



УДК: 621.039.68

DOI: 10.26277/SECNRS.2021.101.3.001

© 2021. Все права защищены.

## О НЕОБХОДИМОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НОРМАТИВНОЙ ПРАВОВОЙ БАЗЫ В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРМОЯДЕРНЫХ УСТАНОВОК

Шарафутдинов Р. Б.\* (charafoutdinov@secnrs.ru), Курындин А. В.\* (kuryndin@secnrs.ru),  
Киркин А. М.\* (kirkin@secnrs.ru), Синегрибов С. В.\* (sinegribov@secnrs.ru), Картова А. М.\* (kartova@secnrs.ru)

Статья поступила в редакцию 17 июня 2021 г.

### Аннотация

*Развитие термоядерных установок, в том числе гибридных систем и установок, предназначенных для исследования термоядерных реакций, а также сопутствующие их эксплуатации факторы опасности приводят к необходимости разработки специализированных подходов к регулированию безопасности. Результаты краткого обзора международных подходов к регулированию безопасности термоядерных установок и анализа основных факторов опасности свидетельствуют о том, что используемые в международной практике (Франция, Германия, США, Канада) подходы к регулированию безопасности термоядерных установок основаны на принципах, аналогичных принципам регулирования безопасности объектов использования атомной энергии. При этом зачастую для регулирования безопасности и лицензирования термоядерных установок применяются требования и процедуры, действующие для ядерных установок с классическими реакторами, в которых осуществляется реакция деления тяжелых ядер. В настоящее время вопросы обеспечения безопасности термоядерных установок не урегулированы как в нормативной правовой базе Российской Федерации, так и в международных документах. Подобным установкам свойственны многочисленные факторы опасности, обусловленные их спецификой. В частности, существенной является проблема удержания трития в оборудовании систем обращения с тритием и очистка от трития в системах вентиляции. Проводимые национальными органами регулирования и организациями научно-технической поддержки работы по анализу применимости действующих требований для регулирования безопасности термоядерных установок свидетельствуют о необходимости их модернизации или разработки новых нормативных документов с учетом специфики и потенциальной опасности термоядерных установок.*

*Показана важность и актуальность своевременного внесения изменений в действующие положения законодательства и нормативной правовой базы Российской Федерации в области использования атомной энергии для эффективного регулирования безопасности термоядерных установок.*

► **Ключевые слова:** термоядерный синтез, термоядерная установка, регулирование безопасности, использование атомной энергии.

\* Федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности», Москва, Россия.

## ON THE NECESSITY OF IMPROVEMENT OF LEGAL AND REGULATORY FRAMEWORK IN THE FIELD OF ATOMIC ENERGY USE FOR FUSION REGULATION

Sharafutdinov R. B.\* , Ph. D.,  
Kuryndin A. V.\* , Ph. D.,  
Kirkin A. M.\*,  
Sinegribov S. V.\*,  
Kartova A. M.\*

Article is received on June 17, 2021

### *Abstract*

*Significant progress has happened recently in nuclear fusion facilities development, including hybrid systems and facilities designed for thermonuclear reactions study. Nevertheless, there are specific hazards attendant to those facilities. Due to that specialized approaches for nuclear fusion facilities safety regulation are required. The review of international approaches for safety regulation of nuclear fusion facilities and main hazards corresponding during their operation shows that the approaches for safety regulation of fusion facilities used in international practices (France, Germany, USA, Canada) are based on the similar to nuclear fission facilities principles. Moreover, the requirements and procedures applicable for nuclear fission facilities with classical reactors where the fission of a heavy nuclei is carried out are often applied for the safety regulation and licensing of fusion facilities. Presently the issues of fusion facilities safety ensuring are not implemented both in Russian legal regulatory framework and in international documents. At the same time fusion facilities are characterized by several specific hazards. In particular the problem of the tritium retention in tritium handling equipment and tritium removal out of ventilation systems is significant. The work carried out by national regulatory authorities and scientific and technical support organizations on analyzing the applicability of the current requirements for safety regulation of fusion facilities indicates the need for their modernization or development of new regulatory documents taking into account the specificity and potential hazards of fusion facilities.*

*The importance and relevance of timely amendments of the current Russian legal and regulatory framework in the field of atomic energy use for effective safety regulation of fusion facilities are presented.*

► **Keywords:** nuclear fusion, fusion facility, safety regulation, field of atomic energy use.

---

\* Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety, Moscow, Russia.

## Введение

В настоящее время активный рост общемирового энергопотребления и сокращение запасов полезных ископаемых приводит к необходимости активного исследования альтернативных источников энергии. При этом возможность использования возобновляемых источников энергии (солнечные батареи, ветрогенераторы, гидроэлектростанции и др.) в значительной степени зависит от климатических условий местности, времени года и времени суток.

