



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»



# АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ РОССИЙСКИХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА АЭС ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ВОДОРОДА ИЗ ВОДЫ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Н.Л. Харитонов, И.А. Кириллов

*(Национальный исследовательский центр “Курчатовский институт” )*

В.А. Симоненко, В.М. Крюков

*(Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики  
им. Забабахина)*

Международная конференция XVI Забабахинские научные чтения  
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина»

29 мая - 2 июня 2023, г. Снежинск

## Актуальность

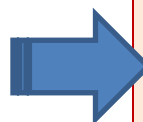


**Концепция** развития водородной энергетики в РФ, утв. распоряжением Правительства РФ от 5 августа 2021 г. (№ 2162-р)



Одной из важнейших проблем использования водорода является отсутствие единого гармонизированного государственного нормативно-правового регламента использования водорода и водородных технологий

**Решение Комитета Государственной Думы** по энергетике от 21 октября 2020 г. на тему «Водородная энергетика: текущая ситуация и перспективы развития в России и мире», утвержденному Комитетом Государственной Думы по энергетике (№ 3.25-5/157)



ГК «Росатом» рекомендуется принять меры по гармонизации системы нормативно-правового регулирования, принятой в атомной промышленности, с национальными, общепромышленными стандартами, регламентирующими производство, хранение, транспортировку и использование водорода

# Цели гармонизации нормативно-технической базы\*



- ❖ Обеспечение безопасности в области использования атомной энергии является главным критерием нормируемых и стандартизуемых проектных, конструкторских, технологических и управленческих решений.
- ❖ Формирование взаимосвязанной нормативно-технической базы (требований нормативных правовых актов, документов по стандартизации и технической документации), в том числе формирование и применение единой терминологии.
- ❖ Проведение гармонизации российской нормативно-технической базы с международными и региональными нормативными документами с учетом технологического уровня организаций атомного энергопромышленного комплекса.
- ❖ Повышение уровня унификации продукции, комплектующих и запасных частей, применяемых на объектах использования атомной энергии.

\*) ЕДИНЫЕ ОТРАСЛЕВЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ГАРМОНИЗАЦИИ ДОКУМЕНТОВ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ . УТВЕРЖДЕНЫ приказом Госкорпорации «Росатом» от 27.12.2017 № 1/1362-П

# Электролизное производство водорода на АЭС

**Электролиз** воды с использованием электроэнергии АЭС - наиболее экологичный способ производства  $H_2$



В РФ используется около 1200-1300 пром. электролизных установок. Анализ более чем 45-летнего опыта эксплуатации электролизных установок на АЭС показывает, что сложившейся нормативно-правовой основы (для собственных нужд — для водородного охлаждения статора турбогенератора) – достаточно.

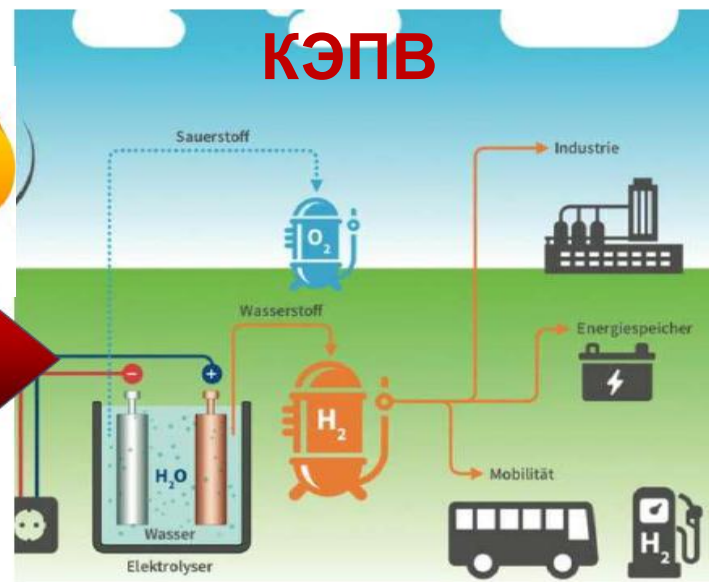
Водород давно используется в нефтехимии, пищевой промышленности т.п., однако, его широкое применение в качестве энергоносителя – явление новое

