

37. Юлдашев Р.Т. Дым и пламя огневого страхования//Финансовый бизнес. - 2014. № 5. с.32-42  
38. Юлдашев Р.Т. Обязательное страхование жилья - новое ОСАГО? //Финансовый бизнес. - 2012. № 4 (159). с. 11-21

### Сведения об авторах

**Акимов Валерий Александрович**, профессор, заслуженный. деятель науки РФ, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), гл. н. с. 121352, Москва, ул. Давыдовская, 7. e-mail: akimov@vniigochs.ru SPIN-код: 8120-3446

**Рогожин Евгений Александрович**, профессор, ИФЗ РАН, гл.н.с. 123242, Москва, ул. Большая Грузинская, д. 10 e-mail: eurog@ifz.ru

**Цыганов Александр Андреевич**, профессор, ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», рук. департамента страхования и экономики социальной сферы. 125993, Москва, Ленинградский проспект, 49. e-mail: aatsiganov@fa.ru SPIN-код: 3435-0871

УДК 621.039

DOI: 10.36535/0869-4176-2020-06-12

## О СОЗДАНИИ И РАЗВИТИИ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ ОТ УГРОЗ РАДИАЦИОННОГО ХАРАКТЕРА

**Кандидат физ.-мат. наук С.Л. Гаврилов, В.А. Пантелеев, А.Е. Пименов,  
доктор техн. наук М.Д. Сегаль, А.А. Таранов, С.А. Шикин  
Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН**

*Рассмотрены вопросы создания, построения и развития комплексной системы мониторинга состояния защиты населения от радиационной опасности (КСМ-ЗН). Приведена обобщенная схема построения и функционирования КСМ-ЗН, показано как с помощью методологии вероятностного анализа безопасности ОИАЭ (ВАБ-3 ОИАЭ) можно оценить и повысить эффективность КСМ-ЗН.*

**Ключевые слова:** защита, радиация, мониторинг, ЧС радиационного характера, вероятностный анализ безопасности, ВАБ-3 ОИАЭ, КСМ-ЗН.

## ON THE ESTABLISHMENT AND DEVELOPMENT OF AN INTEGRATED MONITORING SYSTEM FOR THE STATE OF PROTECTION OF THE POPULATION AND TERRITORIES FROM RADIATION THREATS

**Ph.D. (Phys.-Mat.) S.L. Gavrillov, V.A. Panteleev, A.E. Pimenov  
Dr. (Tech.) M.D. Segal, A.A. Taranov, S.A. Shikin  
Nuclear Safety Institute of the Russian Academy of Sciences (IBRAE RAN)**

*The issues of establishment, generation and further development of an Integrated Monitoring System for the state of Protection of the Population from radiation threats are considered (IMS-PP). A generalized scheme of the IMS-PP generation and operation is provided. Opportunities to evaluate and improve performance of the IMS-PP using the methodology of Probabilistic Safety Analysis of Nuclear Power Facilities (PSA Level 3 NPF) are demonstrated.*

**Keywords:** protection, radiation, monitoring, radiation emergencies, probabilistic safety analysis, PSA Level 3 NPF, IMS-PP.

Атомная энергетическая отрасль России в настоящее время включает в себя более 500 предприятий и организаций, на которых работают более 200 тысяч сотрудников. Правительственная стратегия предусматривает выделение атомной промышленности в качестве одной из так называемых прорывных высокотехнологических отраслей, на которых должны быть сконцентрированы существенные финансовые, организационные и прочие ресурсы.

В международном сообществе приняты единые подходы и методы обеспечения безопасности при использовании атомной энергетики. Эти подходы закреплены в ряде международных соглашений, в которых участвует Россия.

Мониторинг радиационной обстановки в соответствии с российскими и международными руководящими документами является неотъемлемой частью обеспечения радиационной безопасности населения, территорий и информационного обеспечения задач аварийного реагирования [1,2].

В России базой системы технического регулирования в сфере использования атомной энергии, а также защиты населения являются Федеральный закон "Об использовании атомной энергии" от 21.11.1995 № 170-ФЗ (с изменениями на 26 июля 2019 года) и Федеральный закон от 21.12.94 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (в ред. от 11.02.2013).