Подобные недостатки отсутствуют у такого перспективного альтернативного источника энергии, как реакция термоядерного синтеза легких ядер. Однако до создания промышленных установок по использованию управляемой реакции термоядерного синтеза для выработки электроэнергии требуется проведение ряда научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, которые проводятся в настоящее время как на международном уровне [1], так и в отдельных странах, в том числе в Российской Федерации [2, 3]. Самым крупным международным проектом по изучению термоядерного синтеза является проект международного термоядерного экспериментального реактора ИТЭР, запуск которого запланирован на 2025 г. [4].

При этом в настоящий момент отсутствуют рекомендации международных организаций по подходам к регулированию безопасности установок термоядерного синтеза и экспериментальных установок для изучения термоядерных реакций. Кроме того, в действующей нормативной правовой базе Российской Федерации не в полной мере регламентированы вопросы обеспечения безопасности как существующих, так и перспективных термоядерных и гибридных систем. С учетом стремительного прогресса в их развитии и появления большого количества проектов установок термоядерного синтеза в последние годы, регулирование безопасности подобных установок является важной и актуальной задачей.

### Регулирование безопасности термоядерных установок в мире

Как правило, в странах, эксплуатирующих установки для исследования термоядерного синтеза, регулирование безопасности таких установок осуществляется национальными органами, ответственными за регулирование безопасности при использовании атомной энергии [5–7]. При этом в нормативных правовых базах других стран также

отсутствуют специфические нормативные документы, определяющие требования по обеспечению безопасности установок термоядерного синтеза и гибридных систем.

Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) выпустило ряд документов серии TECDOC [8–10], в которых в рамках работы отдельных экспертных рабочих групп аккумулирован опыт организаций и экспертов по созданию технологий термоядерного синтеза, однако предложений по регулированию безопасности данных технологий в указанных документах не приводится. В настоящее время к публикации готовятся два документа МАГАТЭ серии TECDOC – «Безопасность и радиационная защита на термоядерных установках» и «Регулирование безопасности термоядерных установок».

При этом в ряде стран проводятся свои исследования подходов к регулированию безопасности термоядерных установок. Так, в связи с отсутствием у Комиссии по ядерному регулированию США (Nuclear Regulatory Commission – NRC) конкретного подхода к регулированию безопасности термоядерных установок [11], в 2020 г. американской компанией “Hogan Lovells” проведен анализ проблемных аспектов, возникающих при применении нормативных требований для реакторов деления к реакторам синтеза [12]. В отчете [12] отмечено значительное количество как юридических несоответствий, так и излишних, необоснованных с точки зрения технологии и потенциальной опасности требований к обеспечению безопасности и наличию обязательных систем и элементов. По результатам анализа разработаны рекомендации для NRC, согласно которым предпочтительной является разработка независимой нормативной правовой базы для регулирования безопасности термоядерных установок и гибридных систем с учетом специфики данных технологий и факторов опасности [12].

Также 30 марта 2021 г. с участием NRC и компаний-разработчиков проведено общественное обсуждение вопросов регулирования безопасности и лицензирования установок термоядерного синтеза для коммерческого использования и разработки специальной нормативной правовой базы [13]. Участниками в ходе обсуждения отмечено, что нормативная правовая база должна быть, насколько это практически возможно, нейтральной к реализуемым технологиям термоядерных реакторов [13]. По результатам данного обсуждения, а также встречи Комитета по технике безопасности при работе с реакторами (Advisory Committee on Reactor

Safeguards – ACRS) на сайте NRC опубликован документ [14], в котором предложены различные подходы к регулированию безопасности термоядерных установок, основанные на дифференцированном подходе и учете рисков, присущих подобным установкам. Согласно [14] прорабатывается возможность использования существующих требований по обеспечению безопасности объектов использования атомной энергии, однако предпочтительной является разработка применимого ко всем типам термоядерных установок консолидированного подхода, основанного на оценке последствий возможных аварий. При разработке новых нормативных требований и процедур для регулирования безопасности и лицензирования термоядерных установок NRC будет учитывать результаты будущих встреч и обсуждений с представителями организаций-разработчиков и Департамента по энергетике США [14].

Организацией научно-технической поддержки регулирующего органа Германии (Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit – GRS) в 2016 г. проведено исследование возможности использования нормативной правовой базы регулирования безопасности реакторов деления для потенциальных электростанций на основе термоядерного реактора [15]. По результатам исследования [15] сделан вывод о том, что в отношении установок синтеза можно использовать подходы, применяемые к регулированию безопасности реакторов деления, однако они должны быть модифицированы с целью учета особенностей термоядерных установок.

Следует также отметить, что, в соответствии с действующим в Канаде законодательством, к ядерным установкам Класса 1А [16] относятся: реакторные установки (деления или синтеза) любых размеров, в том числе для коммерческого использования, малые модульные реакторы, исследовательские реакторы, а также прототипы новых реакторов (деления или синтеза) для проведения научных изысканий. Однако с момента введения в действие [16] лицензирование деятельности по размещению, сооружению и вводу в эксплуатацию термоядерных установок в Канаде не осуществлялось. Также в [16] определен общий порядок процедуры лицензирования ядерных установок Класса 1А, однако специфические требования по обеспечению безопасности термоядерных установок в [16] отсутствуют.

