



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ  
РОСАТОМ

Отраслевой центр компетенций  
«ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ»

# Классификация оборудования

Занятие 8

## ШКОЛА ПРОЕКТИРОВЩИКОВ

**Филиппов А.А.**  
Ведущий инженер-проектировщик  
АО «Атомэнергопроект» — СПбАЭП

**16.04.2024**

Составил: **Селезнев Н.А.**  
Ведущий специалист  
АО АСЭ Венгерский филиал

# Введение



- В данной презентации рассматривается различная классификация элементов АЭС
- Перечисляются основные нормативные документы Российской Федерации, определяющие классификацию
- Приводится пример отображения границ классификации на технологических схемах

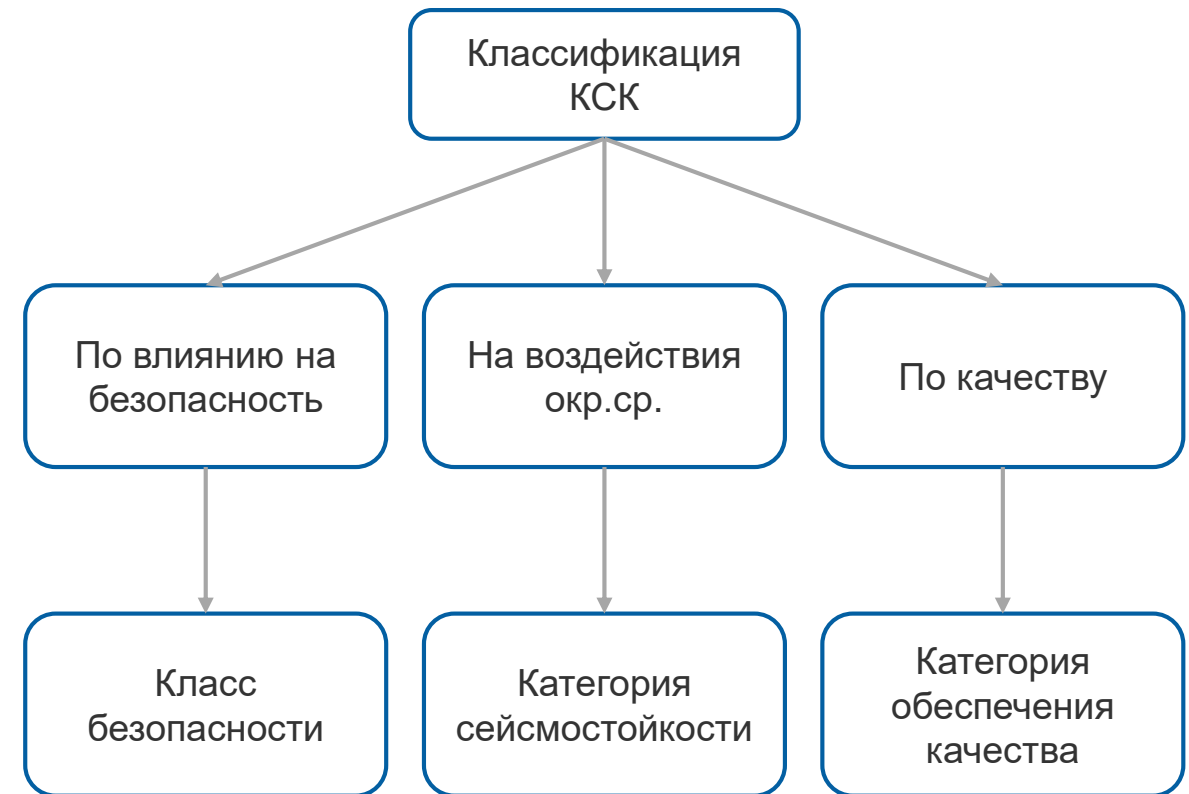
# Типы классификации КСК АЭС



КСК (Конструкции, системы и компоненты) АЭС подлежат классификации для определения требований к их изготовлению, проектированию, наладке и эксплуатации

В общей сложности классификацию можно типизировать как:

1. По влиянию на безопасность АЭС (ядерную и радиационную)
2. На воздействия окружающей среды (землетрясения, климатическая квалификация и т.д.)
3. По обеспечению качества (контроль качества на разных этапах жизненного цикла)



# Классификация по безопасности



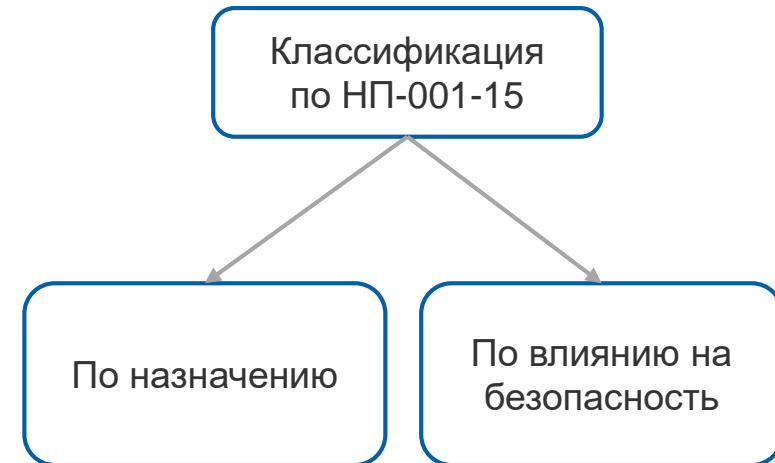
Классификация по влиянию на безопасность определяется НП-001-15 «Общие положения по обеспечению безопасности АЭС»

Ссылка на документ на сайте НТЦ ЯРБ:

<https://docs.secncrs.ru/documents/nps/%D0%9D%D0%9F-001-15/%D0%9D%D0%9F-001-15.html>