При разработке и эксплуатации водородных установок используются, главным образом, нормативные документы, общие для всех пожаровзрывоопасных газов, а не требования, специально адаптированные для водорода





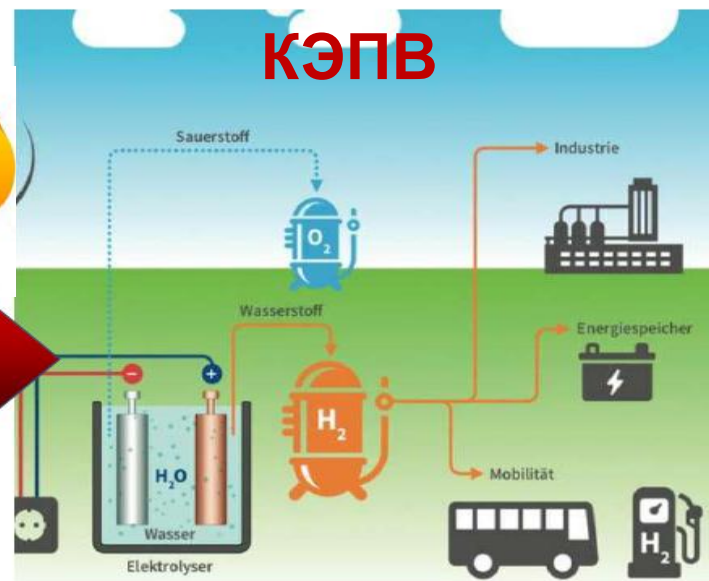
# Безопасность электролизного производство $H_2$ на АЭС



*При размещении РУ и КЭПВ на различных площадках, нормативное регулирование должно осуществляться, как в соответствии с Федеральным законом «Об использовании атомной энергии» № 170-ФЗ (АЭС), так и в соответствии с Федеральным законом № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (для КЭПВ)*

*При размещении на одной площадке РУ и КЭПВ необходимо соблюдение требований документов Раздела I Перечня П-01-01-2021 в дополнение к требованиям документов Раздела II Перечня П-01-01-2021 .*

# Безопасность электролизного производство $H_2$ на АЭС



Основные принципы и общие требования к техническим и организационным мерам на АЭС направлены на удержание радиоактивных веществ в установленных границах.

Нормы промбезопасности установок, с горючими/ взрывоопасными материалами, направлены на предотвращение накопления взрывоопасных веществ и достижения взрывоопасных концентраций, т.е. сооружаются без использования защитной оболочки

# Нормативное регулирование пожаровзрывобезопасности КЭВП на атомных электростанциях



- ❖ выявить области требований, где *требования к безопасности АЭС не удовлетворяют общим промышленным требованиям безопасности* (область 1);
- ❖ обнаружить области *неполноты общих промышленных требований по сравнению с АЭС* (область 2);
- ❖ обозначить области 3 и 3', признающиеся **совпадающими**, но в отдельных частях имеющие разную степень реализации как для АЭС, так и, вероятно, еще меньшую в большинстве отраслей промышленности

Общепромышленные требования  
безопасности  
Пожарная взрывобезопасность

Требования безопасности  
АЭС

		1
3		3'
2		

**Цель:** Оценка возможности применения требований действующих нормативных правовых документов к регулированию водородной взрывоопасности на АЭС при размещении производства по получению водорода методом электролиза воды на площадке станции с использованием вырабатываемой электроэнергии АЭС

# Для решения поставленной задачи выполнено:



□ формирование перечня нормативной документации, подлежащей анализу применительно к регулированию водородной пожарной взрывобезопасности при получении  $H_2$  методом электролиза воды с использованием электроэнергии АЭС с учетом **Перечня** нормативных документов, относящихся к сфере деятельности РТН (П-01-01-2021), утвержденного приказом №33 от 04.02.2022



□ анализ требований действующих ФНП применительно к регулированию водородной безопасности при получении водорода методом электролиза воды с использованием электроэнергии атомной электростанции с учетом Перечня;

□ формирование перечня отдельных положений правил и общих положений безопасности, подлежащих включению в нормативно правовую документацию для обеспечения безопасности при получении водорода методом электролиза воды с использованием электроэнергии атомной электростанции.