При создании международного термоядерного реактора ИТЭР [4] во Франции эксплуатирующей организацией получена лицензия Управления

по ядерной безопасности Франции (Autorité de sûreté nucléaire – ASN) на сооружение ядерной установки [17]. При рассмотрении материалов проекта ИТЭР [4] специалистами ASN применялся тот же подход и нормативные требования, что и для установок с ядерными реакторами деления. Следует отметить, что нормативная правовая база Франции в области использования атомной энергии нейтральна к технологиям и содержит требования высокого уровня по обеспечению безопасности, в то время как реализация требований регламентируется специально разрабатываемыми руководствами (при наличии) и оценивается специалистами ASN в рамках процедуры лицензирования [18].

### Регулирование безопасности термоядерных установок в Российской Федерации

Исследования, проведенные в Институте законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации, показали, что новые технологии и эффекты от их повсеместного использования не только влияют на регулятивный потенциал и эффективность права, но и меняют сферу правового регулирования, содержание, систему и форму права, а также механизм реализации права [19]. При этом, согласно [19], для упорядочения принципиально новых отношений государство зачастую использует старые подходы и шаблоны, которые для этого не пригодны.

Очевидно, что регулирование безопасности новых технологий не должно сдерживать потенциал их развития. При этом независимо от отрасли при правовом регулировании новых технологий возможна реализация одного из трех подходов к регулированию [20]:

- применение действующих нормативных требований к новым технологиям;
- внесение изменений в действующие нормативные требования с учетом современных тенденций и уровня развития технологий;
- разработка принципиально новых нормативных требований.

В Российской Федерации имеется опыт успешной реализации проекта плавучего энергоблока «Академик Ломоносов» с двумя малыми модульными реакторами типа КЛТ-40С, которая обеспечена, в том числе, своевременным внесением изменений в федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии [21–23], устанавливающие требования к атомным судам и учитывающие специфические особенности плавучего энергоблока.

При этом в некоторых случаях административные барьеры могут препятствовать реализации инновационных проектов, так как соблюдение части требований не приводит к повышению уровня безопасности, но значительно увеличивает стоимость внедрения технологий [24, 25].

В Российской Федерации правовая основа и принципы регулирования отношений, возникающих при использовании атомной энергии, определены в Федеральном законе от 21.11.1995 № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» [26]. Федеральный закон [26] устанавливает, в том числе, полномочия органов власти, принципы государственного управления использованием атомной энергии и регулирования безопасности при использовании атомной энергии, ответственность за деятельность в области использования атомной энергии и особые условия эксплуатации различного рода объектов.

Как показано выше, чаще всего в международной практике безопасность термоядерных установок обеспечивается в соответствии с требованиями, распространяющимися на ядерные установки. Однако, в соответствии со статьей 3 Федерального закона [26], к ядерным установкам относятся:

- сооружения и комплексы с ядерными реакторами (атомные станции, исследовательские ядерные установки, транспортные и транспортабельные средства и др.);
- сооружения и комплексы с критическими и подкритическими ядерными стендами;
- установки и устройства с ядерными зарядами для использования в мирных целях;
- иные комплексы и установки, предназначенные для производства, использования, переработки ядерного топлива и ядерных материалов.

Таким образом, в соответствии с положениями Федерального закона [26] и определениями перечисленных выше объектов, приведенных в федеральных нормах и правилах [21, 27–30], основной отличительной особенностью ядерных установок является использование материалов, содержащих или способных воспроизвести делящиеся ядерные вещества [26], а имеющиеся в составе ядерных установок реакторы предназначены для реализации ядерной реакции деления. В результате под данное определение попадает только часть термоядерных установок, которые предполагают использование нейтронов синтеза для инициации реакции деления в бланкетах из ядерных материалов (гибридные системы). В то же время основной отличительной особенностью термоядерных и гибридных систем

является получение атомной энергии в результате реализации ядерной реакции синтеза легких ядер. Таким образом, определение «ядерные установки» в действующей редакции статьи 3 Федерального закона [26] применимо не ко всем типам термоядерных систем.

