

ЯДЕРНАЯ, РАДИАЦИОННАЯ И
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
NUCLEAR, RADIATION AND
ENVIRONMENTAL SAFETY

<https://doi.org/10.26583/gns-2025-03-01>

EDN EQNWX

Оригинальная статья / Original paper



Внедрение системы автоматического непрерывного мониторинга
сбросных вод на АЭС «Аккую»

И.И. Зайкин¹ ✉, Р.Ш. Валеев¹, А.С. Войтенко¹, С.И. Рясный²

¹АО «Аккую Нуклеар», Турецкая Республика

²Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва, Российская Федерация

✉ zaykin@hotmail.com

Аннотация. В условиях усиления требований к экологической ответственности атомной энергетики возрастает значение внедрения систем автоматического мониторинга сбросных вод. Настоящая статья посвящена анализу обоснования и практической реализации системы автоматического непрерывного мониторинга сбросных вод (SAIS) на примере АЭС «Аккую». Описаны нормативные основания, включая международные рекомендации МАГАТЭ и требования экологического законодательства Турецкой Республики, а также методологический подход к проектированию системы. Проанализированы основные источники потенциального воздействия сбросных вод АЭС на морскую экосистему и обоснована необходимость их непрерывного контроля. Представлены основные технические характеристики SAIS, ее архитектура, измерительные контуры и средства передачи данных. Особое внимание уделено вопросам метрологического обеспечения и контроля качества измерений. Отмечено, что реализованная система обеспечивает непрерывный контроль ключевых параметров сточных вод, надежную передачу данных в режиме реального времени в централизованную базу надзорного органа и юридически значимую фиксацию экологических показателей. Проведен сравнительный анализ Турецкого подхода к онлайн-мониторингу с принятой в России практикой лабораторного контроля. Обсуждаются преимущества SAIS как инструмента цифровой трансформации экологического мониторинга и возможности масштабирования подобного опыта на атомные станции в России. Сделан вывод о значимости автоматизированного мониторинга для повышения прозрачности, снижения экологических рисков и укрепления общественного доверия к атомной отрасли.

Ключевые слова: атомная электростанция «Аккую», экологическая безопасность, автоматизированная система, сбросные воды, мониторинг, устойчивое развитие, международные стандарты, метрологическое обеспечение.

Для цитирования: Зайкин И.И., Валеев Р.Ш., Войтенко А.С., Рясный С.И. Внедрение системы автоматического непрерывного мониторинга сбросных вод на АЭС «Аккую». *Глобальная ядерная безопасность*. 2025;15(3):6–13. <https://doi.org/10.26583/gns-2025-03-01>

For citation: Zaikin I.I., Valeev R.Sh., Voytenko A.S., Ryasny S.I. Implementation of an automated continuous monitoring system for discharge water at Akkuyu NPP. *Nuclear Safety*. 2025;15(3):6–13. <https://doi.org/10.26583/gns-2025-03-01>

Implementation of an automated continuous monitoring system for discharge water at
Akkuyu NPP

Ivan I. Zaikin¹ ✉, Rinat Sh. Valeev¹, Andrey S. Voytenko¹, Sergey I. Ryasny²

¹Akkuyu Nuclear JSC, Republic of Turkey

²National Research University «Moscow Power Engineering Institute» (MPEI), Moscow, Russian Federation

✉ zaykin@hotmail.com

Abstract. The importance of implementing automated wastewater monitoring systems is growing as environmental responsibility requirements for nuclear energy become increasingly stringent. This article considers the rationale and practical implementation of an automatic continuous wastewater monitoring system (SAIS) using the Akkuyu NPP as a case study. The regulatory foundations are described, including international IAEA recommendations and the

environmental legislation of the Republic of Turkey, as well as the methodological approach to system design. The main sources of potential impacts of NPP discharges on the marine ecosystem are analyzed, and the necessity of continuous monitoring is substantiated. Key technical characteristics of SAIS are presented, including its architecture, measurement circuits, and data transmission tools. Special attention is given to metrological support and quality assurance of measurements. It is noted that the implemented system ensures continuous monitoring of key wastewater parameters, reliable real-time data transfer to the centralized database of the supervisory authority, and legally binding recording of environmental indicators. A comparative analysis of the Turkish approach to online monitoring versus the Russian practice of laboratory-based control is provided. The advantages of SAIS as an instrument of digital transformation in environmental monitoring are discussed, along with the potential for scaling this experience to nuclear power plants in Russia. The study concludes that automated monitoring is essential for improving transparency, reducing environmental risks, and strengthening public trust in the nuclear industry.

