

*А.В. Звягинцева<sup>1,2</sup>, Р.С. Добрынин<sup>2</sup>, М.В. Вербицкая<sup>1</sup>*

## **РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЕ НАСЕЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ НОВОВОРОНЕЖСКОЙ АЭС**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

<sup>2</sup>ФГКВООУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

**Резюме.** Рассмотрены вопросы безопасности функционирования атомных электрических станций на конкретном примере Нововоронежской АЭС. Осуществлен анализ систем мониторинга и систем безопасности действующих в санитарно-защитной зоне АЭС. Проведен анализ выбросов вредных веществ в атмосферный воздух и образования отходов производства и потребления Нововоронежский АЭС в динамике 2011 -2015 гг. (тонн/ год). В статье показана разработка мероприятий и режимов поведения по радиационной защите населения и персонала АЭС при радиационной аварии

**Ключевые слова:** радиационная защита, радиационно-опасные объекты, защитные мероприятия, окружающая природная среда, выбросы, отходы производства и потребления АЭС.

**Актуальность.** Атомная энергетика в целом и АЭС относятся к экологическим энергетическим и экономическим ресурсам человечества в отличие от углеводородного сырья. Несмотря на потенциальную опасность радиационно-опасных объектов, альтернативной полноценной их замены на ближайшее время не существует и поэтому вопросы надежности и безопасности функционирования АЭС, гарантия экологической охраны окружающей природной среды (ОПС) будут оставаться приоритетными, пока работают данные источники энергии. Поэтому разработка мероприятий по безопасности окружающей природной среды и радиационной защите населения по двум основным направлениям по усовершенствованию технологического регламента АЭС и гарантия стабильной геополитической обстановки в районе функционирования. В России функционирует более 700 радиационно-опасных объектов, в том числе атомные электростанции (рис. 1), являющиеся потенциально-опасными объектами по выработке энергии. Список АЭС России, действующих на начало 2015 года: Белоярская (начало эксплуатации – 1964 г.); Нововоронежская АЭС (1964 г.); Кольская АЭС (1973 г.); Ленинградская (1973 г.); Билибинская (1974 г.); Курская (1976 г.).

Смоленская (1982 г.); Калининская АЭС (1984 г.); Балаковская (1985 г.); Ростовская (2001 г.). Расположение практически всех действующих атомных электростанций в районах с высокой плотностью населения, так например в 30-километровой зоне от АЭС проживает около 4 млн. человек, это осложняет работу по обеспечению безопасности населения и ОПС.

Анализ статистических данных по инцидентам на АЭС [1-3], свидетельствует, что основными причинами аварий на атомных станциях являются:

- нарушения технологической дисциплины оперативным персоналом АС и недостатки в его профессиональной подготовке;

- низкий уровень внимания и требовательности со стороны министерств и ведомств, организаций и учреждений, ответственных за обеспечение безопасности АС на этапах проектирования, строительства и эксплуатации.

На территории Воронежской области находится «Нововоронежская атомная электрическая станция» (НВ АЭС), которая является ядерно- и радиационно-опасным объектом, основной миссией которой выработка электрической энергии для потребителей. НВАЭС является филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Российский государственный концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях «Росэнергоатом» Министерства РФ по атомной энергии.

Всего на НВАЭС построено 5 энергоблоков с ядерными паропроизводящими установками с корпусными энергетическими реакторами типов: ВВЭР-210 (проект В-1), ВВЭР-365 (проект В-3М), ВВЭР-440 (проект В-179), ВВЭР-1000 (проект В-187), работающий на тепловых нейтронах [1]. Расстояние до города - спутника Нововоронеж – 3,5 км, показан на рис. 1. НВАЭС по состоянию на 2018 год вырабатывает электроэнергию на 85 % удовлетворяет спрос г. Воронежа и Воронежской области в энергии.



Рис. 1. Карта действующих, строящихся и перспективных атомных станций

В эксплуатации находятся три энергоблока (3, 4, 5) суммарной мощностью 1834 МВт. Первый и второй энергоблоки в настоящее время выведены из эксплуатации и находятся в режиме консервации.