В конструкциях термоядерных установок зачастую используются ускорители заряженных частиц, обеспечивающие передачу необходимой энергии плазме (разогрев). Необходимость создания внешних условий для реализации реакции термоядерного синтеза, в результате которой, в том числе, генерируется ионизирующее излучение, может привести к отнесению некоторых типов термоядерных установок к радиационным источникам, которые определяются как «не относящиеся к ядерным установкам комплексы, установки, аппараты, оборудование и изделия, в которых содержатся радиоактивные вещества или генерируется ионизирующее излучение» [26]. Однако при эксплуатации генерирующих радиационных источников, в отличие от термоядерных установок, отсутствует какая-либо потенциальная возможность получения энергии больше затраченной. Кроме того, генерирующие радиационные источники существенно отличаются от термоядерных установок по назначению (в основном используются в медицинских целях) и по уровню потенциальной опасности ввиду наличия в термоядерных установках большого количества трития и образования радиоактивных веществ в результате активации конструкционных элементов. Также следует отметить, что для радиационных источников, в отличие от термоядерных установок, отсутствует необходимость в системах безопасности. Так, в федеральных нормах и правилах НП-038-16 «Общие положения обеспечения безопасности радиационных источников» [31] отсутствует такой класс систем, как системы безопасности.

В Российской Федерации планируются экспериментальные исследования на установках термоядерного синтеза различного типа. Программа исследований на строящейся в НИЦ «Курчатовский институт» установке магнитного удержания плазмы на основе токамака Т15-МД нацелена на решение наиболее актуальных проблем проекта ИТЭР [4] и развитие использования термоядерного синтеза в Российской Федерации [2]. Кроме того, планируются к созданию экспериментальные установки для исследования термоядерных реакций, такие как, например, проект термоядерного реактора на основе открытой магнитной ловушки, разработанный

в Институте ядерной физики им. Г. И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук [32]. Также на базе ФГУП «РФЯЦ – ВНИИЭФ» создается установка лазерного термоядерного синтеза УФЛ-2М, предназначенная для фундаментальных исследований в области физики высоких плотностей энергии, в том числе применения лазерного термоядерного синтеза в энергетике [33].

Следует отметить, что работа подобных установок сопряжена с рядом достаточно специфических факторов опасности. В связи с тем, что на установках термоядерного синтеза тритий используется в большом количестве в качестве топлива для реализации реакции синтеза дейтерия и трития (D–T-реакция), одним из основных факторов опасности установок термоядерного синтеза является проблема удержания трития в оборудовании систем обращения с тритием и очистки от трития воздуха в системах вентиляции (тритий является радиоактивным изотопом водорода с высокой проникающей способностью и периодом полураспада 12,3 лет, а его биологическая опасность связана с возможностью замещения тритием нерадиоактивных атомов водорода в углеводородных соединениях). Также потенциальную опасность представляют взрывоопасность трития, высокие уровни мощности нейтронного излучения и выброс в атмосферу радиоактивной пыли, образующейся при активации конструктивных элементов установки и воздействии на них термоядерной плазмы.

В настоящее время ряд факторов опасности термоядерных установок частично или полностью отражен в законодательстве Российской Федерации и федеральных нормах и правилах в области использования атомной энергии. Так, например, тритий включен в «Перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды» [34]. Нормативы допустимых выбросов трития в атмосферу устанавливаются в соответствии с постановлением Правительства «О нормативах допустимых выбросов радиоактивных веществ и нормативах допустимых сбросов радиоактивных веществ, а также о выдаче разрешений на выбросы радиоактивных веществ, разрешений на сбросы радиоактивных веществ» [35], а допустимое радиационное воздействие на население и окружающую среду может быть оценено с использованием методики разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух [36].

Также в федеральных нормах и правилах НП-020-15 «Сбор, переработка, хранение и кондиционирование твердых радиоактивных отходов.

Требования безопасности» [37] установлены требования, которые могут быть применены для регулирования безопасности при обращении с облученным демонтированным оборудованием.

Однако ввиду генерации потоков высокоэнергетических нейтронов (14 МэВ) и обращения с большими объемами трития установленных в действующих нормативных документах требований может быть недостаточно для обеспечения безопасности при эксплуатации термоядерных установок.

При этом, в связи с возможным отсутствием ядерных материалов и невозможностью возникновения самоподдерживающейся цепной реакции деления, часть требований действующих федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, регулирующих безопасность ядерных установок, может быть неприменима или вносить излишние требования к конструкции систем и элементов термоядерной установки.

### Выводы

В связи с развитием технологий термоядерного синтеза и растущим интересом к термоядерным установкам очевидна необходимость выполнения комплексного анализа, внесения изменений в нормативные правовые акты и разработки ряда федеральных норм и правил в области использования атомной энергии с учетом специфики термоядерных установок для успешной реализации подобных технологий. Также изменения должны послужить основанием для дальнейшего развития термоядерной энергетики, при этом учитывать все факторы опасности, присущие перспективным установкам.

В целом, с учетом опыта регулирования безопасности новых технологий в области использования атомной энергии, очевидна необходимость совершенствования нормативной правовой базы регулирования безопасности параллельно с развитием инновационных технологий как с целью обеспечения безопасности персонала, населения и окружающей среды, так и с целью грамотного планирования деятельности по разработке технологий и проведению экспериментальных исследований по обоснованию их безопасности. Указанная деятельность уже предусмотрена в рамках Федерального проекта «Разработка технологий управляемого термоядерного синтеза и инновационных плазменных технологий» Государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» [38].