Keywords: Akkuyu nuclear power plant, ecology, safety, automated system, discharge water, monitoring, sustainable development, international standards.

Обеспечение экологической безопасности водных объектов, подверженных антропогенному воздействию со стороны крупных энергетических объектов, является одним из фундаментальных направлений международного ядерного регулирования в области устойчивого развития ООН, способствующих достижению цели 6: «Чистая вода и санитария» и цели 12: «Ответственное потребление и производство» [1]. Вопросы устойчивого управления водными ресурсами в условиях роста промышленных объектов и глобального изменения климата ставят перед государствами задачу внедрения инструментов экологического контроля, обладающих высокой степенью адаптивности и оперативности.

Атомная электростанция «Аккую» строится в соответствии с соглашением между Правительством Российской Федерации и Правительством Турецкой Республики от 12 мая 2010 г. Согласно статье 2 указанного соглашения, реализация проекта осуществляется с соблюдением требований законодательства Турецкой Республики, включая экологические нормы.

Для понимания целей и задач системы мониторинга необходимо определить состав сбросных вод и связанные с ними потенциальные риски для морской среды. АЭС «Аккую» использует прямоточную (once-through) систему охлаждения, при которой морская вода забирается, проходит через конденсаторы турбин для охлаждения второго контура и сбрасывается обратно в море. Основные факторы потенциального воздействия на экосистему включают:

– тепловая нагрузка. Сбрасываемая вода имеет температуру на несколько градусов выше, чем вода в акватории. Неконтролируемый сброс нагретой воды может привести к термальному стрессу для морских организмов и изменению локальных экосистем;

– химическое воздействие. Для предотвращения биологического обрастания внутренних поверхностей системы охлаждения (водорослями, моллюсками) морская вода на входе обрабатывается биоцидом – гипохлоритом натрия (NaOCl). Важно контролировать концентрацию остаточных окислителей в точке сброса, чтобы минимизировать их воздействие на морскую флору и фауну;

– повышенная минерализация. Для собственных нужд станция использует опреснительные установки, в результате работы которых образуется концентрат (рассол) с соленостью, превышающей фоновые значения. Этот поток смешивается с основным объемом охлаждающей воды перед сбросом.

Таким образом, задача эффективного экологического контроля заключается в непрерывном отслеживании ключевых физико-химических параметров сбросных вод для удержания их воздействия в рамках нормативных лимитов. Внедрение системы SAIS является инструментом для решения этой задачи.

В целях соблюдения требований национального законодательства Турции по экологической безопасности в проектную документацию станции в качестве внешнего контура системы технического водоснабжения включена система автоматического непрерывного мониторинга сбросных вод

(Süreklı Atıksu İzleme Sistemi – SAİS), внедрение которой представляет собой не только выполнение формального требования законодательства Турции, но и реализацию принципов проактивного экологического управления и цифровой трансформации контроля. В настоящий момент официально утверждено решение о включении системы SAİS в проект АЭС «Аккую» и ведутся активные работы по ее реализации¹.

Принципы внедрения SAİS соответствуют как международным, так и национальным нормативным основаниям, в том числе рекомендациям МАГАТЭ, изложенным в следующих документах:

- IAEA NS-R-3 Rev.1 «Site Evaluation for Nuclear Installations» [2];
- IAEA GSR Part 3 «Radiation Protection and Safety of Radiation Sources» [3];
- IAEA SSG-13 «Monitoring for Compliance with Exemption and Clearance Levels» [4].

В соответствии с национальным регулированием обязательства по установке системы SAİS определяются следующими нормативными актами:

- Закон № 2872 «Об охране окружающей среды» (09.08.1983) [5];
- Положение о контроле загрязнения воды [6] (Resmî Gazete № 25687 от 31.12.2004);
- Коммюнике [7] о системах непрерывного мониторинга сточных вод № 29303 от 22.03.2015 (в ред. 2019 г.).