Правила классификации указаны в главе II документа

КСК классифицируются по назначению и по влиянию на безопасность



# Классификация по безопасности

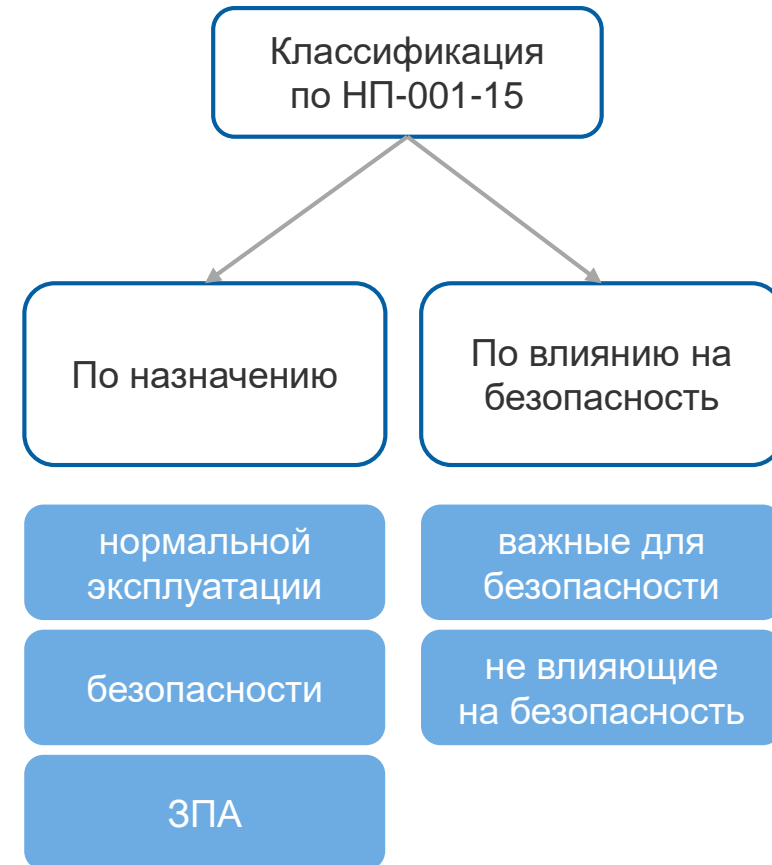


Системы и элементы АС разделяются по назначению на:

- системы и элементы нормальной эксплуатации
- системы и элементы безопасности
- системы и элементы специальных технических средств для управления запроектными авариями (ЗПА)

Системы и элементы АС по влиянию на безопасность разделяются на:

- важные для безопасности
- остальные, не влияющие на безопасность

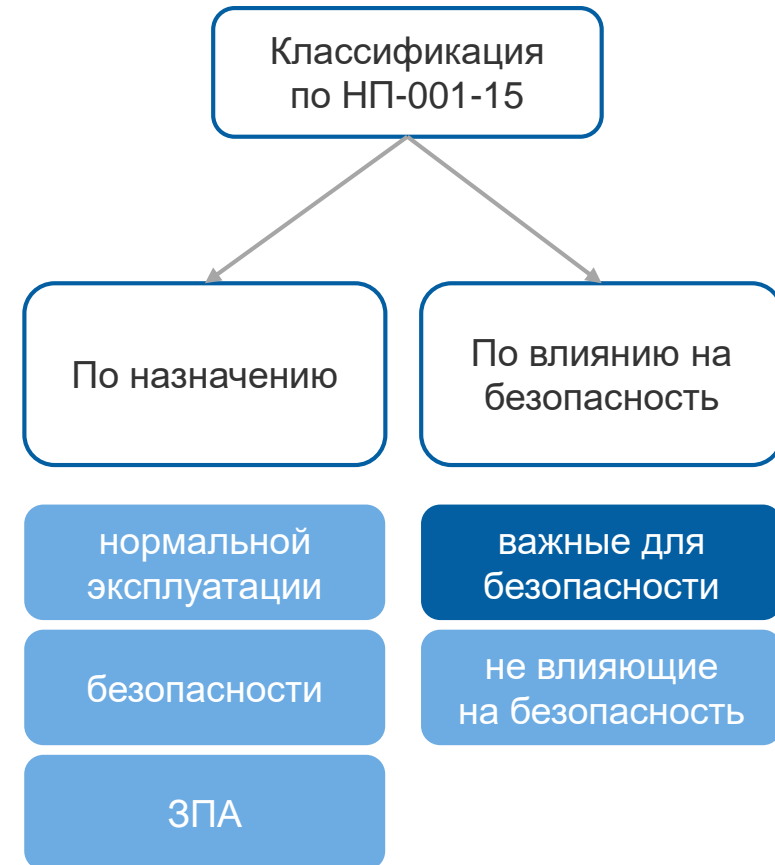


# Классификация по безопасности



К КСК, важным для безопасности, относятся:

- системы (элементы) безопасности
- системы (элементы) нормальной эксплуатации, отказ которых нарушает нормальную эксплуатацию АС или препятствует устранению нарушений нормальной эксплуатации АС, если при этом условная вероятность перехода указанного отказа в тяжелую аварию составляет  $10^{-6}$  или более
- системы (элементы) АС нормальной эксплуатации, отказ которых приводит к превышению установленных значений предельно допустимых выбросов или допустимых сбросов радиоактивных веществ либо допустимых уровней радиоактивного загрязнения рабочих помещений АС
- системы (элементы), предусматриваемые в проекте АС для управления авариями в течение первых трех суток после возникновения исходного события аварии (либо в течение иного установленного в проекте АС временного интервала, который должен составлять не менее трех суток)
- системы (элементы систем) радиационного контроля