## Литература

1. International Fusion Activities and the IAEA's Role. URL: <https://www.iaea.org/topics/fusion> (дата обращения: 26.08.2021).
2. Исследования и разработки в области физики плазмы и термоядерного синтеза. URL: [http://nrcki.ru/catalog/index.shtml?g\\_show=34943&path=3977,7732,34943](http://nrcki.ru/catalog/index.shtml?g_show=34943&path=3977,7732,34943) (дата обращения: 26.08.2021).
3. О развитии техники, технологий и научных исследований в области использования атомной энергии в Российской Федерации: указ Президента Российской Федерации от 16.04.2020 № 270.
4. The ITER Tokamak. URL: <https://www.iter.org/mach> (дата обращения: 26.08.2021).
5. Fusion Regulatory in USA. URL: <https://www.fusionindustryassociation.org/post/fusion-regulatory-white-paper> (дата обращения: 26.08.2021).
6. UKAEA's Strategy for the Decommissioning of its Nuclear Licensed Sites. URL: <http://www.onr.org.uk/nuc20.pdf> (дата обращения: 26.08.2021).
7. Questions Relating to Safety of Wendelstein-7X. URL: <https://www.ipp.mpg.de/17064/strahlenschutz> (дата обращения: 26.08.2021).
8. Integrated Approach to Safety Classification of Mechanical Components for Fusion Applications, IAEA TECDOC-1851, IAEA, Vienna (2018).
9. Conceptual Development of Steady State Compact Fusion Neutron Sources, IAEA TECDOC-1875, IAEA, Vienna (2019).
10. Investigations of Materials under High Repetition and Intense Fusion Pulses, IAEA TECDOC-1829, IAEA, Vienna (2017).
11. Policy Issue (Notation Vote). Regulation of Fusion Based Power Generation Devices, SECY-09-0064, United States Nuclear Regulatory Commission, USA, 2009.
12. Amy C. Roma, Sachin S. Desai. The Regulation of Fusion – A Practical and Innovation-friendly Approach. – Hogan Lovells, 2020.
13. Fusion Energy Reactors. URL: <https://www.nrc.gov/reactors/new-reactors/advanced/fusion-energy.html> (дата обращения: 26.08.2021).
14. Preliminary White Paper – Options for Licensing and Regulating Fusion Energy Systems (April 2021). URL: <https://www.nrc.gov/docs/ML2111/ML21118A081.pdf> (дата обращения: 26.08.2021).
15. Jürgen Raeder et al. Review of the Safety Concept for Fusion Reactor Concepts and Transferability of the Nuclear Fission Regulation to Potential Fusion Power Plants. – GRS, 2016.
16. Licensing Process for Class 1A Nuclear Facilities and Uranium Mines and Mills, REGDOC-3.5.1, CNSC, Ottawa (2017).
17. ITER Licensing Process Underway. URL: <https://www.iter.org/fr/newsline/159/551> (дата обращения: 26.08.2021).
18. Nuclear Legislation in OECD and NEA Countries. France. URL: <https://www.oecd-nea.org/law/legislation/france.pdf> (дата обращения: 26.08.2021).
19. X Международный конгресс сравнительного правоведения / Круглый стол «Идентификация права в современной социальной регуляции». URL: [https://izak.ru/institute/events/x-mezhdunarodnyy-kongress-sravnitel'nogo-pravovedeniya-kruglyy-stol-identifikatsiya-prava-v-sovremenn/?sphrase\\_id=16035](https://izak.ru/institute/events/x-mezhdunarodnyy-kongress-sravnitel'nogo-pravovedeniya-kruglyy-stol-identifikatsiya-prava-v-sovremenn/?sphrase_id=16035) (дата обращения: 26.08.2021).
20. Хлопова Е. Н. Правовое обеспечение различных видов деятельности в сфере высоких технологий в современной России / Е. Н. Хлопова, В. О. Леликов-Кузьменко // Этико-правовые основания регулирования высоких технологий в современном мире: сб. статей. – Калининград: БФУ им. А. Канта, 2020. – С. 15–26. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43003926&pff=1&> (дата обращения: 26.08.2021).
21. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Общие положения обеспечения безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами. НП-022-17: утверждены приказом Ростехнадзора от 04.09.2017 № 351.
22. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Правила ядерной безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами. НП-029-17: утверждены приказом Ростехнадзора от 04.09.2017 № 352.

23. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Требования к планированию мероприятий по действиям и защите персонала при ядерных и радиационных авариях на судах и других плавсредствах с ядерными реакторами. НП-079-18: утверждены приказом Ростехнадзора от 27.06.2018 № 278.

24. Строительство реактора СВБР-100 откладывается. URL: <https://www.atomic-energy.ru/news/2017/04/06/74526> (дата обращения: 26.08.2021).