Согласно статье 2 Коммюнике № 29303 [7], установка SAİS является обязательной для объектов с объемом сброса, превышающим 5000 м³/сутки. Проектный расход охлаждающей воды только на один энергоблок АЭС «Аккую», по данным проектной документации, составляет около 6,6 млн м³/сутки. Таким образом, фактический объем сброса многократно превышает установленный законодательством порог, что обу-

славливает безусловную необходимость внедрения системы.

В соответствии с положениями Коммюнике [7] SAİS представляет собой полностью автоматизированный комплекс, предназначенный для:

- непрерывного мониторинга состава сточных вод до момента их смешивания с приемной средой;
- обеспечения достоверной передачи данных в режиме реального времени в центральную систему мониторинга Министерства окружающей среды, урбанизации и изменения климата Турецкой Республики (ЦСММ);
- создания юридически значимых протоколов качества воды, пригодных для анализа и сравнения.

Проектные требования и технические характеристики SAİS включают следующее:

- Согласно Коммюнике [7], SAİS должна обеспечивать непрерывный контроль следующих параметров: pH; температура; растворенный кислород; электропроводность; скорость потока и общий дебит; взвешенные вещества (АКМ); химическое потребление кислорода (ХПК). Выбор данных параметров обусловлен их высокой экологической значимостью: температура и РК являются ключевыми показателями для предотвращения термального стресса и заморов морской фауны, а pH и электропроводность (косвенно характеризующая соленость) позволяют отслеживать эффективность смешения сбросных вод с морской водой.

– Система должна включать автоматический отбор проб, модуль передачи данных в ЦСММ, архив хранения не менее 5 лет, систему сигнализации, систему резервного электропитания, климатический и противопожарный контроль, видеонаблюдение.

– Размещение SAİS осуществляется на водоотводящем сооружении с максимальным приближением к точке сброса, но до зоны смешивания с морской водой, в наименее турбулентной зоне потока. Выбор точки установки согласуется с органами охраны окружающей среды, с обязательным исключением обратных потоков, попадающих в линию отбора.

¹ Проект сооружаемой АЭС «Аккую» (Турция) будет дополнен системой автоматического мониторинга отводимой воды. – Росатом. АКУЮ Нуклеар. – Режим доступа: <https://akkuyu.com/ru/news/proekt-sooruzhaemoy-aes-akkuyu-turtsiya-budet-dopolnen-sistemoy-avtomaticheskogo-monitoringa-otvodim> (дата обращения: 09.06.2025).

Размещение точки отбора проб и измерительных датчиков осуществляется на конечном участке водосбросного канала, непосредственно перед смешением вод с морской средой. Особое внимание при проектировании уделяется правильному выбору места установки в наименее турбулентной зоне потока. Это инженерное решение, а не алгоритмическая компенсация, позволяет обеспечить репрезентативность проб и стабильность измерений, в частности, для корректной работы расходомера.

Архитектурная структура системы строится по модульному принципу и предполагает интеграцию различных измерительных датчиков, объединенных программно-аппаратным комплексом с возможностью передачи данных в централизованные хранилища. Размещение оборудования в термостатированной кабине с резервным питани-

ем (ИБП) продиктовано необходимостью обеспечить стабильность измерений и защиту высокоточного оборудования от агрессивных условий прибрежной зоны (влажность, солевой туман), а также гарантировать непрерывность передачи юридически значимых данных.

Особое внимание при проектировании уделяется изолированности элементов, надежности к коррозионному воздействию морской воды, а также резервируемости каналов связи и энергопитания. Важно отметить, что SAIS учитывает специфику измерения в зонах высокой турбулентности, что требует точной калибровки и применения компенсационных алгоритмов при интерпретации данных.

На рисунке 1 показана принципиальная схема системы SAIS.