# Классификация по безопасности



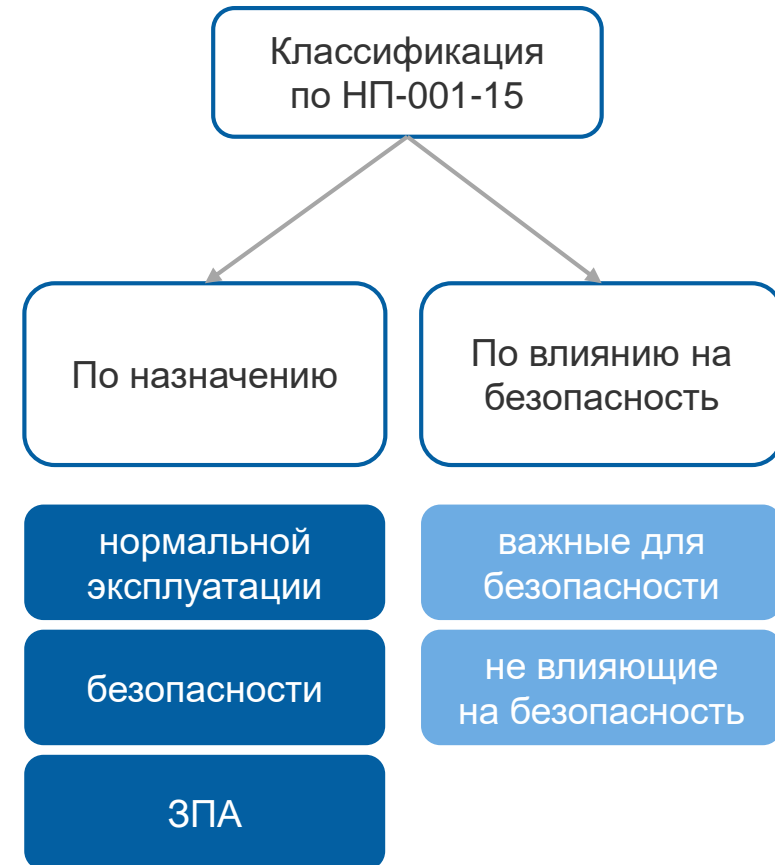
Системы и элементы безопасности по характеру выполняемых ими функций разделяются на:

- Защитные (З)
- Локализующие (Л)
- Обеспечивающие (О)
- Управляющие (У)

Дополнительно выделяют технические средства для управления ЗПА: Управления ЗПА (Т)

Элементы нормальной эксплуатации имеют условное обозначение (Н)

Если элемент АЭС сочетает в себе несколько функций, то в его классификации присутствуют все условные обозначения данных классов, например: НЗЛ, НУ, ЗЛ и т.д.



# Классификация по безопасности

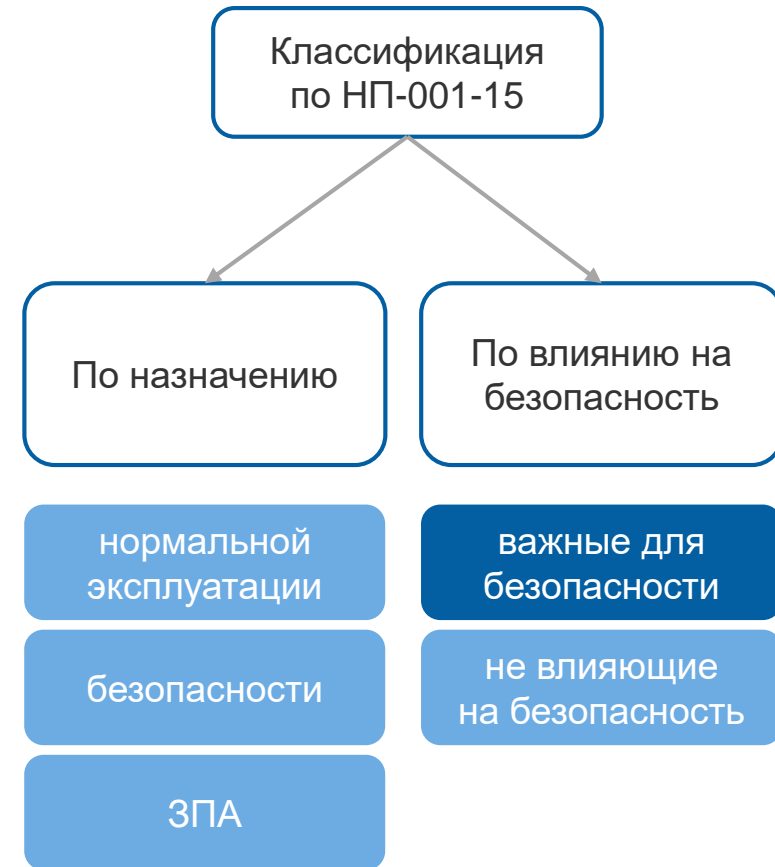


По влиянию элементов АС на безопасность  
устанавливаются четыре класса безопасности

Класс 1. К классу 1 относятся твэлы и элементы АС, отказы которых являются исходными событиями аварий, приводящими при проектном функционировании систем безопасности к повреждению твэлов с превышением максимального проектного предела

*\*исходное событие* – единичный отказ в системе (элементе) АС, внутреннее или внешнее воздействие, или ошибка персонала, либо сочетания указанных событий, которые приводят к нарушению нормальной эксплуатации АС и могут привести к нарушению пределов и (или) условий безопасной эксплуатации (НП-001-15)

*\*максимальный проектный предел* – допустимые значения параметров и характеристик твэлов в условиях проектных аварий, превышение которых может приводить к разрушению твэлов (НП-082-07)