Кроме того, наряду с совершенствованием законодательной базы в области радиационной безопасности в России реализованы и продолжают реализовываться Федеральные целевые программы (ФЦП), направленные на обеспечение радиационной безопасности населения в регионах размещения ядерно и радиационно опасных объектов и территорий, подвергнувшихся радиационному загрязнению в результате аварий.

Анализ итогов выполнения указанных выше ФЦП показывает, что проблема преодоления последствий радиационных аварий носит долговременный характер, и требует продолжения осуществления защитных и реабилитационных мероприятий.

Это обуславливает актуальность создания и развития существующих систем радиационного мониторинга за состоянием защиты населения на территориях с ядерно и радиационно опасными объектами и территорий подвергнувшихся радиационному загрязнению в результате аварий.

Комплексные системы мониторинга и защиты населения (КСМ-ЗН), основной составной частью которых, являются территориальные автоматизированные системы контроля радиационной обстановки (АСКРО), предназначены для мониторинга уровня безопасности населения, проживающего как на радиоактивно загрязненных территориях, так и на территориях потенциально опасных с точки зрения ЧС радиационного характера, обеспечения населения своевременной информацией о радиационной обстановке в местах проживания и поддержки принятия решений при ЧС радиационного характера, что позволяет поддерживать высокий уровень безопасности населения в оперативном режиме за счет своевременного и адекватного реагирования на аварийные ситуации.

Основным назначением КСМ-ЗН является контроль радиационной обстановки и информационная поддержка деятельности территориальных и федеральных органов исполнительной власти по обеспечению радиационной безопасности.

Системы КСМ-ЗН в перспективе должны входить в состав Единой государственной автоматизированной системы мониторинга радиационной обстановки (ЕГАСМРО), нормативной базой, для которой являются 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» и 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

На ЕГАСМРО возложено обеспечение систематического представления соответствующей оперативной информации в органы государственной власти, органы управления использованием атомной энергии, органы государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии, организации для принятия необходимых мер по предотвращению или снижению радиационного воздействия на территории Российской Федерации.

Работа ЕГАСМРО организована и регулируется в соответствии с постановлениями Правительства Российской Федерации от 06.06.2013 № 477 "Об осуществлении государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды" и от 10.07.2014 № 639 "О государственном мониторинге радиационной обстановки на территории Российской Федерации".

В настоящее время в Российской Федерации функционируют 29 территориальных подсистем мониторинга радиационной обстановки, из которых 19 подсистем комплексной системы мониторинга состояния защиты населения и территорий от угроз радиационного характера (КСМ-ЗН) МЧС России и 10 подсистем органов государственной власти субъектов Российской Федерации. Ряд этих систем уже интегрирован в ЕГАСМРО, остальные должны быть интегрированы в ближайшее время.

В общем виде подсистема КСМ-ЗН состоит из стационарных постов радиационного контроля (ПРК), установленных в населенных пунктах, и центра сбора и обработки информации (ЦСОИ), находящегося, как правило, в административном центре в Главном управлении МЧС России. Передача данных от постов контроля в ЦСОИ может осуществляться как по проводным, так и беспроводным каналам связи, например сотовым. Применение конкретного вида связи для конкретного поста зависит от конкретных технических возможностей на местах. В последнее время начинают все более широко использоваться проводные и оптические сети широкополосного доступа по открытым каналам Интернет.

Кроме того, в системы входят и мобильные посты радиационного контроля на базе передвижных радиометрических лабораторий [3].

Посты радиационного контроля с периодичностью, определяемой принятым регламентом, посылают данные об измеренной мощности дозы гамма-излучения на сервер ЦСОИ, где они записываются в базу данных. На рабочих станциях, подключенных к серверу, установлено программное обеспечение для визуализации измеренных данных, как в режиме реального времени, так и за любой прошедший период. Для удобства и наглядности данные представляются на географической подложке с использованием геоинформационных систем (ГИС). Как правило, при нормальной радиационной обстановке данные передаются один раз в час, но при повышении радиационного фона период передачи может автоматически сократиться до 10-ти минут и менее.

Обобщенная схема КСМ-ЗН представлена на рис. 1.