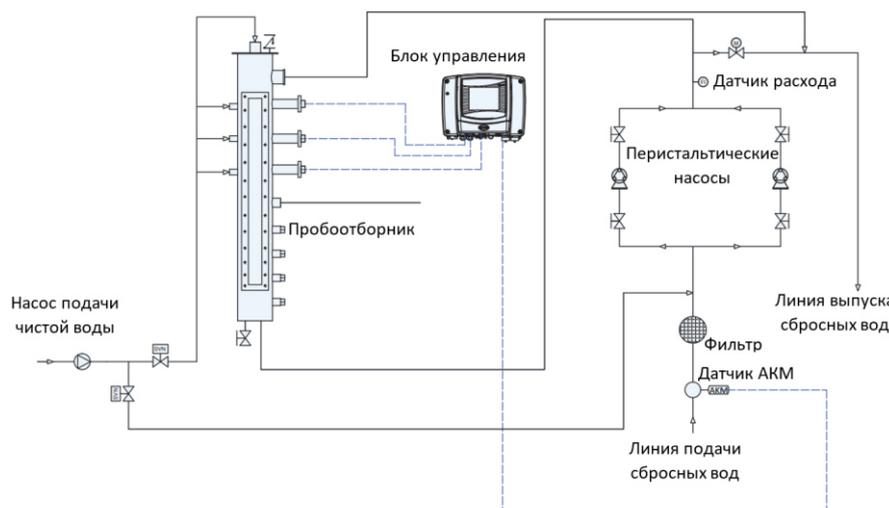


Рисунок 1. Принципиальная схема системы SAIS²
Figure 1. Block diagram of the SAIS system²

Функциональные компоненты SAIS включают (рис. 2):

1. Кабину измерительной станции площадью не менее 8 м², которая термо- и гидроизолирована, оснащена системой климат-контроля (инверторный кондиционер) и имеет автономную противопожарную защиту, аварийное освещение, систему видеонаблюдения и сигнализации.

2. Измерительную цепочку с датчиками контроля параметров:

- pH,
- температура (°C),
- растворенный кислород (мг/л),
- электропроводность (мкСм/см),
- химическое потребление кислорода (ХПК, мгО/л),
- взвешенные вещества (АКМ, мг/л),

² Принципиальная схема из каталога SAIS. – 22 марта 2015 г. Официальный вестник № 29303. Уведомление от Министерства окружающей среды и урбанизации: Уведомление о системе непрерывного мониторинга сточных вод. Первая часть. – Режим доступа: <https://arsendustriyel.com/wp-content/uploads/2020/02/ARS-SA%C4%B0S-Katalo%C4%9Fu.pdf> (дата обращения: 21.05.2025).

– расход (л/с или м³/сут) с использованием электромагнитного расходомера.

Все параметры должны соответствовать требованиям стандарта [8], включая процедуру валидации.

3. Пробоотборную систему [9], обеспечивающую:

– автоматический отбор, охлаждение, защиту от конденсата;

– возможность параллельной передачи пробы в аккредитованную лабораторию;

– наличие фильтров с ячейкой от 0,5 до 1,5 см, исключающих крупные включения без искажения АКМ.

4. Насосную систему в составе двух перистальтических насосов, имеющих частотно-регулируемый привод с контролем скорости от 0,5 до 1,0 м/с по трубе отбора. Трубопроводы насосной системы выполнены из коррозионностойких материалов и имеют изоляцию от перепадов температуры.

5. Систему архивации и передачи данных, обеспечивающую:

– прямую передачу данных в ЦСММ;

– хранение данных на жестком диске не менее 5 лет;

– доступ по защищенному интернет-каналу.

6. Систему автономного энергоснабжения, включающую источник бесперебойного питания (UPS) с поддержкой работы системы минимум 120 минут (исключая насос и кондиционер) и обеспечивающую приоритет на бесперебойную передачу данных и защиту архивов.

Дополнительно предусмотрены:

– система автоматической промывки труб перед анализом;

– сигнализация превышения нормативов с привязкой к временным меткам;

– протоколирование вскрытия кабины и действий оператора.