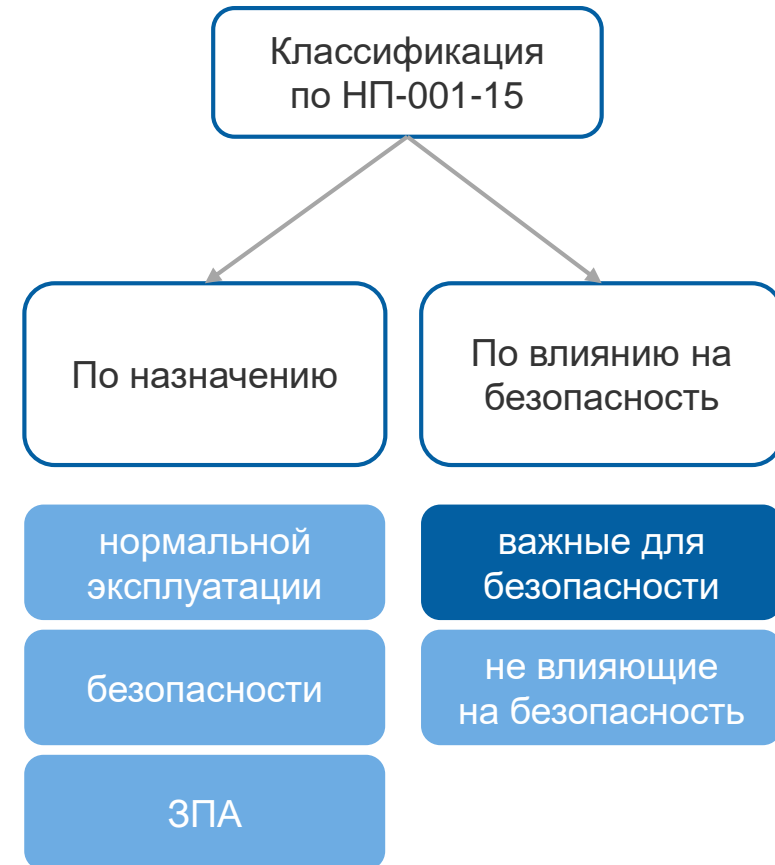
# Классификация по безопасности



По влиянию элементов АС на безопасность  
устанавливаются четыре класса безопасности

Класс 2. К классу 2 относятся следующие элементы АС, не вошедшие в класс 1:

- элементы, отказы которых являются исходными событиями, приводящими к повреждению твэлов без превышения максимального проектного предела при проектном функционировании систем безопасности с учетом нормируемого для проектных аварий количества отказов в указанных системах
- элементы систем безопасности, единичные отказы которых приводят в случае возникновения проектной аварии к нарушению установленных для таких аварий проектных пределов



# Классификация по безопасности



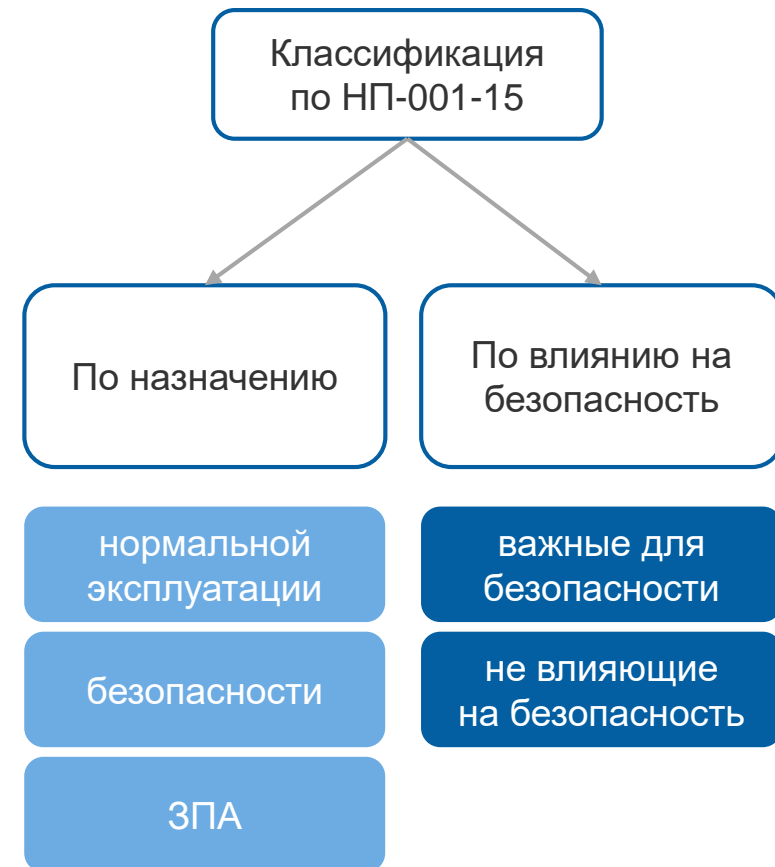
По влиянию элементов АС на безопасность  
устанавливаются четыре класса безопасности

Класс 3. К классу 3 относятся элементы АС, важные для безопасности, не вошедшие в классы 1 и 2

Класс 4. К классу 4 относятся элементы нормальной эксплуатации АС, не влияющие на безопасность и не вошедшие в классы 1, 2, 3

Элементы, используемые для управления запроектными авариями, не вошедшие в классы безопасности 1, 2 или 3, также относятся к классу безопасности 4

Класс элемента по безопасности является определяющим для всех прочих классификаций элементов АЭС



# Классификация по безопасности



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ  
РОСАТОМ

СТО 95 12086-2023

## «СИСТЕМЫ И ЭЛЕМЕНТЫ АТОМНОЙ СТАНЦИИ»

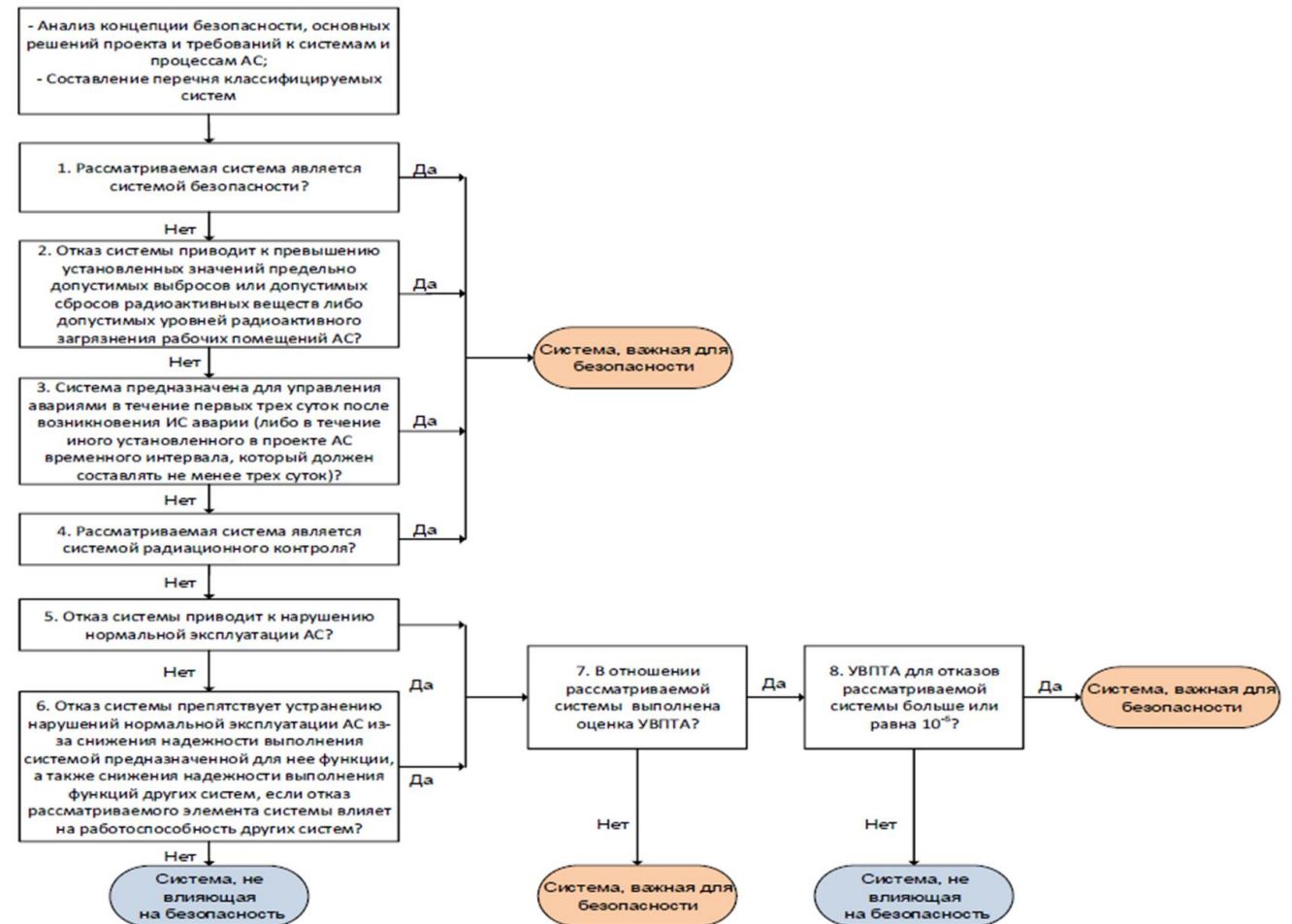
Методика классификации по влиянию на безопасность»

Разработан Акционерным обществом «Атомэнергопроект» (АО «Атомэнергопроект»)

Ссылка на документ на сайте Росатома:

[https://rosatom.ru/upload/iblock/5ff/5ff56f636e6e5deaa7cf3fabd15612ef.pdf&ved=2ahUKEwie1NHkptqFAxUiJhAIHUi4BYcQFnoECBAQAQ&usg=AOvVaw2rasWpD\\_rIAjmLBdj17PQ6](https://rosatom.ru/upload/iblock/5ff/5ff56f636e6e5deaa7cf3fabd15612ef.pdf&ved=2ahUKEwie1NHkptqFAxUiJhAIHUi4BYcQFnoECBAQAQ&usg=AOvVaw2rasWpD_rIAjmLBdj17PQ6)

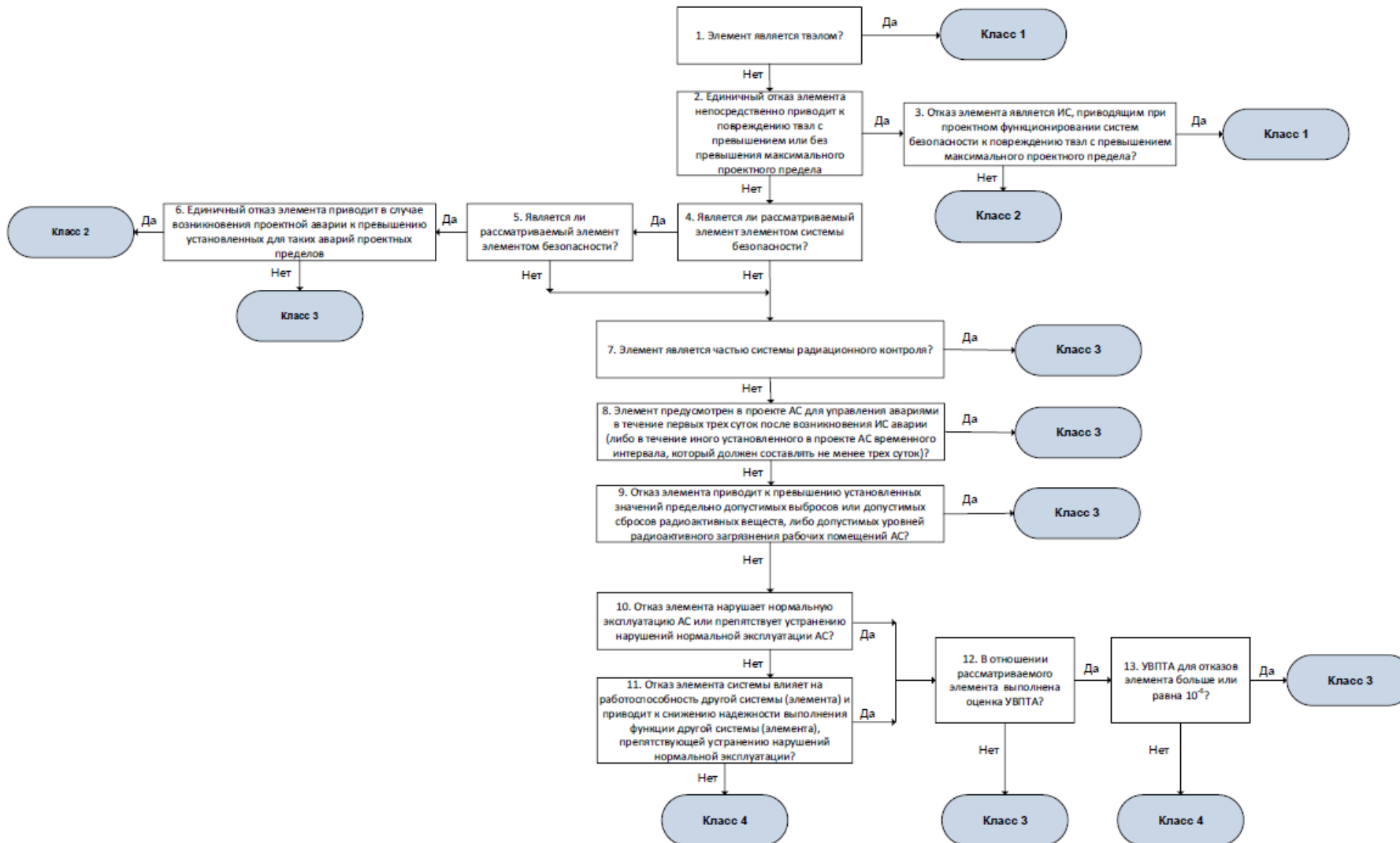
Алгоритм отнесения систем атомной станции к важным для безопасности и алгоритм назначения классов безопасности элементам систем атомной станции



# Классификация по безопасности



## Алгоритм назначения классов безопасности элементам систем АС



# Классификация по сейсмостойкости



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ  
РОСАТОМ

Классификация по сейсмостойкости определяется  
НП-031-01 «Нормы проектирования  
сейсмостойких атомных станций».

Ссылка на документ на сайте НТЦ ЯРБ:

[https://docs.secnrs.ru/documents/nps/%D0%9D%D0%9F-031-01/%D0%9D%D0%9F-031-01\\_conv.pdf](https://docs.secnrs.ru/documents/nps/%D0%9D%D0%9F-031-01/%D0%9D%D0%9F-031-01_conv.pdf)

Правила классификации указаны  
в главе II документа

# Классификация по сейсмостойкости



Здания, сооружения, строительные конструкции и основания, технологическое и электротехническое оборудование, трубопроводы, приборы, другие системы и элементы АС в зависимости от:

- степени их ответственности для обеспечения безопасности при сейсмических воздействиях
- работоспособности после прохождения землетрясения

должны быть классифицированы на три категории сейсмостойкости с учетом их класса безопасности согласно требованиям Общих положений обеспечения безопасности атомных станций (НП-001-15)



# Классификация по сейсмостойкости



К I категории сейсмостойкости относятся:

- элементы АС классов безопасности 1 и 2 согласно НП-001-15
- системы безопасности
- системы нормальной эксплуатации и их элементы, отказ которых при сейсмических воздействиях до МРЗ включительно может привести к выходу радиоактивных веществ в производственные помещения АС и окружающую среду в количествах, превышающих значения, установленные действующими Нормами радиационной безопасности для проектной аварии
- здания, сооружения и их основания, оборудование и их элементы, механическое повреждение которых при сейсмических воздействиях до МРЗ включительно путем силового или температурного воздействия на вышеупомянутые элементы и системы может привести к их отказу в работе



# Классификация по сейсмостойкости



К I категории сейсмостойкости относятся:

- прочие системы и элементы, отнесение которых к I категории сейсмостойкости обосновано в проекте и одобрено в установленном порядке

*Максимальное расчетное землетрясение (MPЗ)* - землетрясение максимальной интенсивности на площадке АС с повторяемостью один раз в 10 000 лет.





# Классификация по сейсмостойкости



Элементы АС I категории сейсмостойкости должны:

- сохранять способность выполнять функции, связанные с обеспечением безопасности АС, во время и после прохождения землетрясения интенсивностью до МРЗ включительно.
- сохранять работоспособность при землетрясении интенсивностью до ПЗ включительно и после его прохождения

*Максимальное расчетное землетрясение (МРЗ)* — землетрясение максимальной интенсивности на площадке АС с повторяемостью один раз в 10 000 лет

*Проектное землетрясение* — землетрясение максимальной интенсивности на площадке АС с повторяемостью один раз в 1000 лет



# Классификация по сейсмостойкости



К II категории сейсмостойкости относятся:

- системы АС и их элементы (не вошедшие в I категорию)
- нарушение работы которых в отдельности или в совокупности с другими системами и элементами может повлечь перерыв в выработке электроэнергии и тепла
- а также системы и элементы класса безопасности 3, которые не отнесены к I категории сейсмостойкости

Элементы АС II категории сейсмостойкости должны сохранять работоспособность после прохождения землетрясения интенсивностью до ПЗ включительно



# Классификация по сейсмостойкости



К III категории сейсмостойкости должны быть отнесены все остальные здания, сооружения и их основания, конструкции, оборудование и их элементы, не отнесенные к категориям сейсмостойкости I и II

Проектирование элементов АС III категории сейсмостойкости следует выполнять в соответствии с действующими нормативными документами, требования которых распространяются на гражданские и промышленные объекты



# Классификация по сейсмостойкости



Элементы одной системы могут быть отнесены к разным категориям сейсмостойкости с проведением специальных мероприятий по их разделению (отсечная, регулирующая арматура и т.п.). Применяемые для разделения элементы и узлы относятся к более высокой категории сейсмостойкости.

Например, если два смежных участка системы имеют категорию сейсмостойкости «II» и «III», то на их границе должна быть установлена минимум одна запорная арматура, отнесенная к высшей категории сейсмостойкости, то есть «II».

Классификация элемента по безопасности и сейсмостойкости обычно записывается следующим образом: 2НЗ / I, 3Н / II.



# Классификация по качеству

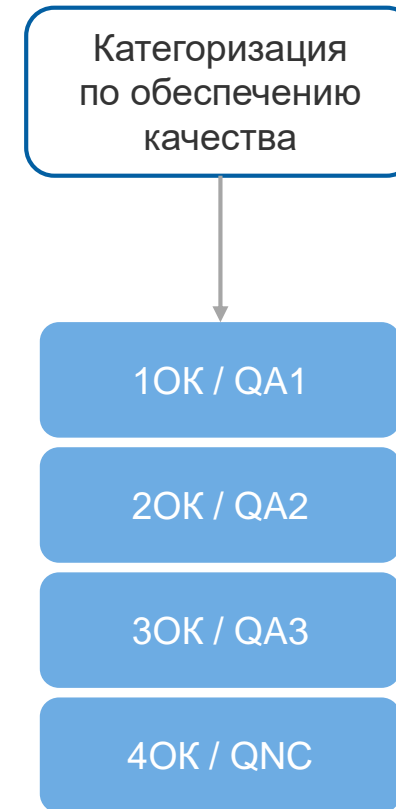


Классификация по обеспечению качества определяется внутренними документами СМК (Системы менеджмента качества) или контрактами на сооружение, причем в России также существует НП-090-11 «Требования к программам обеспечения качества для объектов использования атомной энергии»

Ссылка на документ на сайте НТЦ ЯРБ:

<https://docs.secncrs.ru/documents/nps/%D0%9D%D0%9F-090-11/NP09011.html>

Обеспечение качества — часть скоординированной деятельности по руководству и управлению организацией, направленная на создание уверенности, что требования к качеству будут выполнены



# Классификация по качеству



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ  
РОСАТОМ

Для сооружения АЭС за рубежом применяются нормы МАГАТЭ

Рев.	Код документа	Наименование документа	Проекты зарубежных АЭС
1	50-C-QA (рев. 1)	Свод положений по безопасности атомных электростанций: Обеспечение качества на АЭС (1990)	Тяньваньская АЭС Белорусская АЭС
	50-SG-QA1 + QA11	Руководства по безопасности	
2	50-C/SG-Q	Свод положений: Обеспечение качества для безопасности атомных электростанций и других ядерных установок (1996)	АЭС «Куданкулам» АЭС «О53»
	Q1 + Q14	Руководства по безопасности	
3	GS-R-3	Требования по безопасности. Системы управления для установок и деятельности	АЭС «Аккую» АЭС «Белене» АЭС «Пакш 5-6» АЭС «Ханхикиви»
	GS-G-3.1	Руководство по безопасности. Применение системы управления для установок и деятельности	
	GS-G-3.5	Руководство по безопасности. Системы управления для ядерных установок	

# Классификация по качеству



QA1	Элементы АЭС, относящиеся к 1-му и 2-му классу безопасности по НП-001-15 и группам А и В по ПНАЭ Г-7-008-89
	Элементы АЭС, относящиеся к классу безопасности 1-Е по стандарту IEEE 308/
	Потенциально опасные для безопасности АЭС элементы других классов безопасности и групп: <ul style="list-style-type: none"><li>• сосуды, работающие под давлением</li><li>• оборудование, содержащее взрыво- или пожароопасные, радиоактивные, химически агрессивные или ядовитые вещества и т.п.</li></ul>
	Элементы АЭС других классов безопасности и групп, отказ которых приведет: <ul style="list-style-type: none"><li>• к экономическому ущербу с простоем блока свыше 24 часов</li><li>• к экономическому ущербу, сравнимому с простоем блока свыше 24 часов</li><li>• к загрязнению окружающей среды сверх допустимых пределов</li><li>• к повышенному риску для здоровья и безопасности эксплуатационного персонала или населения</li></ul>
	Здания и сооружения, относящиеся к I категории сейсмостойкости по НП-031-01 и безопасности по ПИН АЭ 5.6: <ul style="list-style-type: none"><li>• непосредственно связанные и/или имеющие прямое отношение к безопасности АЭС</li><li>• которые поддерживают и/или могут повлиять на работоспособность</li></ul>
	Материалы для использования при монтаже и изготовлении на площадке элементов технологических систем 1, 2 и 3 классов безопасности согласно НП-001-15, если нарушение физических, химических и др. свойств этих материалов может привести к отказу этих элементов и нарушению безопасности АЭС

# Классификация по качеству



QA2	Элементы АЭС, относящиеся к 3-му классу безопасности по НП-001-15 и группе С по ПНАЭ Г-7-008-89
	Элементы АЭС других классов безопасности и групп, отказ которых приведёт: <ul style="list-style-type: none"><li>• к экономическому ущербу, сравнимому с простоем блока свыше 3 часов</li><li>• к потере функциональных качеств системы или неблагоприятным воздействиям на другие компоненты</li><li>• к непреднамеренной утечке информации, влияющей на защиту или информации о физической защите</li><li>• серьезной потере выработки электроэнергии</li><li>• высокому риску серьезного ущерба для здоровья и безопасности эксплуатационного персонала или населения (в т.ч. риску радиационного заражения и другим возможным последствиям)</li><li>• Высоковольтное оборудование</li></ul>



# Классификация по качеству



	<p>Здания и сооружения, относящиеся к II и III категориям сейсмостойкости по НП-031-01 и безопасности по ПИН АЭ 5.6:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• установленные технические требования к которым выше, чем те, которые обычно принимаются подрядчиком</li><li>• при сооружении которых требуется специальный надзор</li></ul>
QA3	<p>Элементы АЭС 4 класса безопасности, технологически сложные в изготовлении и/или отказ в работе которых приведёт:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• к отказу системы при выполнении функций контроля в целях радиационной защиты, потере функциональных свойств систем физической защиты</li><li>• к низкому риску серьезного ущерба для здоровья и безопасности эксплуатационного персонала или населения ( в т.ч. радиационной опасности</li><li>• к взлому защиты или нарушению процедур физической защиты</li><li>• к невысокой потере выработки электроэнергии</li></ul>