Как правило, посты контроля территориальной АСКРО измеряют мощность AMBIENT-эквивалента дозы гамма-излучения в местах установки блоков детектирования в диапазоне  $0,1 \div 10^7$  мкЗв/ч с основной относительной погрешностью не более  $\pm 25\%$ .

На ряде постов контроля установлены автоматические метеостанции, показания которых используются для расчетов и прогнозов распространения радиоактивных выбросов в случае аварийных ситуаций.

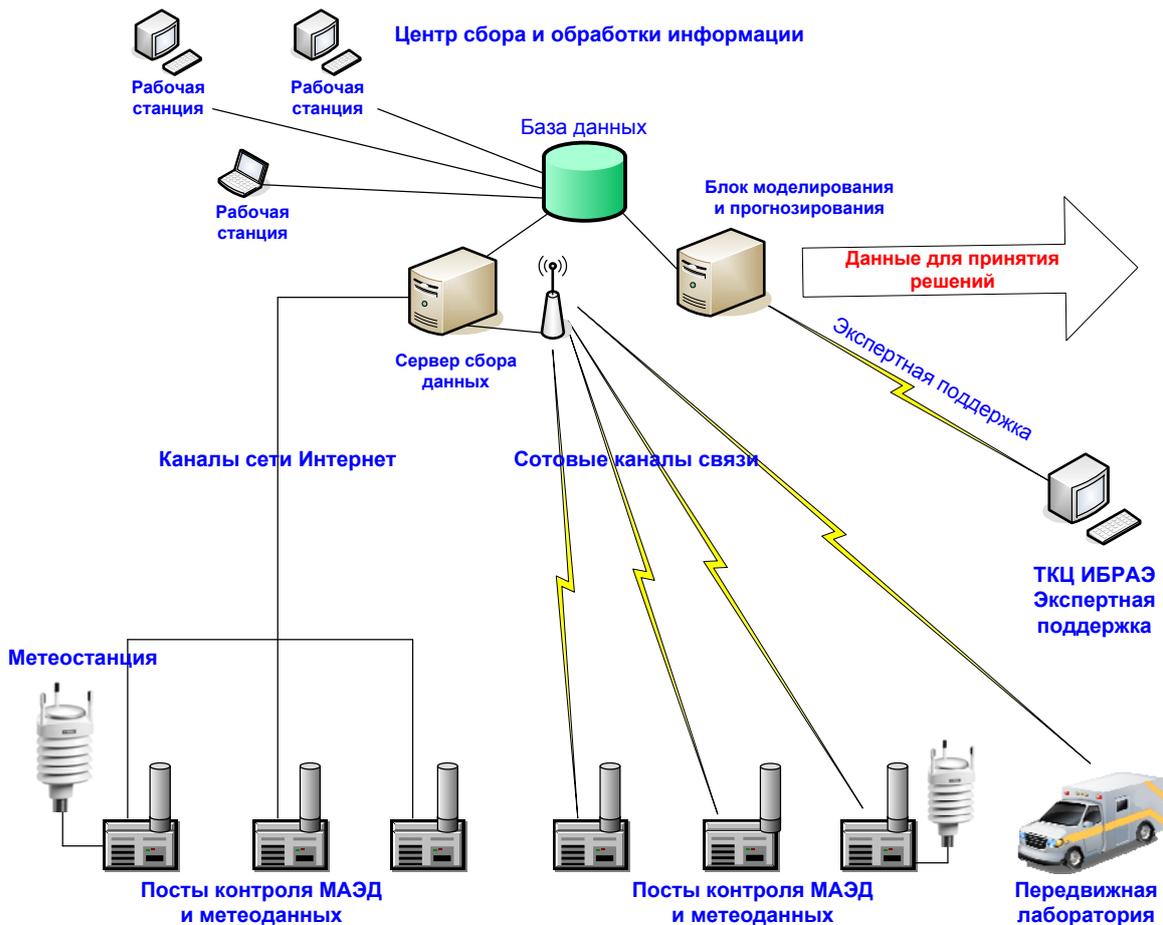


Рис. 1. Общая схема сбора информации о радиационной обстановке

КСМ-ЗН МЧС России включает в настоящее время 19 региональных систем. Каждая система включает от 10 до 35 стационарных постов радиационного контроля и от 1 до 3-х передвижных радиометрических лабораторий.