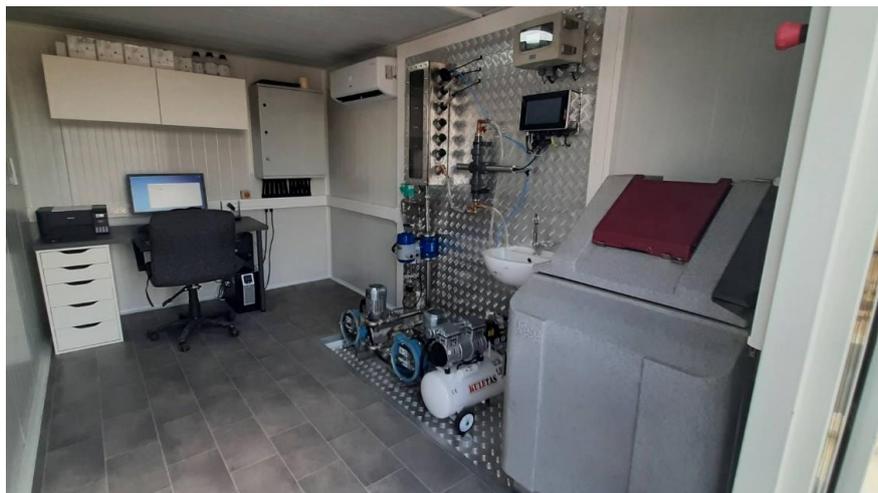


Рисунок 2. Пример внутренней компоновки кабины SAIS³
Figure 2. Example of the SAIS cabin internal layout³

Функционирование системы начинается с непрерывного забора пробы воды из водосбросного канала с помощью насосной системы. Проба по изолированному трубопроводу поступает в измерительную ячейку внутри кабины, где многопараметрический зонд в режиме реального времени фиксирует значения pH, температуры, растворенного кислорода и электропроводности. Одноре-

менно расходомер в канале измеряет скорость потока. Все данные поступают на промышленный контроллер, который архивирует их и посредством защищенного модема передает в ЦСММ. В случае превышения установленных нормативов система автоматически генерирует тревожное сообщение и консервирует образец для последующего исследования независимой лабораторией.

³ Система непрерывного мониторинга сточных вод SAIS. – Режим доступа: <https://www.enotek.com.tr/sais-surekli-atik-suzleme-sistemi> (дата обращения: 21.05.2025).

Для обеспечения достоверности и юридической значимости данных, передаваемых в надзорный орган, система SAİS функционирует в рамках турецкой государственной системы обеспечения единства измерений.

Ключевым стандартом, регламентирующим требования к оборудованию, является TS EN ISO 15839 «Качество воды. Датчики/аналитическое оборудование для воды. Технические характеристики и эксплуатационные испытания» [8]. Этот стандарт определяет методики валидации, требования к точности, диапазонам измерений и процедурам тестирования онлайн-сенсоров.

Контроль качества измерений реализуется на двух уровнях: внутренним и внешним. Внутренний контроль включает регулярную калибровку и техническое обслуживание датчиков в соответствии с инструкциями производителя и требованиями стандарта

ISO 15839. Внешний контроль опирается на законодательно закрепленную процедуру «Bütünleşik Karşılaştırma Testi» (интеграционные сравнительные испытания), в рамках которой аккредитованная лаборатория периодически проводит параллельный отбор проб и их анализ с последующим сличением результатов с показаниями SAİS. Это обеспечивает независимую верификацию работы системы.

Внедрение SAİS на АЭС «Аккую» позволяет провести сравнение двух различных моделей экологического контроля. Согласно СТО 1.1.1.01.0678-2023 (п. 10.3.2.15 и 10.3.2.17)⁴, требуется определение среднесуточного расхода и незамедлительное информирование в случае аварийного сброса, но акцент сделан на дискретном лабораторном контроле. Различия в подходах представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение подходов к мониторингу сбросных вод

Table 1. Comparison of approaches to wastewater monitoring

Характеристика	Типовая практика ТР	Типовая практика в РФ
Методология	Смешанная методология: непрерывная, автоматизированная, онлайн и дискретная, ручной отбор, лабораторный анализ	Дискретная, ручной отбор, лабораторный анализ
Оперативность	В режиме реального времени	Задержка от часов до нескольких дней
Контролируемые параметры	Ключевые оперативные индикаторы (рН, температура, растворенный кислород, электропроводность, химическое потребление кислорода, взвешенные вещества, расход)	Широкий спектр (включая нефтепродукты, химическое потребление кислорода, радионуклиды)
Влияние человеческого фактора	Минимизировано	Значительное (отбор, транспортировка, анализ)
Юридический статус данных	Данные напрямую поступают регулятору и являются основой для надзора	Протоколы лаборатории, предоставляемые по графику
Основная цель	Превентивный контроль, оперативное реагирование	Верификация соответствия нормативам по итогам периода

Таким образом, турецкая модель ориентирована на превентивный контроль и мгновенное выявление отклонений по ключевым индикаторам, тогда как российская модель делает акцент на пост-анализе широкого спектра загрязнителей. Важно отметить, что

онлайн-мониторинг SAİS не отменяет полностью необходимость лабораторных анализов (например, для контроля радионуклидов или специфических химических веществ), а дополняет их, создавая двухуровневую систему контроля.