25. Стоимость СВБР-100 выросла вдвое до 36 млрд рублей. URL: <https://www.atomic-energy.ru/news/2014/10/14/52209> (дата обращения: 26.08.2021).

26. Об использовании атомной энергии: Федер. закон от 21.11.1995 № 170-ФЗ.

27. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций. НП-001-15: утверждены приказом Ростехнадзора от 17.12.2015 № 522.

28. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Общие положения обеспечения безопасности исследовательских ядерных установок. НП-033-11: утверждены приказом Ростехнадзора от 30.06.2011 № 348.

29. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Общие положения обеспечения безопасности космических аппаратов с ядерными реакторами. НП-101-17: утверждены приказом Ростехнадзора от 23.10.2017 № 442.

30. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Общие положения обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла (ОПБ ОЯТЦ). НП-016-05: утверждены приказом Ростехнадзора от 02.12.2005 № 11.

31. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Общие положения обеспечения безопасности радиационных источников. НП-038-16: утверждены приказом Ростехнадзора от 28.10.2016 № 405.

32. Установка «Газодинамическая Ловушка» (ГДЛ). URL: <http://www.inp.nsk.su/nauka/nauchnye-podrazdeleniya/gdl> (дата обращения: 26.08.2021).

33. Физика лазеров. URL: <http://www.vniief.ru/researchdirections/Research/laserphysics/> (дата обращения: 26.08.2021).

34. Перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды: утвержден распоряжением Правительства РФ от 08.07.2015 № 1316-р.

35. О нормативах допустимых выбросов радиоактивных веществ и нормативах допустимых сбросов радиоактивных веществ, а также о выдаче разрешений на выбросы радиоактивных веществ, разрешений на сбросы радиоактивных веществ: постановление Правительства РФ от 26.06.2018 № 731.

36. Методика разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух: утверждена приказом Ростехнадзора от 07.11.2012 № 639.

37. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Сбор, переработка, хранение и кондиционирование твердых радиоактивных отходов. Требования безопасности. НП-020-15: утверждены приказом Ростехнадзора от 25.06.2015 № 243.

38. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации»: постановление Правительства РФ от 29.03.2019 № 377.

## References

1. International Fusion Activities and the IAEA's Role. URL: <https://www.iaea.org/topics/fusion> (reference date: 26.08.2021).

2. Research and Development in Plasma Physics and Nuclear Fusion. URL: [http://nrcki.ru/catalog/index.shtml?g\\_show=34943&path=3977,7732,34943](http://nrcki.ru/catalog/index.shtml?g_show=34943&path=3977,7732,34943) (reference date: 26.08.2021).

3. О развитии техники, технологии и научных исследований в области использования атомной энергии в Российской Федерации: указ Президента Российской Федерации [On the Development of Engineering, Technology and Scientific Research in the Field of Atomic Energy Use in the Russian Federation: Decree of the President of the Russian Federation]. 2020.