Региональные КСМ-ЗН Брянской, Калужской, Орловской, Тульской, Челябинской, Свердловской, Курганской, Сахалинской областей, Алтайского, Приморского, Хабаровского и Камчатского краёв, Московской, Курской, Нижегородской, Ростовской, Смоленской, Саратовской областей и Красноярского края создавались в период с 2010 по 2015 годы в рамках Федеральных целевых программ «Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2015 года» и «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года».

**Основные направления развития и совершенствования системы КСМ-ЗН включают:**

Расширение сети постов радиационного контроля на основе анализа необходимого и достаточного количества постов с помощью современных методов оценки рисков возможных аварийных ситуаций и радиационных загрязнений территорий.

Постоянную научно обоснованную поддержку анализа радиационной обстановки в фоновом и особенно аварийных режимах при возникновении ЧС радиационного характера.

Постоянное поддержание достаточного уровня квалификации персонала с помощью регулярного инструктажа и тренировок, в том числе дистанционных.

Постоянное техническое сопровождение всех подсистем, включая оперативную диагностику и устранения неисправностей и сбоев как оборудования, так и программного обеспечения и систем связи.

Можно отметить, что в настоящее время проводится работа по повышению эффективности КСМ-ЗН в целом, путем создания как единого взаимосвязанного измерительно-расчетного комплекса, обеспечивающего непрерывный процесс адаптации прогноза распространения радиоактивных веществ к конкретным условиям, по результатам измерений параметров радиационной обстановки на местности и автоматической выработки мер по защите населения и территорий при ЧС с радиационным фактором, так и создании модуля непрерывного контроля состояния защищенности населения и территорий с повышенным уровнем риска ЧС с радиационным фактором.

Важно, что адекватные, научно обоснованные решения должны приниматься органами управления уже на ранней фазе развития радиационной аварии, за счет чего можно резко снизить дозы облучения населения. Именно этот факт существенно влияет на эффективность защитных мероприятий.

Вместе с тем необходимо отметить, что в настоящее время при создании и развитии систем КСМ-ЗН возникает ряд трудностей обусловленных:

Недостаточным уровнем квалификации персонала, в том числе отвечающего за анализ и прогнозирование развития радиационной обстановки в случаях ЧС.

Недостаточным количеством постов контроля измерительной сети (в ряде случаев).

Недостаточно хорошо поставленным техническим сопровождением систем, включая оперативную диагностику и устранение возникающих сбоев и неисправностей.

Недостаточным темпом интеграции систем КСМ-ЗН МЧС в ЕГАСМРО.

Возможными путями преодоления выше указанных трудностей могут быть:

Внедрение системы (в том числе дистанционной) периодического инструктажа и тренировок персонала, ответственного за эксплуатацию КСМ-ЗН.

Внедрение системы постоянного технического сопровождения аппаратно-программных средств КСМ-ЗН.

Принятие организационных мер для ускорения интеграции оставшихся систем КСМ-ЗН в ЕГАСКРО.

Кроме этого одним из важных и практически значимых вопросов является обоснование размещения постов радиационного контроля, с целью увеличения эффективности создаваемых и развиваемых КСМ-ЗН. Следующий анализ касается не только конкретных КСМ-ЗН МЧС России, но затрагивает принципы построения и увеличения эффективности всех возможных автоматизированных систем контроля радиационной обстановки (АСКРО).

В работе [4] показано, что с точки зрения научного обоснования, в путях решения этого вопроса целесообразно использовать методы и подходы вероятностного анализа безопасности третьего уровня ВАБ-3 [5,6]. Это обусловлено тем обстоятельством, что неизвестно не только время возникновения радиоактивного выброса и его параметры, но и условия распространения радиоактивных веществ в атмосфере в этот момент времени.

В работе [4] сформулирована система критериев «успеха» АСКРО, в основе которой лежит положение о том, что при аварийном выбросе радиоактивных веществ в атмосферу в месте размещения поста АСКРО, создается мощность дозы от облака радиоактивных веществ, выше некоторой заданной величины с определенной вероятностью, кроме этого учитывается количество населения проживающего в районе расположения поста.