Действующие энергоблоки введены в эксплуатацию:

- третий энергоблок - декабрь 1971 г.;
- четвертый энергоблок - декабрь 1972 г.;
- пятый энергоблок - май 1980 г.

27 февраля 2017 г. энергоблок №1 Нововоронежской АЭС-2 (блок №6 НВ АЭС) был введен в промышленную эксплуатацию. Проект однотипных энергоблоков № 6 и № 7 НВАЭС относится к так называемому «поколению 3+». Хотя сооружение новых энергоблоков началось в 2007 году, их системы безопасности полностью соответствуют требованиям Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), разработанным после японской аварии и призванным предотвратить

подобные инциденты. В ноябре 2016 года на НВАЭС произошел отказ электрогенератора шестого энергоблока во время испытаний.

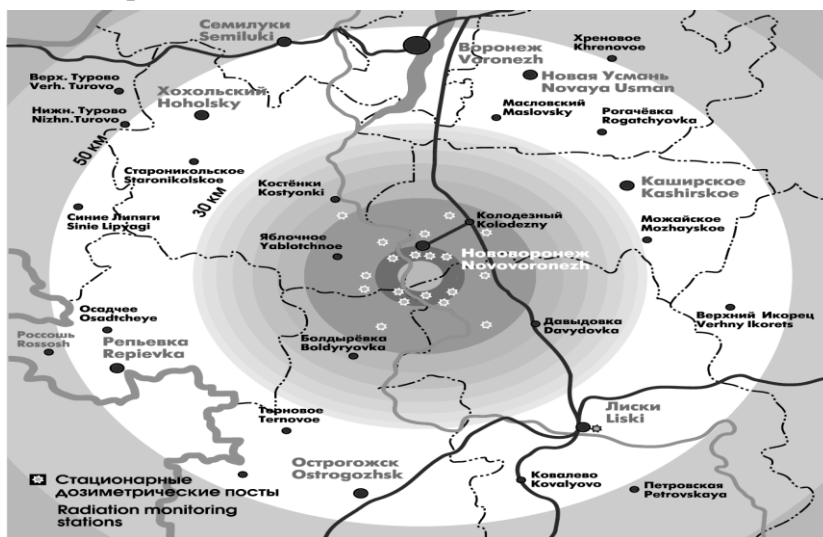
Система защиты работала в штатном режиме, энергоблок отключился от сети. Экспертная комиссия выяснила, что наиболее вероятной причиной инцидента стало короткое замыкание на электротехническом оборудовании. Опасности для реактора не могло даже возникнуть. Так работают пассивные системы безопасности - для их запуска не нужно вмешательство человека. Над входом в небольшое здание на пересечении улиц Курчатова и Космонавтов в центре Нововоронежа висит небольшой экран с красными цифрами. Как правило, эта цифра — 7,6, 8 или 9. Время от времени она становится двузначной, но редко забирается дальше «десятки». Это - радиационный фон по данным датчика на лаборатории внешнего радиационного контроля. По данным Воронежского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды радиационный фон в Воронежской области в январе 2017 год держался в пределах от 8 до 13 мкР/час. Руководящие и нормативные документы МЧС РФ обязывают проверять участки особенно тщательно, где изменения гамма-фона выявили превышение значения 20 мкР/час более чем в полтора раза. В итоге - радиационный фон на объектах Нововоронежской АЭС не превышает значений естественного природного фона. Непрерывный радиационный мониторинг 30-ти километровой санитарно-защитной зоны и зоне наблюдения вокруг Нововоронежской АЭС проводится в 20-ти точках датчиками автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО), установленных в 13-ти населенных пунктах, которые являются местами расположения стационарных дозиметрических постов [2, 3]. Собственный сервер лаборатории внешнего радиационного контроля собирает и обрабатывает информацию с трех десятков постов дозиметрического контроля, расположенных в самом Нововоронеже, и его окрестностях. Если данные АСКРО вдруг выйдут за пределы нормативных значений, то вводится протокол действий на этот случай, и знают его в лаборатории четко. Он аналогичен военной инструкции: доложить непосредственному начальнику, уведомить руководство станции и ситуационно-кризисный центр «Росатома», а в дальнейшем действовать в строгом соответствии с полученными распоряжениями.

