднее значение не более чем на три среднеквадратичных отклонения. Для всех имеющихся данных измеренные значения не превышают трех среднеквадратичных отклонений, а также находятся значительно ниже $\text{ДОА}_{\text{нас}}$ (см. табл. 2). В многолетней динамике выделяется значение среднегодовой объемной активности ^{137}Cs в приземном слое воздуха в 2011 году. Это связано с тем, что в 2011 г. произошел резкий рост объемной активности ^{137}Cs приземного слоя воздуха в первом и, особенно, во втором кварталах (в 11 и 70 раз соответственно). Это увеличение

связано с прохождением по Европейской территории России аварийных выбросов АЭС «Фукусима-1», которое было зафиксировано на данной территории в конце марта – первой половине апреля. В результате увеличилось и среднее за год значение – в 20 раз (до $29,3 \times 10^{-7}$ Бк/м³). Однако г. Цимлянск по величине объемной активности ¹³⁷Cs выглядит сравнительно благополучно на фоне средневзвешенного значения по югу Европейской территории России, где эта величина выросла более чем в 30 раз, до 160×10^{-7} Бк/м³. Но даже в этом случае наблюдался значительный запас до допустимого значения.

Таблица 2 – Статистические характеристики объемных активностей ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха в г. Цимлянск, в период 2005-2020 гг. [Statistical characteristics of the volumetric activities of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr in the surface air layer in Tsimlyansk, in 2005-2020 period]

| Название изотопа | Среднее значение, $\times 10^{-7}$ Бк/м ³ | Среднее квадратичное отклонение, $\times 10^{-7}$ Бк/м ³ | Среднегодовая допустимая объемная активность (ДОВА), Бк/м ³ |
|-------------------|--|---|--|
| ¹³⁷ Cs | 5,04 | 6,66 | 27 |
| ⁹⁰ Sr | 0,53 | 0,29 | 2,7 |

Выводы

1. Зависимость между погодными условиями на площадке Ростовской АЭС и суммарной β -активностью атмосферных выпадений рассмотренных населенных пунктов региона не выявлена ни по среднемесячным, ни по максимальным значениям каждого месяца с января 2009 г. по декабрь 2020 года. Зависимость исследуемого показателя региона от метеоусловий в период проведения планово-предупредительных ремонтов энергоблоков атомной станции не выявлена.

2. Объемная активность радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха в г. Цимлянск находится на семь порядков ниже допустимых удельных активностей, предусмотренных НРБ-99/2009. Пуски энергоблоков Ростовской АЭС практически не отразились на динамике этих параметров.

Таким образом, влияние эксплуатации Ростовской АЭС на радиационные характеристики атмосферного воздуха региона ее размещения не обнаружено.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Елохин, А.П. Методы и средства систем радиационного контроля окружающей среды : монография / А.П. Елохин. – Москва : НИЯУ МИФИ, 2014. – 520 с.
2. Бубликова, И.А. Анализ влияния Ростовской АЭС на содержание ¹³⁷Cs в природных объектах тридцатикилометровой зоны / И.А. Бубликова, Е.А. Березина, Е.С. Хандурина // Глобальная ядерная безопасность (официальный сайт журнала – <http://gns.mephi.ru>). – 2014. № 3(12). – С. 5-10.
3. Бубликова, И.А. Анализ влияния Ростовской АЭС на динамику содержания ⁶⁰Co в поверхностном слое почвы территории размещения / И.А. Бубликова // Глобальная ядерная безопасность (официальный сайт журнала – <http://gns.mephi.ru>). – 2015. – № 4(17). – С. 7-14.
4. Бубликова, И.А. Анализ динамики радиационных факторов территории размещения Ростовской АЭС / И.А. Бубликова, О.Ф. Цуверкалова // Глобальная ядерная безопасность (официальный сайт журнала – <http://gns.mephi.ru>). – 2019. – № 3(32). – С. 24-32.
5. Бубликова, И.А. Анализ динамики содержания радионуклидов в продуктах питания, выращенных в зоне наблюдения Ростовской АЭС / И.А. Бубликова, К.С. Аксенова // Системы обеспечения техносферной безопасности: материалы VI Всероссийской конференции и школы для молодых ученых (с международным участием), г. Таганрог, 4-5 октября 2019 г. – Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2019. – С. 65-66.
6. Бубликова, И.А. Моделирование накопления радиационных факторов в продуктах питания, выращенных на территории размещения Ростовской АЭС / И.А. Бубликова, К.С. Аксенова // Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании: сборник трудов II Международной научно-практической конференции, Балаково, 18 декабря 2019 г. – Москва, 2020. – С. 81-84.

7. I.A. Bublikova, O.F. Tsuverkalova and K.S. Aksenova Analysis of the Rostov NPP operation impact on the radiation factors of the atmospheric air in the location area // *Journal of Physics: Conference Series*. – 1701 012020.
8. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды / Научно-производственное объединение «Тайфун» // Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2009 году. – Обнинск, 2010. – 199 с.
9. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды / Научно-производственное объединение «Тайфун» // Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2010 году. – Обнинск, 2011. – 240 с.
10. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды / Научно-производственное объединение «Тайфун» // Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2011 году. – Обнинск, 2012. – 247 с.
11. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды / Научно-производственное объединение «Тайфун» // Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2012 году. – Обнинск, 2013. – 220 с.
12. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды / Научно-производственное объединение «Тайфун» // Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2013 году. – Обнинск, 2014. – 223 с.
13. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды / Научно-производственное объединение «Тайфун» // Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2014 году. – Обнинск, 2015. – 233 с.
14. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды / Научно-производственное объединение «Тайфун» // Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2015 году. – Обнинск, 2016. – 225 с.
15. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды / Научно-производственное объединение «Тайфун» // Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2016 году. – Обнинск, 2017. – 232 с.
16. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды / Научно-производственное объединение «Тайфун» // Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2017 году. – Обнинск, 2018. – 240 с.
17. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды / Научно-производственное объединение «Тайфун» // Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2018 году. – Обнинск, 2019. – 228 с.
18. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды / Научно-производственное объединение «Тайфун» // Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2019 году. – Обнинск, 2020. – 237 с.
19. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды / Научно-производственное объединение «Тайфун» // Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2020 году. – Обнинск, 2021. – 229 с.
20. Архив погоды в Цимлянске [Электронный ресурс]. – URL : https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Цимлянске, свободный – (22.09.2019);6.
21. Отчеты по экологической безопасности Ростовской АЭС. – URL : http://rosenergoatom.ru/stations_projects/sayt-rostovskoy-aes/bezopasnost-ikologiya/ekologicheskie-otchety/ (дата обращения: 20.02.2020).
22. Нормы радиационной безопасности НРБ–99/2009. Санитарные правила и нормативы [Электронный ресурс]: СанПиН 2.6.1.2523-09. – 87 с. – URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_90936/ (дата обращения: 20.03.2021).

REFERENCES

- [1] Elohin A.P. Metody i sredstva sistem radiacionnogo kontrolya okruzhayushchej sredy [Methods and Tools of Environmental Radiation Monitoring Systems]/ Monografiya. Izdatel'stvo M.: NIYAU MIFI [NRNU Publishing House], 2014, 520 p. (in Russian).
- [2] Bublikova I.A., Berezina E.A., Handurina E.S. Analiz vliyaniya Rostovskoj AES na sodержanie ¹³⁷CS v prirodnyh ob'ektah tridcatikilometrovoy zony [Analysis of Rostov NPP Influence on ¹³⁷CS Content in Natural Objects of Thirty-Kilometer Zone]//Global'naya yadernaya bezopasnost'[Global Nuclear Safety] (oficial'nyj sajt zhurnala - <http://gns.mephi.ru>), 2014. № 3 (12). – P. 5-10 (in Russian).
- [3] Bublikova I.A. Analiz vliyaniya Rostovskoj AES na dinamiku sodержaniya ⁶⁰CO v poverhnostnom sloe pochvy territorii razmeshcheniya [Analysis of Rostov NPP Influence on Dynamics of the ⁶⁰CO Content in the Surface Soil Layer of the Industrial Area]//Global'naya yadernaya

- bezopasnost'[Global Nuclear Safety] (oficial'nyj sajt zhurnala - <http://gns.mephi.ru>), 2015. - № 4 (17). P. 7–14 (in Russian).
- [4] Bublikova I.A., Cuverkalova O.F. Analiz dinamiki radiacionnyh faktorov territorii razmeshcheniya Rostovskoj AES [Analysis of Dynamics of Radiation Factors in the Territory Where the Rostov NPP is Located] //Global'naya yadernaya bezopasnost'[Global Nuclear Safety] (oficial'nyj sajt zhurnala -<http://gns.mephi.ru>), 2019, 3(32), P. 24-32 (in Russian)
- [5] Bublikova I.A., Aksenova K.S. Analiz dinamiki sodержaniya radionuklidov v produktah pitaniya, vyrashchennyh v zone nablyudeniya Rostovskoj AES [Analysis of the Radionuclide Content Dynamics in Food Products Grown in the Observation Area of the Rostov NPP]//Sistemy obespecheniya tekhnosfernoj bezopasnosti: materialy VI Vserossijskoj konferencii i shkoly dlya molodyh uchenyh (s mezhdunarodnym uchastiem), g. Taganrog 4-5 oktyabrya 2019 g. [Technosphere Safety Systems: Materials of the VI All-Russian Conference and School For Young Scientists (with international participation), Taganrog, October 4-5, 2019] – Rostov-na-Donu: Izd-vo YUFU [Rostov-on-Don: South Federal University Publishing House], 2019. P. 65-66 (in Russian).
- [6] Bublikova I.A., Aksenova K.S. Modelirovanie nakopleniya radiacionnyh faktorov v produktah pitaniya, vyrashchennyh na territorii razmeshcheniya Rostovskoj AES [Modeling the Accumulation of Radiation Factors in Food Products Grown on Rostov NPP Territory]// Sovremennye tekhnologii i avtomatizaciya v tekhnike, upravlenii i obrazovanii: sbornik trudov II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Balakovo, 18 dekabrya 2019 g.[Modern Technologies and Automation in Engineering, Management and Education: Collection of Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference, Balakovo, December 18, 2019 – Moskva [Moscow], 2020. P. 81-84 (in Russian).
- [7] I.A. Bublikova, O.F. Tsuverkalova and K.S. Aksenova Analysis of the Rostov NPP Operation Impact on the Radiation Factors of the Atmospheric Air in the Location Area // Journal of Physics: Conference Series. – 1701 012020. (in English).
- [8] Federal'naya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchej sredy / Nauchnoпроизводственное об"единение «Тайфун» [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring / Research and Production Association "Typhoon"] // Radiacionnaya obstanovka na territorii Rossiii i sopredel'nyh gosudarstv v 2009 godu [Radiation Situation on the Territory of Russia and Neighboring States in 2009] [Elektronnyj resurs]. - Obninsk, 2010. – 199 p. – Rezhim dostupa: <http://egasmro.ru/ru/data/overall/anrep/radsituation> (in Russian).
- [9] Federal'naya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchej sredy / Nauchnoпроизводственное об"единение «Тайфун» [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring / Research and Production Association "Typhoon"] // Radiacionnaya obstanovka na territorii Rossiii i sopredel'nyh gosudarstv v 2010 godu [Radiation Situation on the Territory of Russia and Neighboring States in 2010] [Elektronnyj resurs]. - Obninsk, 2011. – 240 p. – Rezhim dostupa: <http://egasmro.ru/ru/data/overall/anrep/radsituation> (in Russian).
- [10] Federal'naya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchej sredy / Nauchnoпроизводственное об"единение «Тайфун» [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring / Research and Production Association "Typhoon"] // Radiacionnaya obstanovka na territorii Rossiii i sopredel'nyh gosudarstv v 2011 godu [Radiation Situation on the Territory of Russia and Neighboring States in 2011] [Elektronnyj resurs]. - Obninsk, 2012. – 247 p. – Rezhim dostupa: <http://egasmro.ru/ru/data/overall/anrep/radsituation> (in Russian).
- [11] Federal'naya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchej sredy / Nauchnoпроизводственное об"единение «Тайфун» [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring / Research and Production Association "Typhoon"] // Radiacionnaya obstanovka na territorii Rossiii i sopredel'nyh gosudarstv v 2012 godu [Radiation Situation on the Territory of Russia and Neighboring States in 2012] [Elektronnyj resurs]. - Obninsk, 2013. – 220 p. – Rezhim dostupa: <http://egasmro.ru/ru/data/overall/anrep/radsituation> (in Russian).
- [12] Federal'naya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchej sredy / Nauchnoпроизводственное об"единение «Тайфун» [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring / Research and Production Association "Typhoon"] // Radiacionnaya obstanovka na territorii Rossiii i sopredel'nyh gosudarstv v 2013 godu [Radiation Situation on the Territory of Russia and Neighboring States in 2013] [Elektronnyj resurs]. - Obninsk, 2014. – 223 p. – Rezhim dostupa: <http://egasmro.ru/ru/data/overall/anrep/radsituation> (in Russian).
- [13] Federal'naya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchej sredy / Nauchnoпроизводственное об"единение «Тайфун» [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring / Research and Production Association "Typhoon"] // Radiacionnaya obstanovka na territorii Rossiii i sopredel'nyh gosudarstv v 2014 godu [Radiation Situation on the Territory of Russia and Neighboring States in 2014] [Elektronnyj resurs]. - Obninsk, 2015. – 233 p. – Rezhim dostupa: <http://egasmro.ru/ru/data/overall/anrep/radsituation> (in Russian).

- [14] Federal'naya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchej sredy / Nauchnoпроизводственное об"единение «Тайфун» [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring / Research and Production Association "Typhoon"] // Radiacionnaya obstanovka na territorii Rossiii i sopredel'nyh gosudarstv v 2015 godu [Radiation Situation on the Territory of Russia and Neighboring States in 2015] [Elektronnyj resurs]. - Obninsk, 2016. – 225 p. – Rezhim dostupa: <http://egasmro.ru/ru/data/overall/anrep/radsituation> (in Russian).
- [15] Federal'naya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchej sredy/ Nauchnoпроизводственное об"единение «Тайфун» [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring / Research and Production Association "Typhoon"] // Radiacionnaya obstanovka na territorii Rossiii i sopredel'nyh gosudarstv v 2016 godu [Radiation Situation on the Territory of Russia and Neighboring States in 2016] [Elektronnyj resurs]. - Obninsk, 2017. – 232 p. – Rezhim dostupa: <http://egasmro.ru/ru/data/overall/anrep/radsituation> (in Russian).
- [16] Federal'naya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchej sredy / Nauchnoпроизводственное об"единение «Тайфун» [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring / Research and Production Association "Typhoon"] // Radiacionnaya obstanovka na territorii Rossiii i sopredel'nyh gosudarstv v 2017 godu [Radiation Situation on the Territory of Russia and Neighboring States in 2017] [Elektronnyj resurs]. - Obninsk, 2018. – 240 p. – Rezhim dostupa: <http://egasmro.ru/ru/data/overall/anrep/radsituation> (in Russian).
- [17] Federal'naya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchej sredy / Nauchnoпроизводственное об"единение «Тайфун» [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring / Research and Production Association "Typhoon"] // Radiacionnaya obstanovka na territorii Rossiii i sopredel'nyh gosudarstv v 2018 godu [Radiation Situation on the Territory of Russia and Neighboring States in 2018] [Elektronnyj resurs]. - Obninsk, 2019. – 228 p. – Rezhim dostupa: <http://egasmro.ru/ru/data/overall/anrep/radsituation> (in Russian).
- [18] Federal'naya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchej sredy / Nauchnoпроизводственное об"единение «Тайфун» [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring / Research and Production Association "Typhoon"] // Radiacionnaya obstanovka na territorii Rossiii i sopredel'nyh gosudarstv v 2019 godu [Radiation Situation on the Territory of Russia and Neighboring States in 2019] [Elektronnyj resurs]. - Obninsk, 2020. – 237 p. – Rezhim dostupa: <http://egasmro.ru/ru/data/overall/anrep/radsituation> (in Russian).
- [19] Federal'naya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchej sredy / Nauchnoпроизводственное об"единение «Тайфун» [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring / Research and Production Association "Typhoon"] // Radiacionnaya obstanovka na territorii Rossiii i sopredel'nyh gosudarstv v 2020 godu [Radiation Situation on the Territory of Russia and Neighboring States in 2020] [Elektronnyj resurs]. - Obninsk, 2021. – 229 p. – Rezhim dostupa: <http://egasmro.ru/ru/data/overall/anrep/radsituation> (in Russian).
- [20] Arhiv pogody v Cimlyanske [Weather Archive in Tsimlyansk] [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https-ru-arhiv-pogody-v-cimlyanske>, svobodnyj – (reference date: 22.09.2019) (in Russian).
- [21] Otchety po ekologicheskoj bezopasnosti Rostovskoj AES [Reports on Environmental Safety of Rostov NPP] [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: http://rosenergoatom.ru/stations_projects/sayt-rostovskoy-aes/bezopasnost-iekologiya/ekologicheskie-otchety/ (reference date: 20.02.2020) (in Russian).
- [22] Normy radiacionnoj bezopasnosti NRB – 99/2009. Sanitarnye pravila i normativy [Standards of Radiation Safety NRB-99/2009. Sanitary Rules and Regulations] [Elektronnyj resurs]: SanPiN 2.6.1.2523-09. – 87 s. – Rezhim dostupa: <http-www-consultant-ru-document-cons-doc-law-90936> (reference date: 20.03.2021) (in Russian).

Analysis of the Rostov NPP Operation Influence ON Radiation Factors of Industrial Area Atmospheric Air

I.A. Bublikova¹, O.F. Tsuverkalova², K.S. Aksenova³

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University “MEPhI”,
Lenin St., 73/94, Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360*

¹ORCID iD: 0000-0002-4857-5271

e-mail: IABublikova@mephi.ru

²ORCID iD: 0000-0001-6304-4498

WoS Researcher ID: J-8183-2016

e-mail: ofttsuverkalova@mephi.ru

³*e-mail: kseniya26.08.2014@gmail.com*

Abstract – The operation of radiation hazardous facilities is currently the subject of discussion and controversy about their safety. The study of the influence of the operation of the Rostov NPP on the radiation factors of the atmospheric air of its location is carried out by the method of regression-correlation analysis. The work used the results of state monitoring of the radiation situation (monthly average and maximum monthly values) from January 2009 to December 2020 and the meteorological characteristics of the atmosphere at the NPP industrial site. The relationship between the investigated parameters in the mode of scheduled preventive maintenance, as well as in the overhaul period, is not established.

Keywords: RHF operation, total β -activity, atmospheric fallouts, precipitation, wind direction stability, location area, preventive maintenance, Rostov NPP, atmosphere.