Важно отметить, что методы ВАБ-3 позволяют с учетом неопределенностей, связанных с временем и мощностью аварийного выброса, не только количественно оценить эффективность отдельного поста АСКРО, но и создать оптимальную схему размещения стационарных постов АСКРО в любом регионе с учетом территориальных особенностей,

включая особенности источников возможного выброса радиоактивных веществ, условий распространения выбросов в атмосфере и размещения населения.

Разработанный метод определения приоритетных мест размещения постов контроля получил практическую реализацию при создании территориальных АСКРО Смоленской, Ростовской, Саратовской и Нижегородской областей.

На рис. 2 приведен пример приоритетного списка (рисунок из работы [1]) размещения постов АСКРО на территории Саратовской области по критерию индекса эффективности постов.

На рис. 3 (рисунок из работы [4]) приведены примеры индексов эффективности АСКРО в целом в зависимости от числа постов на территориях при их размещении в порядке убывания величины индексов эффективности отдельного поста. Так же на рис. 3 указано количество постов в областях на текущий момент. Таким образом, метод ВАБ-3 позволяет оценить возможный потенциал увеличения эффективности территориальной АСКРО в месте расположения ОИАЭ.

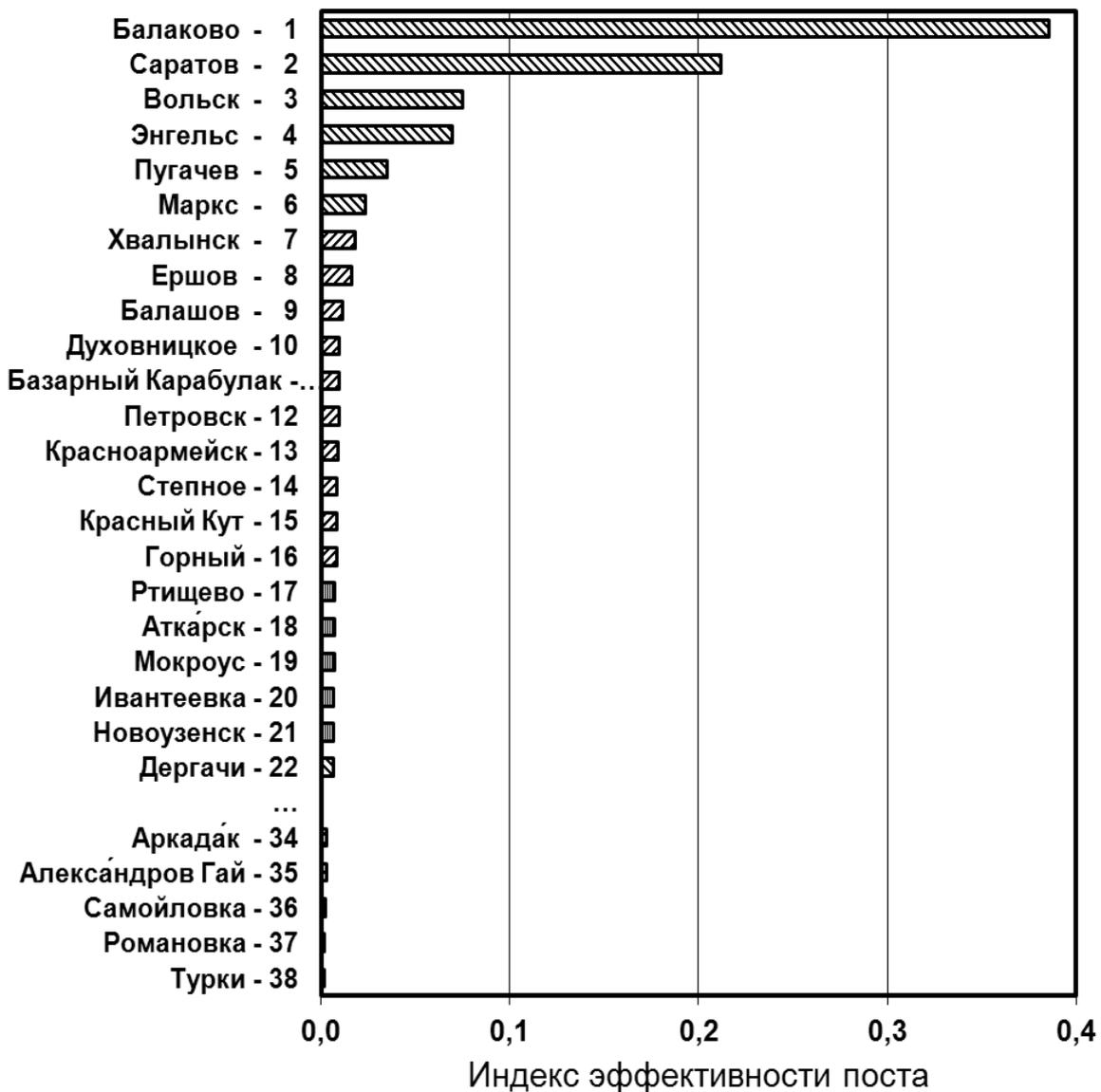


Рис. 2. Приоритетный список размещения постов АСКРО на территории Саратовской области [4]