Контроль в радиусе до 30 км содержания радионуклидов в осадках, почве и растительности, в сельскохозяйственной продукции: мясе, пшеницы, картофеля, сахарной свеклы на 33 стационарных дозиметрических поста.

В рамках системы контроля окружающей среды по сбросам веществ общепромышленной классификации контролируются выбросы среды, как на АЭС, так и во вспомогательных производствах, регламентированных документами [3]. Окружающая среда на Нововоронежской АЭС и вокруг нее контролируется также независимыми органами санитарно-эпидемиологического надзора и охраны окружающей среды России, а также необходимостью мониторинга опасных природных явлений, которые могут влиять на устойчивость функционирования потенциального опасного объекта [4, 5]. Мониторинг стихийных бедствий

конвективного происхождения по данным дистанционного зондирования с метеорологических космических аппаратов рассмотрен в монографии [4], а прогнозирование опасных метеорологических явлений в определении характера и масштабов стихийных бедствий показано в монографии [5]. Измерениями радиационного фона работа лаборатории не ограничивается. В год ее специалисты делают более 50 тыс. проб: вентиляционные выбросы, вода из пруда-охладителя пятого энергоблока, воздух и атмосферные осадки, артезианская вода, почва, продукты питания. С помощью этих исследования специалисты НВАЭС могут обнаружить даже следы инцидентов, никак не связанных с работой самой станции. Способы контроля радиационного фона представлены на рис. 3.

Согласно нормативным и руководящим документам, классификация радиоактивных отходов, относит все элементы и вещества, содержащие радионуклиды, независимо от агрегатного состояния. Выброс ВЗВ с 2011 по 2015 год не превышает норму. Динамика образования отходов увеличилось в связи с расширением АЭС, рис. 2. Увеличение массы сброса сухого остатка можно объяснить испарением охлаждающей воды, т.е. происходит концентрирование солей и увеличение их концентрации в сточной воде.



**Рис. 3. Санитарно-защитная 30-километровая зона Нововоронежской АЭС и места расположения стационарных дозиметрических постов**

Предупреждение негативного воздействия на ОПС потенциально-опасного объекта экономики Нововоронежской АЭС является основой приоритетных действий, направленных на предупреждение опасных экологических факторов, оказывающих негативное воздействие на население. и окружающую среду. Схема кругооборота загрязняющих веществ, выбросов, сбросов от атомных электростанций, представлена на рис. 4.



Рис. 3. Системы контроля радиационного фона Нововоронежской АЭС

Выброс ВЗВ с 2011 по 2015 год не превышает норму (рис. 5, 6). Динамика образования отходов увеличилась в связи с расширением АЭС. Увеличение массы сброса сухого остатка можно объяснить испарением охлаждающей воды, происходит концентрирование солей и увеличение их концентрации в сточной воде. Увеличение сульфатов можно объяснить производством химобессоленной воды, необходимой для подпитки блоков Нововоронежской АЭС.



Рис. 4. Выявление негативных факторов влияния НВАЭС на окружающую среду

Увеличение фосфатов можно объяснить тем, что для уменьшения образования карбонатных отложений и коррозии материалов оборудования применяется реагент «Активфос», в результате чего в сточной воде образуются фосфаты. Увеличение содержания нитратов можно объяснить тем, что для регенерации ионитов в БОУ

(блочной обессоливающей установке) используется раствор азотной кислоты, в результате чего в сточной воде образуются нитраты.