4. The ITER Tokamak. URL: <https://www.iter.org/mach> (reference date: 26.08.2021).
5. Fusion Regulatory in USA. URL: <https://www.fusionindustryassociation.org/post/fusion-regulatory-white-paper> (reference date: 26.08.2021).
6. UKAEA's Strategy for the Decommissioning of its Nuclear Licensed Sites. URL: <http://www.onr.org.uk/nuc20.pdf> (reference date: 26.08.2021).
7. Questions Relating to Safety of Wendelstein-7X. URL: <https://www.ipp.mpg.de/17064/strahlenschutz> (reference date: 26.08.2021).
8. Integrated Approach to Safety Classification of Mechanical Components for Fusion Applications, IAEA TECDOC-1851. IAEA, Vienna. 2018.
9. Conceptual Development of Steady State Compact Fusion Neutron Sources, IAEA TECDOC-1875. IAEA, Vienna. 2019.
10. Investigations of Materials under High Repetition and Intense Fusion Pulses, IAEA TECDOC-1829. IAEA, Vienna. 2017.
11. Policy Issue (Notation Vote). Regulation of Fusion Based Power Generation Devices, SECY-09-0064. United States Nuclear Regulatory Commission, USA. 2009.
12. Amy C. Roma, Sachin S. Desai. (2020). The Regulation of Fusion – A Practical and Innovation-friendly Approach. Hogan Lovells.
13. Fusion Energy Reactors. URL: <https://www.nrc.gov/reactors/new-reactors/advanced/fusion-energy.html> (reference date: 26.08.2021).
14. Preliminary White Paper – Options for Licensing and Regulating Fusion Energy Systems (April 2021). URL: <https://www.nrc.gov/docs/ML2111/ML21118A081.pdf> (reference date: 26.08.2021).
15. Jürgen Raeder et al. (2016). Review of the Safety Concept for Fusion Reactor Concepts and Transferability of the Nuclear Fission Regulation to Potential Fusion Power Plants. GRS.
16. Licensing Process for Class 1A Nuclear Facilities and Uranium Mines and Mills, REGDOC-3.5.1. CNSC, Ottawa. 2017.
17. ITER Licensing Process Underway. URL: <https://www.iter.org/fr/newsline/159/551> (reference date: 26.08.2021).
18. Nuclear Legislation in OECD and NEA Countries. France. URL: <https://www.oecd-nea.org/law/legislation/france.pdf> (reference date: 26.08.2021).
19. X Mezhdunarodnyi kongress sravnitel'nogo pravovedeniya. Kruglyi stol "Identifikatsiya prava v sovremennoi sotsial'noi regulyatsii" [X International Congress of Comparative Law. Round Table "Identification of Law in Contemporary Social Regulation"]. URL: [https://izak.ru/institute/events/x-mezhdunarodnyy-kongress-sravnitel'nogo-pravovedeniya-kruglyy-stol-identifikatsiya-prava-v-sovremenn/?sphrase\\_id=16035](https://izak.ru/institute/events/x-mezhdunarodnyy-kongress-sravnitel'nogo-pravovedeniya-kruglyy-stol-identifikatsiya-prava-v-sovremenn/?sphrase_id=16035) (reference date: 26.08.2021).
20. Khlopova E. N., Lelikov-Kuzmenko V. O. Pravovoe obespechenie razlichnykh vidov deyatel'nosti v sfere vysokikh tekhnologii v sovremennoi Rossii [Legal support of various activities in the field of high technologies in modern Russia]. Sbornik statei "Ehtiko-pravovye osnovaniya regulirovaniya vysokikh tekhnologii v sovremennom mire" – Collection of articles "Ethical and legal grounds for regulating high technologies in the modern world". Kaliningrad, IKBFU, 2020 [in Russian]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43003926&pff=1> (reference date: 26.08.2021).
21. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii "Obshchie polozheniya obespecheniya bezopasnosti sudov i drugikh plavsredstv s yadernymi reaktorami" (NP-022-17) [Federal Standards and Rules in the Field of Atomic Energy Use "General safety assurance provisions for ships and other floating craft with nuclear reactors" (NP-022-17)]. 2017.
22. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii "Pravila yadernoi bezopasnosti sudov i drugikh plavsredstv s yadernymi reaktorami" (NP-029-17) [Federal Standards and Rules in the Field of Atomic Energy Use "Nuclear safety rules for ships and other floating craft with nuclear reactors" (NP-029-17)]. 2017.
23. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii "Trebovaniya k planirovaniyu meropriyatii po deistviyam i zashchite personala pri yadernykh i radiatsionnykh avariakh na sudakh i drugikh plavsredstvakh s yadernymi reaktorami" (NP-079-18) [Federal Standards and Rules in the Field of Atomic Energy Use "Requirements to Planning of Measures for Actions and Protection of Personnel at Nuclear and Radiological Accidents on Vessels and Other Watercraft with Nuclear Reactors" (NP-079-18)]. 2018.