# Федеральные законы, Постановления и распоряжения Правительства, Технические регламенты Российской Федерации, включенные в Перечень



№	Наименование закона	Дата подписания закона и его регистрационный номер
1.	«О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (ред. от 11.06.2021)	21.07.1997 № 116-ФЗ
2.	«О пожарной безопасности»	21.12.1994 № 69-ФЗ
3.	«Об использовании атомной энергии»	21.11.1995 № 170-ФЗ
4.	Проект Федерального закона «Технический регламент по безопасности устройств и систем, предназначенных для производства, хранения, транспортировки и использования водорода» в редакции 2021 г	Проект № 496165-4 Проект ФЗ не принят Решением «круглого стола» Комитета Государственной Думы по энергетике от 21 октября 2020 г. на тему «Водородная энергетика: текущая ситуация и перспективы развития в России и мире», утвержденному Комитетом Государственной Думы по энергетике (№ 3.25-5/157)



№	Наименование регламента	Акт, вводящий в действие регламент, дата подписания и номер
1.	Технический регламент Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования», (ТР ТС 010/2011)	Решение Комиссии Таможенного союза от 18.10.2011 года № 823
2.	Технический регламент о безопасности зданий и сооружений	Федеральный закон 30.12.2009 № 384-ФЗ
3.	Технический регламент о требованиях пожарной безопасности	Федеральный закон 22.07.2008 № 123-ФЗ
3.	Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах», (ТР ТС 012/2011)	Решение Комиссии Таможенного союза от 18.10.2011 года № 825

№	Наименование постановления, распоряжения	Дата подписания постановления, распоряжения и его регистрационный номер
1.	«Концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации»,	Распоряжение Правительства РФ От 5 августа 2021 г. № 2162-р
2.	«План мероприятий "Развитие водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 года"»	Распоряжение Правительства РФ от 12 октября 2020 г. № 2634-р
3.	«О проекте федерального закона № 496165-4 "Технический регламент по безопасности устройств и систем, предназначенных для производства, хранения, транспортировки и использования водорода"» // СЗ РФ. 2012. № 49. Ст. 6784	Постановление Государственной Думы Федерального Собрания РФ от 21 ноября 2012 г. № 1235-6 ГД
4.	Правила противопожарного режима в Российской Федерации	Постановление Правительства РФ от 25 апреля 2012г. №390

# ФНП подлежащие анализу в части регулирования водородной взрывобезопасности применительно к КЭПВ, включенные в Перечень



№	Наименование регламента	Акт, вводящий в действие, дата подписания и номер
1.	Общие положения обеспечения безопасности атомных станций НП-001-15.	Ростехнадзор, Приказ от 17 декабря 2015 года N 522
2.	Требования к содержанию отчета по обоснованию безопасности блока атомной станции с реактором типа ВВЭР НП-006-16	Ростехнадзор, Приказ от 13 февраля 2017 г. No 53
3.	Площадка атомной станции. Требования безопасности НП-032-19	Ростехнадзор, Приказ от 19 июля 2019 года N 287
4.	Правила обеспечения водородной взрывозащиты на атомной станции НП-040-02	Госатомнадзор России постановление от 31.12.2002 №14
5.	Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии НП-064-17	Ростехнадзор, Приказ от 30 ноября 2017 года N 514
	Трубопроводная арматура для атомных станций. Общие технические требования НП-068-05	Ростехнадзор, Приказ от 19 июля 2019 года N 287
	НП-071-18. Правила оценки соответствия продукции, для которой устанавливаются требования, связанные с обеспечением безопасности в области использования атомной энергии	Ростехнадзор, Приказ от 6 февраля 2018 года N 52
	Требования к программам обеспечения качества для объектов НП-090-11.	Ростехнадзор, Приказ от 07.02.2012 г. № 85