Внедрение аналогичных SAİS-решений в России может стать ключевым элементом развития цифровой среды экологической безопасности на объектах ядерной энергетики. Это позволит обеспечить верифицированную отчетность в режиме реального вре-

⁴ СТО 1.1.1.01.0678-2023. Основные правила обеспечения эксплуатации атомных станций. Режим доступа: <https://meganorm.ru/Index2/1/4293748/4293748439.htm> (дата обращения: 27.08.2025).

мени, улучшить взаимодействие с органами исполнительной власти в сфере обеспечения экологической безопасности и повысить соответствие ESG-метрикам, что особенно важно в контексте глобальной декарбонизации и требования устойчивого финансирования инфраструктурных проектов.

Внедрение SAIS-подобных систем обеспечивает:

- оперативное выявление отклонений;
- снижение влияния человеческого фактора;
- повышение точности и полноты экологической отчетности;
- обеспечение принципа прозрачности экологической информации;
- соответствие рекомендациям МАГАТЭ и международным экологическим стандартам.

В условиях стремительной цифровизации промышленности автоматизированные экологические системы становятся неотъемлемой частью концепции «умной станции». Включение SAIS-решений в инфраструктуру АЭС позволит создать предпосылки для предиктивного анализа и построения цифровых двойников систем циркуляционного и технического водоснабжения.

Заключение

Постоянный автоматизированный контроль сточных вод снижает экологические риски, укрепляет доверие общественности и регуляторов, и соответствует международной практике устойчивого природопользования.

Процесс внедрения SAIS на АЭС «Аккую» демонстрирует прогрессивный подход к экологическому мониторингу и отвечает как требованиям законодательства Турецкой Республики, так и международным стандартам в области ядерной и экологической безопасности, обеспечивая метрологически подтвержденный, непрерывный и прозрачный контроль за воздействием на окружающую среду.

Реализация на АЭС «Аккую» российской конструкции требований турецкого законодательства – это редкий пример успешного импорта правовой нормы более высокого уровня экологической строгости, чем в стране-экспортере технологии.

Распространение аналогичных решений на российские объекты целесообразно с точки зрения повышения прозрачности и ответственности атомной энергетики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Повестка дня в области устойчивого развития до 2030 года. ООН, 2015. Режим доступа: <https://docs.un.org/ru/A/RES/70/1> (дата обращения: 27.08.2025).
2. IAEA. Site Evaluation for Nuclear Installations, NS-R-3 Rev.1. Vienna: IAEA, 2016. Available at: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1709_E_web.pdf (accessed: 27.08.2025).
3. IAEA. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. GSR Part 3. Vienna: IAEA, 2014. Available at: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1578_web-57265295.pdf (accessed: 14.05.2025).
4. IAEA Monitoring for Compliance with Exemption and Clearance Levels, SSG-13 Vienna: IAEA, 2014. Available at: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1469r_web.pdf (accessed: 27.08.2025).
5. ÇEVRE Kanunu. Kanun Numarası: 2872 Available at: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=2872&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5> (accessed: 27.08.2025).
6. SU KİRLİLİĞİ KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ, № 25687, 31.12.2004. (Türkiye). Available at: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=7221&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> (accessed: 14.05.2025).
7. SÜREKLİ ATIKSU İZLEME SİSTEMLERİ TEBLİĞİ, № 29303, 22.03.2015. (Türkiye). Available at: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/03/20150322-4.htm> (accessed: 14.05.2025).
8. TS EN ISO 15839. Water quality. On-line sensors/analysing equipment for water. Specifications and performance test. Available at: <https://www.iso.org/standard/28740.html> (accessed: 27.08.2025).
9. TS ISO 5667-10. Water quality. Sampling. Part 10: Guidance on sampling of waste waters. Available at: <https://www.iso.org/standard/11773.html> (accessed: 27.08.2025).