# Классификация по качеству



	<p>Остальные элементы АЭС 4 класса безопасности и общепромышленного производства, не влияющие на безопасность (для применения в элементах АЭС, непосредственно не влияющих на непрерывность выработки электроэнергии).</p>
<b>QNC</b>	<p>Здания и сооружения, не входящие в QA1 и QA3 (В связи с тем, что технические и технологические требования по строительным работам ниже требований, предъявляемым к монтажным работам, в классификации ОК для зданий и сооружений отсутствует категория QA2. Качество зданий и сооружений с категориями QNC обеспечивается правильной реализацией проверенного производственного положительного опыта и поэтому, никаких особых требований по Обеспечению Качества не требуется)</p>
	<p>Материалы для использования при монтаже и изготовлении на площадке элементов технологических систем 1, 2 и 3 классов безопасности согласно НП-001-97, если нарушение физических, химических и др. свойств этих материалов не может привести к отказу этих элементов</p> <p>Материалы для использования при монтаже и изготовлении на площадке элементов технологических систем 4 класса безопасности согласно НП-001-97 и систем, отказ в работе которых не может оказать серьезного воздействия на безопасность персонала или привести к значительным финансовым затратам</p>

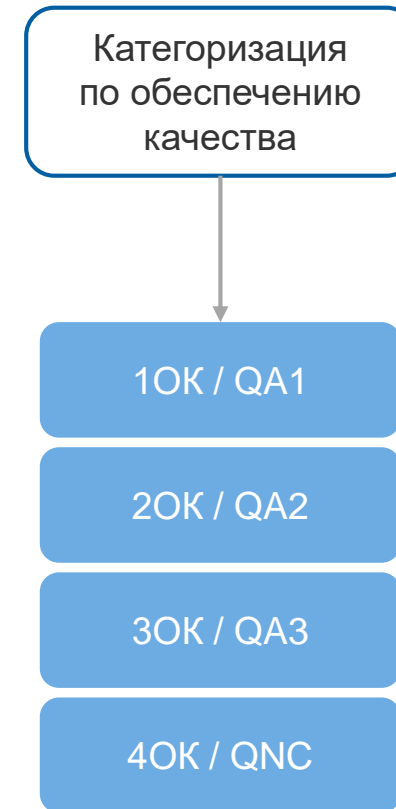
# Классификация по качеству



Назначенная категория качества для оборудования, определяет объем инспекционной деятельности в ходе изготовления оборудования следующим образом:

Для оборудования категорий обеспечения качества QA1, QA2 и QA3 – в обязательном порядке осуществляется надзор за качеством в ходе изготовления и приемочные инспекции, силами представителей Генподрядчика, Уполномоченной организации и Инозаказчика. Надзор осуществляется по Планам качества, разрабатываемым для каждой единицы оборудования. Объем инспекций устанавливается в Планах качества

Для оборудования категории обеспечения качества QNC проводится только приемочная инспекция по окончанию изготовления перед отгрузкой Заказчику



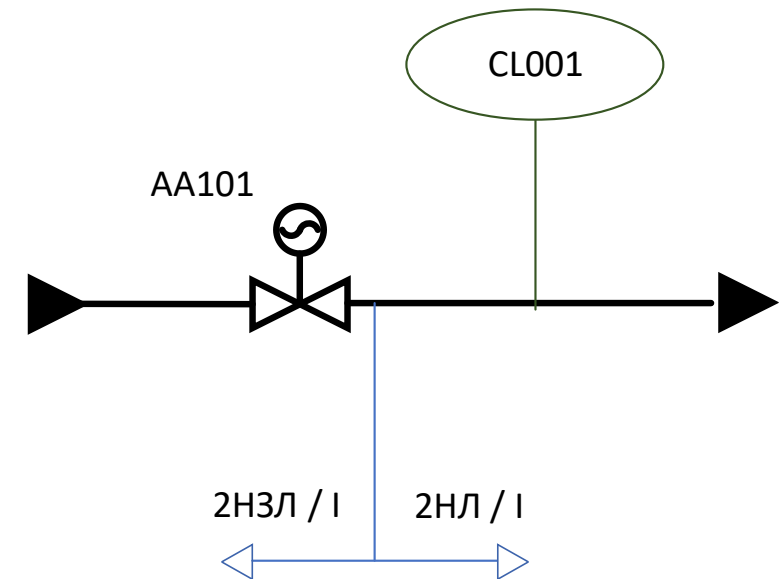
# Отображение классификации на схеме



На технологических схемах не отражается классификация отдельного оборудования и арматуры, но изображаются границы между участками системы различного класса

При этом учитывается только классификация по безопасности и сейсмостойкости

*На примере справа граница проходит по арматуре AA101. Часть системы слева от синей граничной линии (трубопровод и сама арматура AA101) отнесены к классу 2 по НП-001-15, назначению НЗЛ (нормальной эксплуатации, защитная и локализирующая), I категория сейсмостойкости; часть справа от синей граничной линии (трубопровод и датчик CL001) отнесены к классу 2НЛ и I категории сейсмики*



# Вопросы для повторения материала



- Какие основные типы классификации КСК АЭС?
- Перечислите типы классификации по влиянию на безопасность.
- Сколько классов безопасности существует по НП-001-15?
- В чем принципиальное отличие 1 класса от 2 класса по НП-001-15?
- Какой документ определяет категоризацию по сейсмостойкости?
- Какие требования предъявляются к элементам I категории сейсмостойкости?
- Для чего нужна категоризация по качеству?
- Какой НП определяет подходы к обеспечению качества?

# Спасибо за внимание

**Филиппов А.А.**

Ведущий инженер-проектировщик  
АО «Атомэнергопроект» — СПБАЭП

**Санкт-Петербург, Россия – Пакш, Венгрия**