24. Stroitel'stvo reaktora SVBR-100 otkladyvaetsya [Construction of the SVBR-100 reactor is postponed]. URL: <https://www.atomic-energy.ru/news/2017/04/06/74526> (reference date: 26.08.2021).
25. Stoimost' SVBR-100 vyrosla vdvoe do 36 mlrd rublei [The cost of SVBR-100 has doubled to 36 billion rubles]. URL: <https://www.atomic-energy.ru/news/2014/10/14/52209> (reference date: 26.08.2021).
26. Federal'nyi zakon "Ob ispol'zovanii atomnoi ehnergii" (no. 170-FZ) [Federal law "On the use of atomic energy" (no. 170-FZ)]. 1995.
27. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii "Obshchie polozheniya obespecheniya bezopasnosti atomnykh stantsii" (NP-001-15) [Federal Standards and Rules in the Field of Atomic Energy Use "General provisions for nuclear power plant safety assurance" (NP-001-15)]. 2015.
28. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii "Obshchie polozheniya obespecheniya bezopasnosti issledovatel'skikh yadernykh ustanovok" (NP-033-11) [Federal Standards and Rules in the Field of Atomic Energy Use "General safety provisions of nuclear research installations" (NP-033-11)]. 2011.
29. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii "Obshchie polozheniya obespecheniya bezopasnosti kosmicheskikh apparatov s yadernymi reaktorami" (NP-101-17) [Federal Standards and Rules in the Field of Atomic Energy Use "General provisions of safety assurance for spacecraft with nuclear reactors" (NP-101-17)]. 2017.
30. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii "Obshchie polozheniya obespecheniya bezopasnosti ob'ektov yadernogo toplivnogo tsikla (OPB OYATTS)" (NP-016-05) [Federal Standards and Rules in the Field of Atomic Energy Use "General provisions of safety assurance for nuclear fuel cycle facilities" (NP-016-05)]. 2005.
31. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii "Obshchie polozheniya obespecheniya bezopasnosti radiatsionnykh istochnikov" (NP-038-16) [Federal Standards and Rules in the Field of Atomic Energy Use "General provisions of safety assurance for radioactive sources" (NP-038-16)]. 2016.
32. Ustanovka "Gazodinamicheskaya Lovushka" (GDL) ["Gas-dynamic trap" Facility (GDL)]. URL: <http://www.inp.nsk.su/nauka/nauchnye-podrazdeleniya/gdl> (reference date: 26.08.2021).
33. Fizika lazerov [Laser physics]. URL: <http://www.vniief.ru/researchdirections/Research/laserphysics/> (reference date: 26.08.2021).
34. Perechen' zagryaznyayushchikh veshchestv, v otnoshenii kotorykh primenyayutsya mery gosudarstvennogo regulirovaniya v oblasti okhrany okruzhayushchei sredy: rasporyazhenie Pravitel'stva [The list of pollutants for which state regulation measures in the field of environmental protection are applied: Government decree]. 2015.
35. O normativakh dopustimyykh vybrosov radioaktivnykh veshchestv i normativakh dopustimyykh sbrosov radioaktivnykh veshchestv, a takzhe o vydache razreshenii na vybrosy radioaktivnykh veshchestv, razreshenii na sbrosy radioaktivnykh veshchestv: postanovlenie Pravitel'stva RF [On the standards of permissible emissions of radioactive substances and standards of permissible discharges of radioactive substances, as well as on the issuance of permits for the release of radioactive substances, permits for the discharge of radioactive substances: Government decree]. 2018.
36. Metodika razrabotki i ustanovleniya normativov predel'no dopustimyykh vybrosov radioaktivnykh veshchestv v atmosferyi vozdukh [Methodology for the development and establishment of standards for maximum permissible emissions of radioactive substances into the atmospheric air]. 2012.
37. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii "Sbor, pererabotka, khranenie i konditsionirovanie tverdykh radioaktivnykh otkhodov" (NP-020-15) [Federal Standards and Rules in the Field of Atomic Energy Use "Collection, processing, storage and conditioning of solid radioactive waste. Safety requirements" (NP-020-15)]. 2015.
38. Ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy Rossiiskoi Federatsii "Nauchno-tekhnologicheskoe razvitie Rossiiskoi Federatsii": postanovlenie Pravitel'stva RF [On the approval of the state program of the Russian Federation "Scientific and technological development of the Russian Federation": Government decree]. 2019.

#### Сведения об авторах

*Шарафутдинов Рашиет Борисович*, заместитель директора, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

*Курьиндин Антон Владимирович*, руководитель отделения общих проблем ядерной и радиационной безопасности, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

*Киркин Андрей Михайлович*, начальник отдела безопасности исследовательских и транспортных ядерных установок, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

*Синегрибов Сергей Владимирович*, начальник лаборатории безопасности исследовательских установок отдела безопасности исследовательских и транспортных ядерных установок, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

*Картова Анна Максимовна*, младший научный сотрудник отдела безопасности исследовательских и транспортных ядерных установок, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

#### Author credentials

*Sharafutdinov Rashet Borisovich*, Deputy Director, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8, building 5, Malaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140), e-mail: charafoutdinov@secnrs.ru.

*Kuryndin Anton Vladimirovich*, Head of Nuclear and Radiation Safety Department, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8, building 5, Malaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140), e-mail: kuryndin@secnrs.ru.

*Kirkin Andrey Mikchaylovich*, Head of the Research and Transport Nuclear Installations Safety Division, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8, building 5, Malaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140), e-mail: kirkin@secnrs.ru.

*Sinegribov Sergey Vladimirovich*, Head of Laboratory on Safety of Research Facilities of the Research and Transport Nuclear Installations Safety Division, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8, building 5, Malaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140), e-mail: sinegribov@secnrs.ru.

*Kartova Anna Maksimovna*, Junior Scientific Associate of the Research and Transport Nuclear Installations Safety Division, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8, building 5, Malaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140), e-mail: kartova@secnrs.ru.

#### Для цитирования

*Шарафутдинов Р. Б., Курьиндин А. В., Киркин А. М., Синегрибов С. В., Картова А. М.* О необходимости совершенствования нормативной правовой базы в области использования атомной энергии для регулирования безопасности термоядерных установок // Ядерная и радиационная безопасность. 2021. № 3 (101). С. 5–15. DOI: 10.26277/SECNRS.2021.101.3.001.

#### For citation

*Sharafutdinov R. B., Kuryndin A. V., Kirkin A. M., Sinegribov S. V., Kartova A. M.* On the necessity of improvement of legal and regulatory framework in the field of atomic energy use for fusion regulation. Nuclear and Radiation Safety, 2021, no. 3 (101), pp. 5–15. DOI: 10.26277/SECNRS.2021.101.3.001 [in Russian].