# Нормативные документы других органов государственного регулирования (МЧС), включенные в Приложение к Перечню



№	Наименование документа	Приказ об утверждении
1.	Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией. НПБ 110-03	МЧС России, Приказ от 18 июня 2003 г., № 315. Зарегистрирован Минюстом России 27 июня 2003 г., № 4836
2.	Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях и сооружениях НПБ 104-103	МЧС России, Приказ от 20 июня 2003 г., № 323. Зарегистрирован Минюстом России 27 июня 2003 г., № 4837
3.	Пожарная безопасность атомных станций. Общие требования. НПБ 113-03	МЧС России, Приказ от 9 июня 2003 г., № 300. (письмом Минюстом России 27 июня 2003 г. признан не нуждающимся в государственной регистрации)
4.	Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной опасности. СП 12.13130.2009	МЧС России, Приказ от 25 марта 2009 г., № 182
5.	Свод правил. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. СП 3.13120.2009	МЧС России, Приказ от 25 марта 2009 г., № 173
6.	Свод правил. Атомные станции. Требования пожарной безопасности. СП 13.13130.2009	МЧС России, Приказ от 7 сентября 2009 г., № 515



# Нормативные документы по пожарной взрывобезопасности – ФНП в области промышленной безопасности (Ростехнадзор)



№	Наименование документа	Приказ об утверждении
1.	Перечень нормативных правовых актов, содержащих обязательные требования при эксплуатации взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектов IV класса опасности	Приказ Ростехнадзора от 31.08.2017 № 348
2.	Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта	Приказ Ростехнадзора от 15.07.2013 №306
3.	Общие правила взрывобезопасности для взрыво-пожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств	Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 № 533
4.	Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением	Приказ Ростехнадзора от 15.12. 2020 № 536
5.	Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах	Приказ Ростехнадзора от 11.04. 2016 № 144





**Отраслевые стандарты - Нормативные документы по пожарной взрывобезопасности, применимые к КЭПВ и нормы и правила Минэнерго РФ по пожарной взрывобезопасности, не вошедшие в Приложение к Перечню**



№	Наименование документа	Приказ об утверждении
1.	СТО 1.1.1.04.001.1500-2018. Правила пожарной безопасности при эксплуатации атомных станций	Приказ № 9/1719-П АО Концерн Росэнергоатом от 10.12.2018
2.	СТО 1.1.1.02.004.1762-2020. «Электролизные установки для производства водорода на атомных станциях. Технические требования»	С изменением №1 – приказ АО «Концерн Росэнергоатом» от 16.07.2021 № 9/01/1138-П
3.	РД 34.50.501-96. Типовая инструкция по эксплуатации электролизных установок для получения водорода и кислорода	Утверждена Департаментом науки и техники РАО «ЕЭС России» 01.02.96 г.
	Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации». В Правилах раздел 5.13 «Электролизные установки»	Приказ Минэнерго России от 19.06.2003 № 229 (ред. от 13.02.2019 № 98)
	Правила устройства электроустановок, Издание седьмое. Глава 7.10 «Электролизные установки и установки гальванических покрытий»	Приказ Минэнерго России от 08.07.2002 № 204



# Нормативные документы по пожарной взрывобезопасности применимые к КЭПВ – нормы и правила МЧС по пожарной взрывобезопасности, не вошедшие в Приложение к Перечню



№	Наименование документа	Приказ об утверждении
1.	Методические рекомендации по организации профилактики пожаров от электрооборудования в жилых и общественных зданиях с применением технических средств	Письмо МЧС России от 07.04.2022 N 43-2004-19
2.	Требования к оснащению объектов защиты автоматическими установками пожаротушения, системой пожарной сигнализации, системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре	Постановление Правительства РФ от 01.09.2021 N 1464
3.	СП 6.13130. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Электроустановки низковольтные. Требования пожарной безопасности	Приказ МЧС России от 06.04.2021 N 200
4.	СП 486.1311500.2020. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности	Приказ МЧС России от 20.07.2020 N 539
5.	СП 484.1311500.2020. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования	Приказ МЧС России от 31.07.2020 N 582
6.	СП 485.1311500.2020. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования	Приказ МЧС России от 31.08.2020 N 628
7.	СП 10.13130 Свод правил. Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования	Приказ МЧС России от 27.07.2020 N 559
8.	СП 2.13130.2020. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты	Приказ МЧС России от 12.03.2020 N 151
9.	Методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах	Приказ МЧС России от 10.07.2009 №404
10.	СП 4.13130.2013	

№	Наименование документа	Приказ об утверждении
	Свод правил. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям»	Приказ МЧС России от 24.04.2013 N 288 С Изм.1 от 14 августа 2020
11.	СП 485.1311500.2020 Свод правил. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования	Приказ МЧС России от 20.07.2020 N 539
12.	СП 486.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности	Приказ МЧС России от 20.07.2020 N 539
15.	СП 6.13130.2021 Свод правил. Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности»	Приказ МЧС России от 6 апреля 2021 г. N 200



# Безопасность электролизного производство $H_2$ на АЭС



Правовая база Российской Федерации в области пожарной безопасности насчитывает порядка 1700 нормативных документов, содержащих около 100 тысяч различных требований, в которых встречаются устаревшие, избыточные, дублирующие и взаимоисключающие обязательные требования пожарной безопасности.



При разработке и эксплуатации водородных установок используются, главным образом, нормативные документы, общие для всех пожаровзрывоопасных газов, а не требования, специально адаптированные для водорода.

Национальные отечественные стандарты пока еще не регламентируют работу систем компримирования и хранения газов под давлением, которые применяются в мире, и позволяют использовать самые передовые технологии водородной энергетики.





# Конкретизация перечня нормативной документации применительно к регулированию водородной безопасности



**НП-001-15.** Общие правила безопасности атомных станций  
**НП-064-17.** Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии;  
**НП-032-19.** Площадка атомной станции. Требования безопасности.  
**НП-006-16.** Требования к содержанию отчета по обоснованию безопасности блока атомной станции с реактором типа ВВЭР  
**НП-040-02.** Правила обеспечения водородной взрывозащиты на атомной станции ???



**СТО 1.1.1.02.004.1762-2020 с изм. №1** от 2021 г. «Электролизные установки для производства водорода на атомных станциях. Технические требования»;  
**СП 162.1330610.2014** «Требования безопасности при производстве, хранении, транспортировании и использовании жидкого водорода»;  
**ПБ 03-598-03.** Правила безопасности при производстве водорода методом электролиза воды *(отменены без замены с 1 января 2021 года на основании постановления Правительства РФ от 06.08.2020 № 1192);*  
**Проект ФЗ No 496165-4** «Технический регламент по безопасности устройств и систем, предназначенных для производства, хранения, транспортировки и использования водорода» (отклонен Постановлением Государственной Думы РФ от 21 ноября 2012 г.)



# Конкретизация перечня нормативной документации применительно к регулированию водородной безопасности



## Учет в проекте внутренних и внешних воздействий

**НП-064-17** - перечень учитываемых техногенных факторов: **пожар, взрыв на площадке станции; выбросы взрывоопасных, воспламеняющихся газов и аэрозолей в атмосферу, взрыв дрейфующих облаков, выбросы токсичных паров, газов и аэрозолей в атмосферу, землетрясение.**



**НП-032-01** : в проекте АС должен быть представлен анализ влияния на безопасность АС **всех возможных стационарных и подвижных источников аварийных взрывов, промышленных объектов по производству, переработке, хранению и транспортированию химических и взрывчатых веществ** согласно приложению № 5 к НП-064-17 сосуда, работающие под давлением и установки высокого давления с газами, парами и другими жидкостями в радиусе 5 км; магистральные **трубопроводы нефти и газа и других горючих и легковоспламеняющихся жидкостей** в радиусе 7 км; и др. Должны быть **определены параметры воздействия** наиболее опасного аварийного взрыва с учетом ударной волны и вторичных последствий взрыва в виде сотрясения грунта, летящих предметов и местных условий миграции газового облака, безопасные расстояния.

Совершенствование норм для технологий *промышленного производства водорода на АЭС, включающих в себя* производство, компримирование, ожижение, хранение, подготовку к транспортировке, транспортировку и выдачу потребителям больших объемов продуктового водорода



✓ **Ограниченность нормативно-правовой базы**

✓ **Декларативный и программный характер норм**

✓ **Противоречивость целей и критериев, предъявляемых к обеспечению безопасности реакторных установок атомных станций и пожаро-взрывоопасных производств**



# Основные технологические участки КЭПВ

Основные технологические процессы СИК, как объекта атомно-водородной энергетики



# Опасные явления специфичные для комплексов электролизного производства водорода (КЭПВ)



✓ **«утечка водорода без воспламенения»**, т.е. утечка и рассеивание водорода с учетом эффектов ограничения пространства и влияния эффектов вентилирования и формирования зон загазованности

✓ **«воспламенение после утечки»** — самовоспламенение струи водорода или водородно-воздушного облака за счет эффекта спонтанного воспламенения водорода

✓ **«пожар-струя»** (выброс горящего водорода в виде компактной или распыленной струи) — возгорание и факельное горение водородной струи создающей как тепловые, так и барические нагрузки

✓ **«сгорание водородсодержащих смесей в воздухе в ограниченном и загроможденном пространстве»** наиболее опасный сценарий (особенно в случае перехода пламени от дефлаграционного к детонационному горению)

✓ **«разрушение сосуда с водородом под высоким давлением в результате пожара»** является «новым» (для промышленной безопасности и водородной безопасности АЭС) сценарием с малой вероятностью, но большими последствиями.





## Анализ требований отечественных норм, применимых к КЭВП, показал



**отсутствие нормативных актов, в полном объеме регламентирующих:**

❑ водородную взрывобезопасность при промышленном производстве водорода методом электролиза воды на действующих АЭС в части оценки **условий и возможностей возникновения взрыва при утечке водородосодержащих газовых смесей из КЭВП**

❑ требования к объектам водородной энергетики — к системам получения газообразного и сжиженного водорода, хранилищам водорода (газообразного, сжиженного и в виде гидридов металлов), заправочным станциям с использованием газообразного и сжиженного водорода

❑ требования обеспечения безопасности в части **барического, токсического, термического воздействия на безопасность** как отдельных энергоблоков АЭС в целом, так и систем важных для безопасности от облаков, проливов и утечек газообразного и жидкого водорода и/или водородосодержащих смесей, испарения водорода с поверхности разлива жидкого водорода или шуги, неконтролируемого «вскипания» содержимого криогенных сосудов для хранения водорода.



## Анализ требований норм, применимых к КЭВП, показал

❑ в действующих нормативных правовых документах **не конкретизированы** требования к обеспечению безопасности в части **барического, токсического, термического воздействия** на безопасность отдельных энергоблоков и АЭС в целом облаков, проливов и утечек газообразного и жидкого водорода\_и/или водородосодержащих смесей, необходимые для оценки условий возникновения взрыва при утечке водородосодержащих газовых смесей на площадке АЭС

❑ **не установлены однозначно** требования к выполнению оценки эффективности и пределов безопасной эксплуатации для **технических систем водородной пожаро- и взрывозащиты**, таких как системы мониторинга взрывоопасных смесей, беспламенного удаления водорода (пассивные каталитические рекомбинаторы водорода), инертизации объектов и устройств инертными газами, химическими флегматизаторами, водяным паром



## Анализ требований норм, применимых к КЭВП, показал



□ необходимость разработки **методик расчета безопасных расстояний**, как при сооружении КЭВП, так и при сооружении хранилищ жидкого водорода;

□ для учета особенностей оценки взрыво- и пожаробезопасности инфраструктуры обращения с жидким водородом на АЭС необходима **актуализация требований к конструкционным материалам**, используемым в системах и элементах с жидким водородом, а также требований к газгольдерам низкого давления и переменного объема

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ



Для разработки и уточнения отечественных норм и стандартов обеспечения безопасности при промышленном получении водорода методом электролиза воды с использованием электроэнергии атомной электростанции необходимы:

- ❑ экспериментальные данные по опасным факторам горения и взрыва водорода в аварийных условиях;
- ❑ инструменты для анализа рисков и стойкости – методики и программы для ЭВМ) для детерминистского и вероятностного анализа безопасности;
- ❑ работоспособные образцы систем водородной пожаро- и взрывозащиты :
  - ✓ систем *мониторинга взрывоопасных* смесей, системы *беспламенного удаления* водорода (ПКРВ);
  - ✓ систем *инертизации* объектов и устройств инертными газами, химическими флегматизаторами, водяным паром, системы *вентиляции* и т.д., учитывающие особенности процессов распространения и горения водорода и специфику технических средств, обеспечивающих безопасное производство, транспортировку, хранение, распределение и использование водорода.

**Благодарю за внимание !**