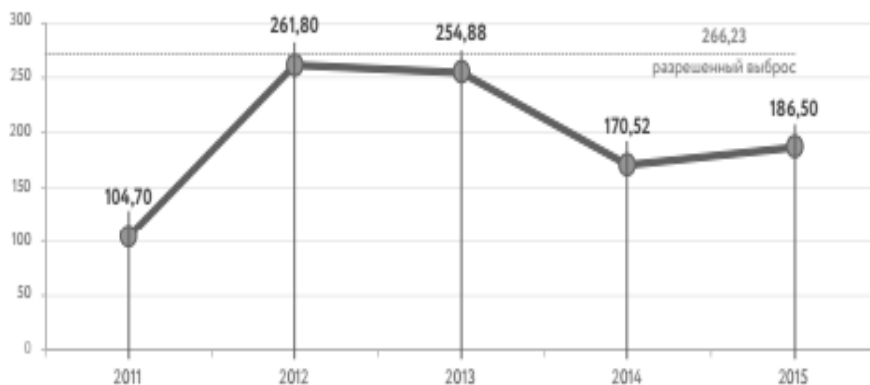


Рис. 5. Выброс вредных веществ в атмосферный воздух в динамике 2011 -2015 гг. (тонн/ год)

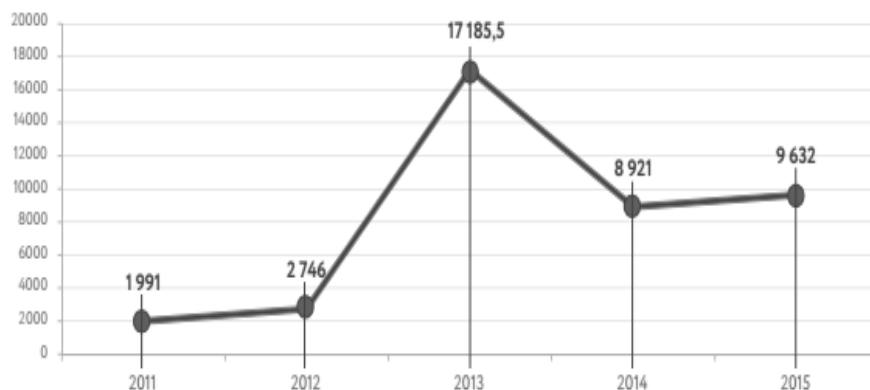


Рис. 6. - Динамика образования отходов производства и потребления Нововоронежский АЭС 2011 -2015 гг. (тонн/ год)

Основные мероприятия по улучшению ОПС, осуществляемые на радиационно-опасном объекте Нововоронежская АЭС

Важным и открытым вопросом является разработка мероприятий, связанных с обеспечением безопасности населения при возможной аварии на радиационно-опасном объекте Нововоронежская АЭС. Высокая степень безопасности АЭС России обеспечена множеством факторов. Основные из них – это принцип самозащитности реакторной установки, наличие нескольких барьеров безопасности и многократное дублирование каналов безопасности.

Рассмотрим наиболее важные мероприятия, связанные с радиационной защитой населения при возможной аварии на Нововоронежской АЭС:

1. Проведение эвакуации персонала и членов их семей из г. Нововоронежа. Мероприятия на эвакуацию персонала НВ АЭС и членов их семей включают:
  - приведение в готовность эвакуационной комиссии.
  - выдача СИЗ, всему персоналу НВ АЭС и населению г. Нововоронежа;
  - организация эвакуации персонала АЭС и членов их семей в район эвакуации;

- выезд оперативной группы по размещению в район эвакуации;
- уточнение основных данных о видах эвакуации и количестве подлежащего эвакуации персонала и членов их семей с НВ АЭС в г. Новovorонеж и далее в район эвакуации;
- распределение на ППЭ персонала НВ АЭС для расселения в населенных пунктах района эвакуации АС по цехам, отделам, санитарная обработка и пересадка на «чистый» транспорт. С НВ АЭС и других организаций, расположенных в СЗЗ эвакуировать.
- размещение персонала АС и членов их семей в районе эвакуации, учет и регистрация в районе эвакуации.

2. Проведение йодной профилактики персоналу НВ АЭС и формирований ГО.

3. Вывод из аварийной зоны и укрытие в защитных и приспособленных производственных и служебных зданиях персонала, не участвующего в ликвидации последствий аварии;

4. Выдача средств индивидуальной защиты населению и персоналу АЭС.