ВКЛАД АВТОРОВ:

Зайкин И.И. – инициировал внедрения SAIS на АЭС «Аккую», анализ нормативных требований и проектных решений, сформулировка технических предложений по реализации системы, подготовка финальной версии статьи, включая обзор нормативных требований и технических характеристик системы;

Валеев Р.Ш. – руководитель проекта, общее руководство и координация работы, предоставление доступа к необходимым данным и информации о проекте, участие в обсуждении ключевых аспектов внедрения системы и внесение правок в текст статьи;

Войтенко А.С. – руководитель проекта, общее руководство и координация работы, предоставление доступа к необходимым данным и информации о проекте, участие в обсуждении ключевых аспектов внедрения системы и внесение правок в текст статьи;

Рясный С.И. – научный руководитель, методологический надзор за исследованием, консультирование по вопросам соответствия проекта международным стандартам, таким как требования МАГАТЭ и ООН, помощь в формулировании заключений статьи и ее подготовке к публикации.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ:

Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.

БЛАГОДАРНОСТИ:

Авторы выражают признательность специалистам АО «Аккую Нуклеар» за предоставленные данные и техническую информацию, использованную при подготовке статьи, а также коллегам, принимавшим участие в обсуждении проектных и нормативных решений, связанных с внедрением системы SAIS.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Иван Игоревич Зайкин, кандидат технических наук, эксперт, АО «Аккую Нуклеар», Турецкая Республика.
e-mail: zaykin@hotmail.com

Ринат Шамильевич Валеев, заместитель технического директора по радиационной защите и обращению с радиоактивными отходами, АО «Аккую Нуклеар», Турецкая Республика.
e-mail: info@akkuyu.com

Андрей Сергеевич Войтенко, кандидат биологических наук, начальник отдела охраны окружающей среды, АО «Аккую Нуклеар», Турецкая Республика.
e-mail: info@akkuyu.com

Сергей Иванович Рясный, доктор технических наук, профессор, Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва, Российская Федерация.
e-mail: esp.izmailovo@mail.ru

AUTHORS' CONTRIBUTION:

Zaykin I.I. – initiating the implementation of SAIS at the Akkuyu NPP, conducting an analysis of regulatory requirements and design solutions, formulating technical proposals for system implementation, preparing the final article version, including a review of system regulatory requirements and technical specifications;

Valeev R.Sh. – project manager, overall work guidance and coordination, facilitating access to the necessary data and project information, participating in discussions on key aspects, making significant manuscript revisions;

Voytenko A.S. – project manager, overall work guidance and coordination, facilitating access to the necessary data and project information, participating in discussions on key aspects, making significant manuscript revisions;

Ryasny S.I. – a research supervisor, study methodological oversight, consulting on the project compliance with international standards such as IAEA and UN requirements, contributing to the article conclusions formulation and its publication preparation.

FUNDING:

The authors declare no external funding.

ACKNOWLEDGEMENTS:

The authors would like to thank the specialists of Akkuyu Nuclear JSC for providing data and technical information used in the preparation of this article, as well as the colleagues who participated in discussions on the design and regulatory solutions related to the implementation of the SAIS system.

CONFLICT OF INTEREST:

The authors declare no conflict of interest.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Ivan I. Zaykin, Cand. Sci. (Engin), expert, Akkuyu Nuclear JSC, Republic of Turkey.
e-mail: zaykin@hotmail.com

Rinat Sh. Valeev, Deputy Technical Director for Radiation Protection and Radioactive Waste Management, Akkuyu Nuclear JSC, Republic of Turkey.
e-mail: info@akkuyu.com

Andrey S. Voytenko, Cand. Sci. (Biological), Head of Environmental Protection Department, Akkuyu Nuclear JSC, Republic of Turkey.
e-mail: info@akkuyu.com

Sergey I. Ryasny, Dr. Sci. (Engin), Professor, National Research University «MPEI», Moscow, Russian Federation.
e-mail: esp.izmailovo@mail.ru

Поступила в редакцию / Received 03.06.2025

После доработки / Revision 05.09.2025

Принята к публикации / Accepted 09.09.2025