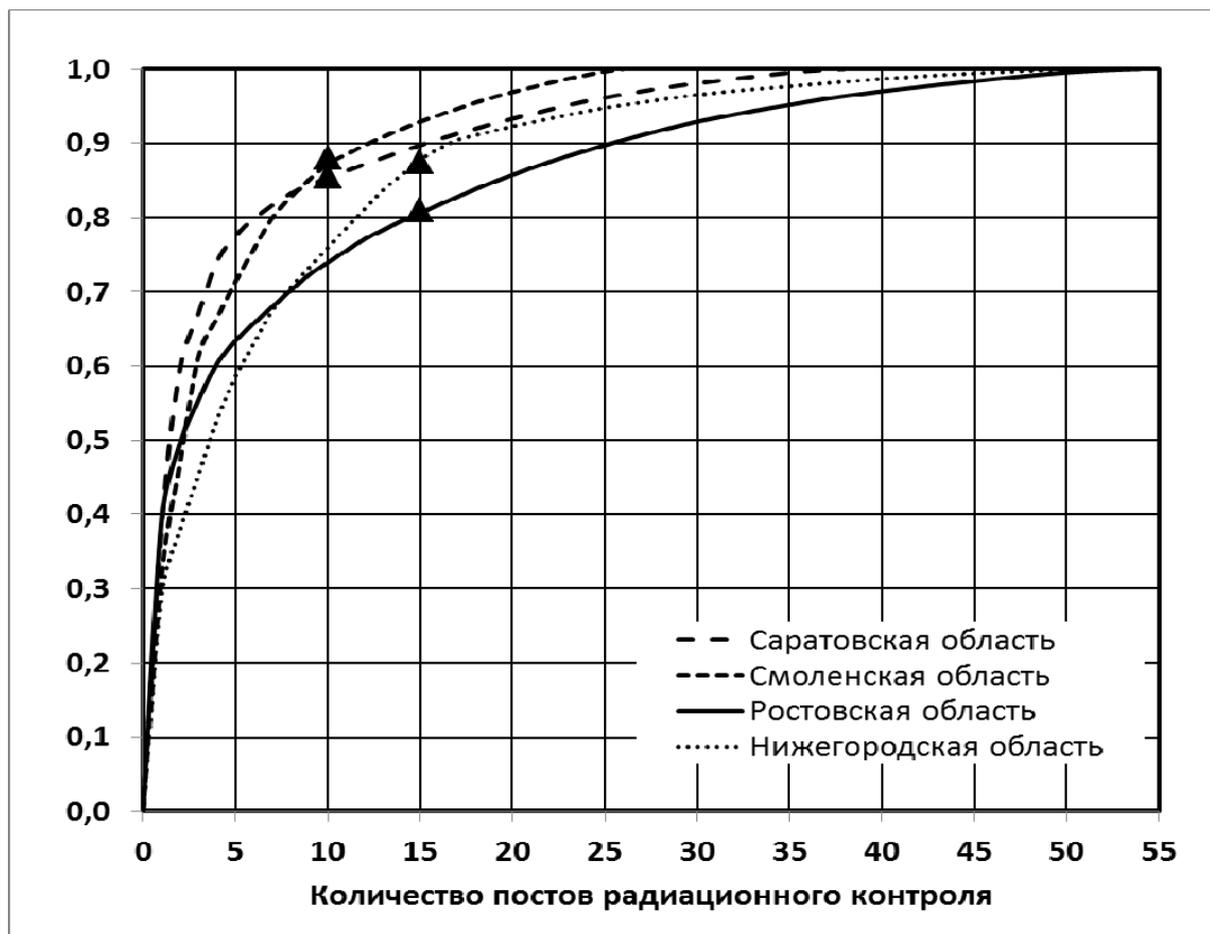


Рис. 3. Индекс эффективности территориальных АСКРО в зависимости от числа постов (при расположении постов с учетом убывания индекса эффективности поста) [4].  
 Количество постов на конец 2020 г. обозначено знаком - ▲

### Заключение

Резюмируя можно отметить, что в настоящее время ведется активная работа как по созданию и развитию комплексных систем мониторинга и защиты населения как от последствий возможных ЧС с радиационным фактором, так и по повышению эффективности аварийного реагирования.

Ведется работа по расширению сети постов радиационного контроля в регионах на основе анализа необходимого и достаточного количества постов с помощью современных методов оценки рисков возможных аварийных ситуаций и уровня радиационного загрязнения территорий.

Показано, что с целью научной поддержки системы КСМ-ЗН применение методов ВАБ-3 объектов использования атомной энергии (ОИАЭ) позволяет оценить эффективность расположения отдельных постов территориальных АСКРО, эффективность АСКРО в целом и оценить потенциал повышения эффективности АСКРО при увеличении количества постов.

## Литература

1. Венская конвенция о гражданской ответственности за ядерный ущерб 1997 года (Ратифицирована Федеральным законом РФ от 21 марта 2005 года № 23-ФЗ)
2. Конвенция о ядерной безопасности. Вена 17 июня 1994г. (Вступила в силу для Российской Федерации 24 октября 1996 г.)
3. Попов Е.В., Пантелеев В.А., Сегаль М.Д., Гаврилов С.Л., Пименов А.Е. О планировании маршрутов передвижных радиометрических лабораторий при чрезвычайных ситуациях радиационного характера // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. - 2020, № 4, с. 44–53
4. В.А. Пантелеев, М.Д. Сегаль, Е.В. Попов, С.Л. Гаврилов, С.А. Шикин, А.Е. Пименов. Территориальные АСКРО и перспективы использования вероятностного анализа безопасности третьего уровня (ВАБ-3) для оптимизации размещения постов контроля. // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций, 2018, № 4, с. 66–79
5. Арутюнян Р.В., Пантелеев В.А., Сегаль М.Д., Чернов С.Ю. О значимости разработки методологического аппарата вероятностного анализа безопасности третьего уровня (ВАБ-3) для объектов использования атомной энергии. // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. - 2015. № 2, с. 91–99.
6. Арутюнян Р.В., Пантелеев В.А., Сегаль М.Д., Панченко С.В. Вероятностный анализ безопасности третьего уровня ВАБ-3 как этап повышения безопасности. — Атомная энергия. - 2017, т. 123, вып. 6, с. 344–349.

## Сведения об авторах

**Гаврилов Сергей Львович** — зав. отделением ИБРАЭ РАН, (495) 955-22-36, e-mail: gav@ibrae.ac.ru

**Пантелеев Владимир Александрович** — старший научный сотрудник ИБРАЭ РАН, (495) 955-22-14, e-mail: pant@ibrae.ac.ru

**Пименов Артем Евгеньевич** – старший научный сотрудник ИБРАЭ РАН, (495) 955-22-18, e-mail: artsl@ibrae.ac.ru;

**Сегаль Михаил Давыдович** — ведущий научный сотрудник ИБРАЭ РАН, (495) 955-22-14, e-mail: nag@ibrae.ac.ru;

**Таранов Александр Авенипович** — зав. отделением ИБРАЭ РАН, (495) 955-23-15, e-mail: taranov@ibrae.ac.ru

**Шикин Сергей Александрович** - зав. отделом ИБРАЭ РАН, (495) 955-22-84, e-mail: shickin@ibrae.ac.ru