## 1 Содержание понятия "Безопасность"

### 1.1 Определение понятия "Безопасность"

Жизнь современного человека в цивилизованном обществе сопряжена с многочисленными опасностями. В сфере производства, на транспорте, в окружающей среде всегда происходят события, которые оказывают или могут оказать вредное влияние на здоровье человека или даже могут быть причиной его смерти. Поэтому жизнь **"без опасностей"** является некорректной идеализацией, а термин **"безопасность"** следует понимать как систему мер по защите от опасностей, как возможность управления опасностями, умение предупреждать и предотвращать опасные ситуации.

Понятие ["Безопасность АС"](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#Safety) тесно связано с различными видами ущерба, с возможными вредными [последствиями аварий](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#posledavar) на [АС](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#AS). Основной вид ущерба - потеря здоровья персонала и населения из-за радиационного воздействия радиоактивных излучений веществ, распространившихся на площадке АС или за ее пределами при тяжелых авариях.

Конечно значимы и другие виды ущерба - экономические потери от разрушения технических систем и сооружений, ущерба от потери трудновосполнимого источника энергоснабжения, потери от загрязнения территорий, водных систем, лесов. Не менее важен и экологически й ущерб - необратимые изменения в экосистемах, потери ценных видов живой природы из-за изменений в имунных системах, потери в видовом разнообразии.

Говорят, что

**безопасность АС** есть защищенность персонала, населения и окружающей среды от вредных радиологических последствий функционирования [АС](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#AS), т.е. от опасности вредного радиационного воздействия на здоровье персонала и населения как непосредственно от внешнего излучения, так и за счет радиоактивного загрязнения земли, воздуха или пищевых продуктов.

В международных нормах МАГАТЭ по **безопасности АЭС**, документах Программы разработки норм безопасности АЭС - Nuclear Safety Standards (NUSS), безопасность определена как защита всех лиц от чрезмерной радиологической опасности.

В документах МАГАТЭ, национальных Нормах и Правилах безопасности содержится подробное описание системы технических мер и организационных мероприятий, предпринимаемых для обеспечения **безопасности АС** на стадиях проектирования, [строительства](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#stroit), монтажа, пуска, [эксплуатации](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#expl) и вывода из эксплуатации [АЭС](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#AES). Все эти меры необходимы для создания гарантий того, что при всех режимах эксплуатации и [проектных авариях](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#proektavar) дозы облучения персонала и населения, концентрации радиоактивных веществ в окружающей среде будут на разумно низком уровне и не будут превосходить установленные авторитетными органами пределы, а при [запроектных авариях](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#zaprav), т.е. выходящих за рамки предусмотренные проектом, радиологический ущерб для населения и окружающей среды будет приемлемо низким.

Технический уровень мер безопасности зависит от инженерной зрелости создателей [АС](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#AS), от опыта, накопленного в промышленности, от всего того, что охватывается термином ["культура безопасности"](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#Kulture). Кроме того, эффективность защитных мероприятий зависит и от текущего состояния оборудования, подготовленности и дисциплинированности персонала. Поэтому следует говорить о **безопасности АС**, как о степени защищенности персонала, населения и окружающей среды от радиационного и другого вредного воздействия, возникающего при [эксплуатации](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#expl) АС, в том числе при [авариях](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#avar). При этом эксплуатирующая организация должна быть готова показывать, что степень защищенности, реализуемая на станции, также как и вероятные риски и возможные ущербы таковы, что общество может признать их приемлемыми.

Другими словами,

**безопасность АС** - это необходимая и достаточная защищенность персонала, населения и окружающей среды от вредного воздействия АС при ее [эксплуатации](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#expl).

В отечественной нормативно-технической литературе можно встретить различные определения **безопасности**. Так в **"Общих положениях обеспечения безопасности АЭС",** вышедших в 1982 году, т.н. ОПБ-82, под **безопасностью атомных станций** понимается свойство (в тексте - качество), исключающее техническими средствами и организационными мероприятиями превышение установленных доз по внутреннему и внешнему облучению персонала и населения и нормативов по содержанию радиоактивных продуктов в окружающей среде при [нормальной эксплуатации](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#normex) и [проектных авариях](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#proektavar). При таком определении не обсуждается вопрос о том, что может произойти при возникновении [запроектных аварий](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#zaprav), поскольку такие аварии "исключены".

В новом издании "Общих положений", [ОПБ-88](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/OPB88.html), определено, что

**безопасность АС -** свойство [АС](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#AS) при [нормальной эксплуатации](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#normex) и в случае [аварий](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#avar) ограничивать радиационное воздействие на персонал, население и окружающую среду установленными пределами.

Можно дать и более расширенное определение понятия безопасности АС.

**Безопасность АС -** это защищенность персонала, населения и окружающей среды от вредных радиационных воздействий при [нормальной эксплуатации](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#normex) АС и при [авариях](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#avar) на ней, обеспечиваемая эффективными техническими средствами и организационными мероприятиями, необходимая для ограничения доз облучения и концентраций радиоактивных веществ в окружающей среде и достаточная для непревышения пределов этих величин, установленных специальными нормами и правилами.

Итак,

**безопасность АС** - это свойство систем, оборудования и персонала [АС](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#AS), обеспечиваемое защитными мерами и организационно-техническими мероприятиями, принятыми при проектировании, [строительстве](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#stroit), подготовке к пуску и [эксплуатации](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#expl), состоящее в защищенности персонала, населения и окружающей среды, которая необходима и достаточна для ограничения радиационного воздействия [АЭС](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#AES) при [нормальной эксплуатации](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#normex) и [авариях](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#avar) на ней значениями, установленными действующими нормами и правилами.

Мерой защищенности людей и окружающей среды, обеспечиваемой комплексом мероприятий по **безопасности АС**, является ожидаемый радиационный ущерб, т.е. оценка вероятных суммарных вредных последствий от радиационного воздействия [АС](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#AS) при [нормальной эксплуатации](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#normex) и [авариях](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#avar) на ней.

### 1.2 Техническая безопасность

Под **технической безопасностью** ядерной установки понимаются достигаемые техническими средствами и организационными мерами ее свойства, определяемые прочностью и герметичностью оборудования, сосудов и трубопроводов, надежностью систем локализации радиоактивности, качеством [систем контроля, управления и диагностики](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#siscon) состояния, необходимые для того, чтобы при [эксплуатации](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#expl) предупреждать возникновение и предотвращать развитие опасных состояний и отказов элементов систем, грозящих нарушением пределов и условий безопасной эксплуатации установки, а также контролировать и поддерживать работоспособность барьеров безопасности.

**Техническая безопасность** АС должна обеспечиваться высоким качеством всех общеинженерных работ, определяющих надежность функционирования и безопасную [эксплуатацию](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#expl) оборудования атомных энергетических установок.

Сосуды, трубопроводы [первого контура](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#percon) и корпус реактора должны быть такими и работать в таких условиях, чтобы вероятность разрыва за счет технологических дефектов, процессов старения была бы ничтожно мала.

Защитная оболочка является прочноплотным и герметичным барьером, охватывающим паропроизводительную установку и основные [системы, важные для безопасности](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#sisvaj). Конструкция защитной оболочки должна обеспечивать такую ее герметичность, чтобы утечка газов была бы не выше 1% в сутки.

Защитное ограждение должно обеспечивать нормальные условия для обслуживания эксплуатационным персоналом оборудования и систем установки.

### 1.3 Ядерная безопасность

**Ядерная безопасность (ЯБ)** - это свойство предотвращать [ядерные аварии](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#yadavar), связанные с повреждением ядерного топлива или переоблучением персонала. **ЯБ** достигается за счет исключения возможностей тяжелых ядерных аварий, например исключением разгонов реактора на мгновенных нейтронах.

Неразгоняемость реактора на мгновенных нейтронах обеспечивается в частности тем,что значения коэффициентов реактивности по удельному обьему теплоносителя, по температуре теплоносителя, по температуре топлива и по мощности реактора не должны быть положительными во всем диапазоне изменений параметров реактора при [нормальной эксплуатации](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#normex), нарушениях нормальной эксплутации и [проектных авариях](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#proektavar).

При этом активная зона должна быть такой, чтобы любые изменения реактивности при [нормальной эксплуатации](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#normex), нарушениях нормальной эсплуатации и [проектных авариях](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#proektavar) не приводили к нарушению соответствующих пределов повреждения [твэлов](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#TVEL).

[Пределом безопасной эксплуатации](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#predelybezopex), определяющим допустимый уровень активности теплоносителя первого контура по количеству и величине дефектов [твэлов](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#TVEL) следует считать 0,1% твэлов с дефектами типа газовой неплотности и 0,01% твэлов с прямым контактом теплоносителя и ядерного топлива.

Максимальный проектный предел повреждения [твэлов](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#TVEL) соответствует непревышению следующих предельных параметров:

* температура оболочек [твэлов](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#TVEL) - не более 1200 градусов С,
* локальная глубина окисления оболочек твэлов - не более 18 % от первоначальной толщины стенки,
* доля прореагировавшего циркония - не более 1% его массы в оболочках,
* импульсное предельное удельное энерговыделение твэлов, т.е. энергия, выделяющаяся за короткий промежуток времени в единице массы ядерного топлива при быстром вводе реактивности, - не более 200 ккал/кг (для окисного топлива), при котором не происходит существенного разрушения, фрагментации твэла.

### 1.4 Радиационная безопасность

**Радиационная безопасность** есть система мер по защите персонала, населения и окружающей среды от воздействия проникающих излучений, направленная на обеспечение отсутствие неблагоприятных эффектов или вреда здоровью от облучения ионизирующими частицами людей, живых существ и элементов природы.

В документе **"Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций"**, СП АС-88 установлены следующие дозовые пределы:

* для персонала АС в зоне строгого режима - 5 бэр/год,
* для персонала в зоне свободного режима - 0,5 бэр/год,
* для населения,проживающего вблизи АС - 25 мбэр/год.

Отметим, что при [нормальной эксплуатации](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#normex) АС дозовые квоты населения не должны превышать:

* за счет газоаэрозольных выбросов АС - 20 мбэр/год,

причем за счет радионуклидов благородных газов 10-12 мбэр/год,

за счет радиоизотопов иода - 6-8 мбэр/год и

* за счет жидких отходов - 5 мбэр/год.

При любой [аварии АС](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#avar) облучение населения на границе санитарно-защитной зоны не должно превышать 10 бэр.

Аварийные выбросы и сбросы радиоактивных веществ должны быть столь малыми, чтобы исключалась необходимость эвакуации больщих групп населения при самых тяжелых [авариях](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#avar).

Следует сказать, что в международных стандартах радиационной безопасности [[1]](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/#1) рекомендуемые дозовые нагрузки примерно в 2,5 раза ниже. C учетом этого в настоящее время готовятся новые национальные нормативные документы,в которых предельные дозовые нагрузки будут также существенно снижены .

В федеральном законе РФ **"О радиационной безопасности населения"**, вступившем в силу в январе 1996 г. [[3]](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/#3), определены допустимые пределы доз, которые будут введены в действие с января 2000 г. Так, для населения средняя годовая эффект ивная доза составляет **0,001 зиверта** (за период жизни, ~70 лет - 0,07 зиверта), для работников АС - средняя годовая эффективная доза равна **0,02 зиверта** (за период трудовой деятельности, ~50 лет - 1 зиверт).

### 1.5 Экологическая безопасность

Под **экологической безопасностью АС** понимают ее свойства не оказывать на окружающую среду таких воздействий за счет выбросов или сбросов радиоактивных веществ, тепла, химических веществ, которые могли бы причинить вред для обитателей окружающей среды, флоре и фауне в природных экосистемах, нарушали бы биологическое равновесии, изменяли бы климатические условия и другие условия, необходимые для сохранения и обогащения природы.

[Атомные станции](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#AS) не должны оказывать чрезмерных постоянно действующих или аварийных тепловых, химических, радиационных и других воздействий на природные экосистемы, под влиянием которых происходило бы деградирование экосистем во времени, накапливались и закреплялись неблагоприятные изменения состояний динамического равновесия. Важно, чтобы все изменения в экосистемах были бы обратимы, чтобы имелись достаточные запасы устойчивости до предельных, необратимых возмущений. Нормирование антропогенных нагрузок на экосистемы и предназначено для того, чтобы предотвращать все неблагоприятные изменения в них, а в лучшем варианте направлять эти изменения в благоприятную сторону.

Чтобы избежать травмирования экосистем должны быть определены и нормативно зафиксированы некоторые предельные поступления вредных веществ в организмы особей, другие пределы воздействий, которые могли бы вызвать неприемлемые последствия на уровне популяций.

Экологические емкости экосистем для различных вредных веществ следует определять по интенсивности поступления этих веществ, при которых хотя бы в одном из компонентов биоценоза возникнет критическая ситуация, т.е. когда накопление этих веществ приблизится к опасному пределу, превышение которого грозит деградацией экосистемы. В значениях предельных концентраций химических веществ, в том числе радионуклидов, конечно, должны учитываться и синергетические эффекты.

## 2 Нормативы безопасности

### 2.1 Атомное законодательство

В странах с развитой атомной промышленностью, ядерной энергетикой, существует система государственного регулирования общественных отношений при использовании атомной энергии, проблем обеспечения [безопасности атомных электростанций](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#Safety), радиационной защиты населения, защиты окружающей среды. Эта система **"атомного права"** постоянно совершенствуется, дополняется новыми законоположениями и нормативами. Однако смена основополагающих, принципиальных актов происходит медленно и не всегда поспевает за потребностями жизни. Кроме того в законодательстве подчас отсутствуют многие важные или принципиальные документы. Например, **Атомный Закон РФ**, который должен быть фундаментом атомного права под названием **"Закон об использовании атомной энергии"** вступил в действие лишь в ноябре 1995 г. [[4]](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/#4). Другой важный закон - **"О защите окружающей среды"** еще не стал реальным инструментом технической политики.

Поэтому важно не только иметь хорошие законы, но и обеспечивать их неукоснительное исполнение.

На Рис.1 показана структура государственного регулирования и нормативного управления безопасностью атомных электростанций в РФ.

Рис.1 Иерархия нормативных документов по безопасности АС.

**Атомное право** охватывает документы, определяющие права и обязанности организаций-участников использования атомной энергии, меру ответственности и порядок установления компенсации при причинении ущерба отдельному человеку, предприятию или окружающей среде. Основные документы права - **Закон об использовании атомной энергии**, закон о радиационной защите населения [[3]](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/#3) и **Закон об обращении с радиоактивными отходами.**

В этих законах решаются принципиальные вопросы

* обеспечения безопасности ядерных установок,
* защиты человека и окружающей среды от ионизирующих излучений,
* безопасного захоронения радиоактивных отходов,
* способов нормативного регулирования радиационного воздействи[АС](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#AS) на людей, окружающую среду.

### 3 Основные правила и нормы безопасности

#### 3.1 Комплекс НТД в области атомной энергетики

Важный иерархический уровень атомного права составляют документы, образующие свод общих технических принципов, положений, норм, правил, определяющих требования и меры обеспечения безопасности атомных станций.

Наиболее важными среди них являются документы **"Комплекса НТД в области атомной энергетики"**, разработанного в 1986-1988 годах под руководством Госпроматомнадзора [[2]](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/#2). Основные разделы Комплекса даны в Таблице 1.

Таблица 1.Комплекс НТД в области атомной энергетики

|  |
| --- |
|  Общие принципы и критерии обеспечения безопасности  Правила и нормы радиационной безопасности  Размещение и концентация мощностей атомных станций  Проектирование атомных станций  Конструирование, изготовление и эксплуатация оборудования и трубопроводов АЭС  Устройство и эксплуатация систем управления технологическими процессами АЭС  Устройство и эксплуатация систем недежного электроснабжения АЭС  Устройство и эксплуатация систем локализации атомных станций  Строительство АЭС  Ввод в эксплуатацию и эксплуатация АЭС  Организация контроля загрязнений природной среды в районе расположения АЭС  Учет ядерных делящихся материалов  |

Комплекс **НТД** входит в **Сводный Перечень Правил и Норм в области атомной энергетики**, СППНАЭ-87 [5], формирующий нормативную базу обеспечения [безопасности атомных станций](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#Safety) и судовых ЯЭУ . Перечень состоит из 19 разделов, содержащих названия 173 документов,подконтрольных бывшему Госатомэнергонадзору СССР.

Основные документы этого Перечня по безопасности АС, действующие в настоящее время в Российской Федерации -

* Общие положения обеспечения безопасности АС, ОПБ-88
* Правила ядерной безопасности реакторных установок АС, ПБЯ РУ-89
* Правила ядерной безопасности судовых атомных энергетических установок, ПБЯ-08-81
* Типовое содержание технического обоснования безопасности АС (отчета по безопасности АС), ТС ТОБ АС-85
* Требования к размещению АС
* Правила безопасности при хранении,транспортировке ядерного топлива
* Нормы радиационной безопасности, НРБ-76/87
* Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных электростанций, СП АС-88
* и другие.

Среди действующих Норм и Правил по [безопасности АС](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#Safety) имеются также ведомственные комплексы НТД таких ведомств как **Госсаннадзор, Министерство по экологии и охране природы, Госпожарнадзор, Комитет по строительству** и других.

#### 3.2 ОПБ-88

Основным документом Комплекса НТД **СППНАЭ-87** являются **"Общие положения обеспечения безопасности атомных станций"** - ОПБ-88, в котором установлены цели, общие принципы, которыми следует руководствоваться при проектировании, [эксплуатациии](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#expl), снятия с эксплуатации [атомных станций](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#AS) для достижения их безопасности. Важно, что в этом документе дано определение термина ["безопасность АС"](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#Safety), а именно -

**Безопасность АС -**

свойство АС при нормальной эксплуатации и в случае аварий ограничивать радиационное воздействие на персонал, население и окружающую среду установленными пределами.

Можно отметить,что в этом определении вредное воздействие [АС](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#AS) ограничено лишь радиационными факторами и что допустимые пределы воздействий должны быть установлены в других, более специальных документах.

Важной особенностью **ОПБ-88** является установление целевых показателей безопасности в виде таких положений как то, что -

* "следует стремиться к тому, чтобы оценочное значение вероятности тяжелого повреждения или расплавления при [запроектных авариях](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#zaprav) активной зоны не превышало 1,0.Е-5 на реактор в год",
* "следует стремиться к тому, чтобы оценочное значение вероятности... предельного аварийного выброса (радиоактивных веществ) не превышало 1,0.Е-7 на реактор в год".

Другими словами в нормативный документ внесены вероятностные категории, которые служат некоторым мерилом уровня безопасности АС.

Отметим,что в **ОПБ-88** вопросы защиты окружающей среды как-либо специально не акцентируются.

Краткое изложение положений **ОПБ-88** Вы можете прочитать здесь

3.3 ПБЯ РУ АС-89

Важным нормативным документом являются **"Правила безопасности реакторных установок атомных станций"**, т.н. ПБЯ-89, которые определяют общие требования к конструкции, характеристикам и условиям эксплуатации [реакторных установок](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#reaktust), направленные на обеспечение их ядерной безопасности.

Краткое изложение положений **ПБЯ РУ АС-89** Вы можете прочитать [здесь](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/PBA89.html).

#### 3.4 НРБ-76/87

Другой важный нормативный документ по обеспечению безопасности АС - **"Нормы радиационной безопасности-НРБ-76/87".**

В **НРБ-76/87** установлена система регулирования пределов радиационного воздействия на персонал и население. В них определено, что радиационная безопасность основана на санитарно-гигиенических принципах нормирования, обоснования и оптимизации:

* непревышение основного дозового предела,
* исключение всякого необоснованного облучения,
* снижение дозы облучения до возможно низкого уровня, т.е. принципа ALAPA, as low as possible achievable.

Oтметим,что в в законе о радиационной защите населеня и международной практике принят другой принцип оптимизации защиты -

снижение дозы облучения до разумно низкого уровня с учетом социальных и экономических факторов, т.е. принцип ALARA, as low as reasonably achievable, economic and social factors being taken into account [3].

Представляется, что проблемы радиационной защиты и охраны окружающей среды тесно связаны с социально-экономическими вопросами, и поэтому для нас более приемлем принцип **ALARA**.

В НРБ-76/87 установлены

* дозовые пределы суммарного внешнего и внутреннего облучения персонала и ограниченной части населения,
* предельно-допустимое годовое поступление радионуклидов в организм через органы дыхания, органы пищеварения,
* допустимые концентрации радионуклидов в атмоферном воздухе, воде и другие допустимые уровни радиационного воздействия на человека.

В случае одновременного воздействия нескольких радиационных факторов, поступления нескольких радионуклидов в организм в НРБ-76/87 введено условие, что сумма по всем годовым количествам поступающих в организм радионуклидов и видам радиационного воздействия, отнесенным к соответствующим предельно допустимым величинам, не должна превышать единицу , т.е. считается, что **радиационная безопасность** обеспечена, если

Отметим также рекомендуемое **НРБ-76/87** для оценки радиационной обстановки и принятия оперативных мер введение контрольных уровней радиационных воздействий. Порядок установления числовых значений контрольных уровней, которые разграничивают незначимые и значимые воздействия, определяется таким документом, как **"Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений"** - ОСП-72/87.

В действующих **"Санитарных правилах проектирования и эксплуатации атомных станций"**, СП АС-88 установлены следующие дозовые пределы:

* для персонала АС в зоне строгого режима- 5 бэр/год,
* для персонала в зоне свободного режима - 0,5 бэр/год,
* для населения, проживающего вблизи АС - 25 мбэр/год.

Отметим, что при [нормальной эксплуатации](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#normex) АС дозовые квоты населения не должны превышать

* за счет газоаэрозольных выбросов АС-20 мбэр/год причем за счет радионуклидов благородных газов 10-12 мбэр/год, за счет радиоизотопов иода - 6-8 мбэр/год и
* за счет жидких отходов - 5 мбэр/год.

При любой [аварии](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#avar) АС облучение населения на границе санитарно-защитной зоны не должно превышать 10 бэр.

Аварийные выбросы и сбросы радиоактивных веществ должны быть столь малыми, чтобы исключалась необходимость эвакуации больщих групп населения при самых тяжелых [авариях](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#avar).

Эти и некоторые другие нормативные документы, опирающиеся на санитарно- гигиенический принцип нормирования качества среды обитания людей, в настоящее время образуют основу радиационной защиты окружающей среды.

В основе **НРБ-76/87**, других нормативных материалов по радиационной безопасности лежит идея о том, что слабейшим звеном биосферы является человек, которого и нужно защищать всеми возможными способами. Причем считается, что если человек будет должным образом защищен от вредных воздействий [АС](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#AS), то и окружающая среда также будет защищена, поскольку радиорезистентность элементов экосистем как правило существенно выше человека.

Ясно, что это положение не является абсолютно бесспорным, поскольку биоценозы экосистем не имеют таких возможностей какие есть у людей - достаточно быстро и разумно реагировать на радиационные опасности. Кроме того различны сорбционные характеристики различных элементов биогеоценозов. И поэтому в случаях тяжелых [аварий](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#avar) на АС запасы радио-нечувствительности биоценозов могут быть исчерпаны [4].

Отсюда следует, что при оценке уровня [безопасности АС](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#Safety) необходимо явно учитывать экологические последствия воздействий АС, а при разработке мер противоаварийной защиты АС предусматривать и действия по защите окружающей среды.

#### 3.5 Международные нормы безопасности

Кроме национальных норм и правил обеспечения [безопасности АС](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#Safety) при проектировании будущих [АС](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#AS) важно учитывать известные международные стандарты безопасности, разработанные в рамках деятельности **Международного Агенства по атомной энергии** - МАГАТЭ. Эти стандарты, имеющие рекомендательный характер, составляют систему, называемую **IAEA Nuclear Safety Standards** или сокращенно - NUSS.

Кроме материалов программы **NUSS**, изданных в виде Серии N 50 Публикаций МАГАТЭ, известны и другие Нормативные документы МАГАТЭ - такие серии Публикаций МАГАТЭ как

-N 6 Нормы безопасности при транспортировании радиоактивных материа лов,

-N 9 Основные стандарты безопасности для обеспечения радиационной защиты,

-N 55 Противоаварийные мероприятия вне площадки при радиационных авариях,

-N 86 Принятие решений на основе оценки внешних радиационных последствий аварий на ядерных установках,

-N 94 Действия при выбросе радиоактивных материалов,оказывающих трансграничное вредное воздействие

и некоторые другие более специальные документы,регламентирующие сбросы радиоактивных веществ в море, методы обращения с радиоактивными отходами, методы снятия установок с эксплуатации.

## 4 Принципы обеспечения безопасности

### 4.1 Основные требования по обеспечению безопасности АС

**Безопасность АС** - это необходимая и достаточная защищенность персонала, населения и окружающей среды от всех возможных вредных воздействий, возникающих при [эксплутации](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#expl) АС.

[Атомная станция](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#AS) удовлетворяет требованиям безопасности, если за счет обеспеченных в проекте физических свойств ЯЭУ, предусмотренных проектом технических средств и разработанных организационно-технических мероприятий, эффекты ее теплового, химического, механического, радиационного и иных воздействий на персонал, население и окружающую среду при всех режимах [нормальной эксплуатации](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#normex) и [проектных авариях](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#proektavar) не превышают установновленных в нормативах или проекте предельных значений величин и характеристик эффектов этих воздействий, а принятые меры по ограничению воздействий при [запроектных](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#zaprav) или гипотетических авариях обеспечивают снижение эффектов воздействий до приемлемых, разумно малых значений.

**Безопасность АС** обеспечивается за счет мер по

* предупреждению возможности возникновения опасных состояний или режимов - при проектировании и сооружении АС,
* предотвращению развития опасных состояний и режимов за рамки пределов и условий безопасной эксплуатации - при работе АС,
* пространственно-временному ограничению опасных процессов и их вредных воздействий - при аварийных ситуациях и режимах АС,
* локализации почти всех вредных веществ,вышедших за установленные в проекте границы опасных зон в результате аварии,
* обеспечению условий для приведения установки после окончания эксплуатационных кампаний или аварий в безопасное состояние, пригодное для перезарузки топлива, ремонтов, длительного хранения ее частей и элементов, консервации или снятия с эксплуатации.

[Безопасность АС](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#Safety) основана на применении и использовании принципов

* внутренней самозащищенности,
* глубокоэшелонированной защиты,
* обеспечения АС системами безопасности,
* устойчивости процессов,
* удовлетворении требований технической, ядерной, радиационной,экологической безопасности и культуры безопасности.

#### 4.2 Внутренняя самозащищенность

По определению, **внутренняя самозащищенность** ядерной энергетической установки есть ее свойство обеспечивать безопасность на основе естественных обратных связей и процессов.

Это означает, что в проекте заложены такие свойства [систем](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#sist), элементов оборудования, механизмов, которые обеспечивают при всех режимах [нормальной эксплуатации](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#normex) не только работоспособность, т.е. способность длительно, до исчерпания ресурса сохранять установленные в проекте значения параметров, обратимость или неизменность характеристик, достаточные запасы до опасных состояний и режимов, но и способность активного сопротивления развитию режимов и состояний в опасном направлении, возможность противостоять таким режимам, т.е. способность саморегулирования, подавления опасных тенденций для возвращения в области стабильного функционирования.

#### 4.3 Эшелонирование защиты

Глубокоэшелонированная защита как средство обеспечения безопасности состоит из системы барьеров на пути распространения ионизирующих излучений и радиоактивных веществ, системы технических и организационных мер по защите барьеров и сохранению их эффективности, мер по прогнозу развития аварийных режимов и оповещению населения о состоянии АС.

Барьерами безопасности служат

* топливная матрица ТВЭЛ,
* оболочки топливных элементов,
* стенки корпусов,трубопроводов и оборудования первого контура,
* защитная оболочка,
* защитное ограждение,

Дополнительным барьером могут служить грунт и породы вне защитного ограждения.

#### 4.5 Системы безопасности АС

**Системы безопасности** предназначены для выполнения функций безопасности, т.е. действий, направленных на предотвращение [аварий](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#avar) или ограничение ее [последствий](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#posledavar).

[Системы безопасности](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#sistbezop) АС, действующие при [авариях](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#avar) за счет пассивных или активных механизмов фунционирования, должны быть построены на базе необходимого резервирования, пространственой и функциональной независимости, разнообразия принципов действия устройств в разных системах или каналах и должны быть работоспособными при единичных отказах элементов систем.

#### 4.6 Устойчивость процессов

**Устойчивость процессов** - свойство систем стремиться после прекращения действий возмущающих факторов к первоначальному состоянию без значительных нарушений характерных параметров.

#### 4.6 Культура безопасности

**Культура безопасности** - осознанная позиция лиц, действия которых влияют на состояние безопасности, убежденных, что обеспечение безопасности является приоритетной целью, сознающих ответственность и контролирующих свои действия.

#### 4.7 Планирование противоаварийных мероприятий

В [ОПБ-88](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/OPB88.html) записано требование по планированию мероприятий по защите персонала и населения на случай тяжелых [аварий](http://www-koi8.machaon.ru/atomsec/vocab.html#avar). Такие Планы разрабатываются.

* по защите персонала-эксплуатирующей организацией АС ,
* по защите населения-территориальным штабом Гражданской обороны.

## 5 Литература

1. **О.Б. Самойлов, Г.Б. Усынин, А.М. Бахметьев**

"Безопасность ядерных энергетических установок",
Москва, Энергоатомиздат, 1989 г.

1. **В.М. Новиков, И.С. Слесарев, П.Н. Алексеев и др.**

"Атомные реакторы повышенной безопасности. Анализ концептуальных разработок",
Москва, Энергоатомиздат, 1993 г.

1. "Российская газета", 17 января 1996 г.
2. "Российская газета", 28 ноября 1995 г.