**Выводы.** Для понимания персоналом целей, основных принципов и обязательств Новovorонежской АЭС в области охраны окружающей среды, рационального использования природных ресурсов и обеспечения экологической безопасности, руководство определило Экологическую политику Новovorонежской АЭС, как приоритетную и стратегическую задачу предприятия. Результаты контроля и экологического мониторинга подтверждают, что деятельность Новovorонежской АЭС не ведет к загрязнению компонентов окружающей среды, водных экосистем пруда-охладителя 5-го энергоблока Новovorонежской АЭС и прилегающего к нему участка реки Дон. В настоящее время происходит этап в реализации реабилитационных мероприятий на радиационно-дестабилизированных территориях. Постановлением Правительства РФ от 29 июня 2011 г. №523 утверждена представленная МЧС России Федеральная целевая программа (ФЦП) «Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2018 года».

**Литература.**

1. Воробьев Ю.Л. В свете концепции национальной безопасности Российской Федерации. Информационный сборник № 1 ЦСИ ГЗ МЧС России, 2000. – 104 с.
2. Автоматизированная информационно-управляющая система Российской системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях. Эскизно-технический проект. — М.: НИИ «Восход» Комитета РФ по информатизации, 2004.- 56 с.
3. Безопасность атомных станций под руководством РОСЭНЕРГОАТОМ и ВНИИАЭС, 2005.
4. Звягинцева А.В. Мониторинг стихийных бедствий конвективного происхождения по данным дистанционного зондирования с метеорологических космических аппаратов: монография / А.В. Звягинцева, А.Н. Неижмак, И.П. Расторгуев. Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2013. 162 с.
5. Звягинцева А.В., Расторгуев И.П., Соколова Ю.П. Прогнозирование опасных метеорологических явлений в определении характера и масштабов стихийных бедствий» под общ. ред. И.П. Расторгуева. (монография) Воронеж: ГОУВПО «ВГТУ», 2009, 247 с.

*Abstract.*

*A. V. Zvyagintseva<sup>1,2</sup>, R.S. Dobrynin<sup>2</sup>, M.V. Verbitskaya<sup>1</sup>*

**DEVELOPMENT OF ACTIONS FOR SAFETY OF THE ENVIRONMENT AND RADIATION PROTECTION OF THE POPULATION FOR EXAMPLE, NOVOVORONEZH NPP**

<sup>1</sup>*Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia;*

<sup>2</sup>*Air Force Academy named after professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin Voronezh, Russia*

The questions of safety of functioning of nuclear power plants on a concrete example of Novovoronezh NPP are considered. The analysis of monitoring systems and safety systems operating in the sanitary protection zone of nuclear power plants. The analysis of emissions of harmful substances into atmospheric air and generation of production and consumption wastes of Novovoronezh NPP in 2011 - 2015 dynamics (tons/ year) is carried out. The article shows the development of measures and modes of behavior for the radiation protection of the population and personnel of nuclear power plants in a radiation accident

**Keywords:** radiation protection, radiation dangerous objects, protective measures, environment, emissions, waste production and consumption of nuclear power plants.

**References.**

1. Vorobyov Yu.L. In the light of the concept of national security of the Russian Federation. Information collection No. 1 TsSI of GZ Emercom of Russia, 2000. – 104 pages.

2. The automated management information system of the Russian system of prevention and actions in emergency situations. Outline engineering design. — M.: Scientific Research Institute Voskhod of Committee of the Russian Federation on informatization, 2004. - 56 pages.

3. Safety of nuclear power plants under the direction of ROSENERGOATOM and VNIIAES, 2005.

4. Zvyagintseva A.V. Monitoring of natural disasters of convective origin according to remote sensing from meteorological spacecrafts: monograph / A.V. Zvyagintseva, A.N. Neizhmak, I.P. Rastorguyev. Voronezh: FGBOU VPO "The Voronezh state technical university", 2013. 162 pages.

5. Zvyagintseva A.V., Rastorguyev I. P., Sokolova Yu.P. Forecasting of the dangerous meteorological phenomena in determination of character and scales of natural disasters" under a general edition of I.P. Rastorguyev. (monograph) Voronezh: GOUVPO of "VGTU", 2009, 247 pages.

**Сведения об авторах:** А.В. Звягинцева ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил; Р.С. Добрынин – ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»; М.В. Вербицкая – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет».