

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова

**С. Г. Сибриков**

**ХИМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ  
И АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ  
ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

*Учебное пособие*

*Рекомендовано  
Научно-методическим советом университета  
для студентов, обучающихся  
по направлению Химия*

Ярославль  
ЯрГУ  
2013

УДК 66:504(075.8)

ББК Б1я73

С 34

*Рекомендовано*

*Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного издания. План 2013 года.*

Рецензенты:

Н. Г. Сапожникова, кандидат химических наук;  
кафедра охраны труда и природы ЯГТУ

**Сибриков, С. Г. Химическая безопасность и аналитический контроль техногенных объектов:** учеб. пособие / С. Г. Сибриков; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. — Ярославль : ЯрГУ, 2013. — 136 с.

**ISBN 978-5-8397-0921-8**

Основная задача учебного пособия — получение и освоение студентами ключевых представлений и навыков, необходимых для решения проблем безопасного взаимодействия человека, в частности химического производства, с природной и социальной средой.

В помощь слушателям предоставлены вопросы к зачету и список рекомендуемой литературы.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению 020100.62 Химия (дисциплина «Химическая безопасность и аналитический контроль техногенных объектов», цикл Б2), очной формы обучения.

ISBN 978-5-8397-0921-8

УДК 66:504(075.8)

ББК Б1я73

© ЯрГУ, 2013

## Введение

В настоящее время в Российской Федерации сложилась довольно непростая ситуация с обеспечением безопасности химически опасных производств, производственного персонала и населения городов и населенных пунктов. Вследствие износа основных фондов, использования устаревших технологий и оборудования, застройки санитарно-защитных зон, разрушения в ходе приватизации системы управления безопасностью потенциально опасных объектов, отсутствия устойчивого механизма финансирования и других факторов угрозы возникновения химических аварий, несмотря на принимаемые меры, за последние годы не снижаются, что подтверждается статистикой МЧС России.

Основные факторы, определяющие необходимость решения проблемы обеспечения биологической и химической безопасности как одного из важнейших направлений укрепления национальной безопасности РФ, указаны в «Основах государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности Российской Федерации на период до 2010 года и дальнейшую перспективу».

Этот документ, утвержденный Президентом Российской Федерации 4 декабря 2003 г. № ПР-2194, лежит в основе утвержденной Правительством РФ Концепции федеральной целевой программы «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009–2013 годы)». Программа действует с 2009 г. Целью программы является последовательное снижение до минимально приемлемого уровня риска воздействия опасных химических и биологических факторов на население и окружающую среду.

Структурной основой для практической реализации широкого спектра разноплановых мероприятий в области обеспечения химической безопасности должна стать многоуровневая комплексная система химической безопасности (КСХБ), теоретические принципы построения которой являются предметом настоящего пособия [4; 6].

# 1. Химическая безопасность

## 1.1. Анализ проблемы

Проблемная область химической безопасности включает широкий круг вопросов техногенного, природного характера, террористических и других проявлений. **Основным источником опасности для Земли стала созданная человеком техносфера.** Происходящие в ней аварии и катастрофы могут привести не только к людским жертвам, но и к уничтожению окружающей среды или к ее глобальной деградации.

По мнению многих ученых, в настоящее время завершен продолжавшийся четыре столетия этап промышленной революции и именно **антропогенный фактор** становится источником настоящих и будущих катастроф. В концентрированном виде суть концепции сформулирована академиком В. А. Легасовым. Ученый подчеркивает, что сегодня угроза разрушительного действия крупных промышленных аварий стала сравнима с военной угрозой.

Академик В. А. Легасов своевременно предупредил политиков и научное сообщество о том, что **дестабилизация страны хотя бы по одной из этих девяти граней: геополитической, военной, административно-политической, экономической, социальной, личностной, нравственной, религиозной, национальной — неизбежно приведет к «небывалой мировой катастрофе».** Основанием для такого вывода В. А. Легасову послужило:

- **профессиональное знание феноменов радиационной и химической опасности,** ставшей чрезвычайно острой проблемой современности;
- **знание оружия массового уничтожения и мирных объектов, на которых сконцентрированы энергетические источники небывалой мощности,** общедоступные опасные вещества в количествах около 100 тысяч летальных доз на каждого жителя.
- обнаруженное В. А. Легасовым на примере чернойбыльской аварии слабое место — **«человеческий фактор»**, который

никакими техническими средствами подстраховать достаточно надежно нельзя;

- **всеобщая неготовность мирового сообщества** во всех отношениях и на всех уровнях к небывалой в истории опасности;

- **легкость и потрясающая эффективность реализации этой опасности** при непреодолимой трудности ее предотвращения, спасения и реабилитации пораженных людей и местности [15; 16].

## ***1.2. Понятие химической безопасности***

**Химическая безопасность** — это состояние защищенности общества, каждого гражданина, экономики и окружающей среды в пределах территории страны от негативного влияния или угроз, вызванных или опосредованных факторами химического характера естественного или антропогенного происхождения.

Понятие «**химическая безопасность**» рассматривается как одно из производных от понятия «**безопасность**», которое, согласно ГОСТ Р 22.0.02–94, означает состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз или опасностей.

Определение понятия «**химическая безопасность**» в несколько расширенном виде имеет следующую редакцию. **Химическая безопасность** — состояние, при котором путем соблюдения правовых норм и санитарно-гигиенических правил, выполнения технологических и инженерно-технических требований, а также проведения соответствующих организационных и специальных мероприятий исключаются условия для химического заражения или поражения людей, сельскохозяйственных животных и растений, загрязнения окружающей природной среды опасными химическими веществами в случае возникновения химической аварии.

Как следует из приведенного определения, **химическая безопасность** характеризует состояние противодействия определенному составу специфических поражающих факторов — опасных химических веществ, и в этом состоит основное отли-

чие понятия «**химическая безопасность**» от других видов техногенной безопасности, в том числе от понятий:

- **радиационная безопасность** (основные поражающие факторы — радиоактивные вещества и проникающая радиация). Радиоактивные вещества, формально относящиеся к категории опасных химических веществ, отличаются специфическим механизмом физиологического воздействия на организм человека, животных, других объектов фауны. Поэтому в отношении противодействия поражающему действию радиоактивных веществ проблемные области химической безопасности и радиационной безопасности практически не совпадают;

- **биологическая безопасность** (основные поражающие факторы — вирусы, токсины, патогенные микроорганизмы, болезнетворные бактерии);

- **пожарная безопасность** (основные поражающие факторы — тепловой поток, термическое излучение, открытое высокотемпературное пламя и искры, а также токсичные продукты горения);

- **экологическая безопасность**. По определению, данному в федеральном законе «Об охране окружающей среды», «**экологическая безопасность — это состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий**». В данном определении нет прямого указания на факторы, негативно влияющие на природную среду и жизненно важные интересы человека. Вследствие этого **экологическая безопасность** предполагает необходимость противодействия самым различным поражающим факторам, в том числе опасным химическим веществам. **В этом отношении проблемные области химической безопасности и экологической безопасности совпадают.**

**Проблемная область химической безопасности** предполагает обеспечение противодействия угрозам химической направленности, состав которых включает несколько разновидностей со своими отличительными признаками и особенностями проявления [13].

### **1.3. Современные угрозы химической направленности**

Основные положения социально-экономической политики Правительства РФ на долгосрочную перспективу в качестве **приоритетных направлений** развития страны определяют следующее:

- оздоровление нации, улучшение социальной и экономической защищенности граждан России, обеспечение безопасности личности перед лицом различных угроз, к числу которых относятся и **химическая угроза**;

- создание устойчиво функционирующей и сбалансированной национальной системы **обеспечения химической безопасности** является необходимым условием стабилизации и подъема экономики, обеспечения целостности страны, повышения уровня жизни ее граждан.

Анализ развития российского общества в последние 15–20 лет свидетельствует о появлении новых и обострении существовавших **внутренних и внешних** угроз его безопасности.

**В научно-технической области к внутренним угрозам в первую очередь относятся:**

- снижение научно-технического потенциала страны (в том числе в области химической защиты);

- сокращение доли наукоемких производств в общем объеме промышленного производства;

- понижение технологического уровня специальных производств и технических показателей производимых изделий, технологическая зависимость России от ведущих стран Запада;

- ослабление государственного надзора и отсутствие эффективных механизмов правового и экономического обеспечения химической безопасности граждан Российской Федерации;

- увеличение вероятности техногенных аварий во всех сферах хозяйственной деятельности, что ведет к подрыву оборонного и промышленного потенциала государства и делает труднодостижимой модернизацию национальной технологической базы средств химической защиты.

## **К техногенным химическим угрозам относятся:**

- аварии с выбросом АХОВ (**АХОВ — аварийно химически опасное вещество**), в особенности если они сопровождаются пожарами, в районах проживания населения, в результате которых образуются обширные зоны химического заражения;
- аварии на всех видах транспорта, обеспечивающего перевозки опасных химических грузов, с утечкой АХОВ и их попаданием в окружающую среду;
- аварии на продуктопроводах (нефть, газ, аммиак и др.) с выбросом токсичных веществ в окружающую среду.

Существуют различные подходы к классификации аварий на химически опасных объектах. **В химических отраслях промышленности аварии делят на две категории.**

**Аварии категории 1** — это аварии в результате взрывов, вызывающих разрушение технологических систем, инженерных сооружений, вследствие чего полностью или частично прекращается выпуск продукции, и для восстановления производства требуются специальные бюджетные ассигнования от вышестоящих организаций.

**Аварии категории 2** — это аварии, в результате которых повреждается основное или вспомогательное техническое оборудование, инженерные сооружения, вследствие чего полностью или частично прекращается выпуск продукции, и для восстановления ее производства требуются средства, превышающие нормативную сумму, выделяемую на плановый капитальный ремонт, но специальные ассигнования вышестоящих организаций не требуются.

**В системе МЧС России классификация химических аварий** отражает степень их опасности, поэтому она выглядит следующим образом:

- **частная авария** — авария, при которой произошла незначительная утечка (выброс) аварийно химически опасных веществ (АХОВ);
- **объектовая авария** — авария, связанная с утечкой АХОВ из технологического оборудования или трубопроводов. Глубина распространения облака АХОВ меньше территории предприятия;
- **местная авария** — авария, связанная с разрушением большой единичной емкости или склада АХОВ. Облако АХОВ



достигает зоны жилой застройки, необходимо проведение эвакуации населения из ближайших жилых районов и других аварийно-спасательных мероприятий;

- **региональная авария** — авария со значительным выбросом АХОВ, при котором имеет место распространение облака АХОВ вглубь жилых районов;

- **глобальная авария** — авария с полным разрушением всех хранилищ с АХОВ на крупных химически опасных объектах. Такая авария может произойти в случае диверсии в военное время, террористических действий в мирное время или в результате стихийного бедствия.

Наибольшее число аварий в мире и в России происходит на предприятиях, производящих или хранящих хлор, аммиак, минеральные удобрения, гербициды, продукты органического и нефтехимического синтеза.

Несмотря на то, что практически на всех химически опасных объектах РФ функционируют системы обнаружения аварий (автоматические или автоматизированные), полной гарантии своевременного обнаружения утечки токсичных химических веществ не существует. Это происходит потому, что решающая роль здесь отводится **человеческому фактору**.

Вместе с тем, как показывают прогнозные оценки на ближайшую перспективу, тенденция повышения вероятности химических аварий в Российской Федерации будет сохраняться.

**Предпосылками к этому являются:**

- высокий и продолжающий прогрессировать **износ основных производственных фондов** (в среднем — 75 %), достигающий на ряде предприятий 90 % (так называемые постиндустриальные риски);

- крупные **структурные изменения в экономике страны**, приведшие к остановке ряда опасных производств, нарушению хозяйственных связей и сбоям в технологических цепочках;

- **рост сложных производств**, использующих технологические циклы с высокой концентрацией энергии и опасных веществ;

- **падение технологической и производственной дисциплины**, уровня квалификации технического персонала;

- **накопление отходов производства**, опасных для окружающей среды;

**- снижение требовательности и эффективности работы надзорных органов;**

**- высокая концентрация населения, проживающего вблизи потенциально опасных промышленных объектов;**

**- отсутствие или недостаточный уровень предупреждающих мероприятий, способных уменьшить масштабы последствий химических аварий и снизить риск их возникновения;**

**- недостаточный уровень обеспеченности персонала опасных объектов и населения технически пригодными средствами индивидуальной и коллективной защиты (в том числе их резервных запасов), отсутствие знаний и навыков применения указанных средств в чрезвычайных ситуациях (ЧС);**

**- недостаточная законодательная и нормативная база;**

**- наметившаяся в последние годы тенденция к увеличению объемов химического производства, переход к работе с полной нагрузкой крупнейших химических комплексов страны, увеличение объема перевозок и хранения опасных веществ;**

**- стремление иностранных государств и фирм к инвестированию вредных производств на территории России;**

**- возрастание вероятности террористических актов на химически опасных производствах, а также применение террористами высокотоксичных химических веществ.**

Потенциально опасные химические объекты находятся в ведении не только гражданских отраслей промышленности, но и в системе силовых министерств.

**Во внешней военной сфере** особую угрозу химической безопасности страны представляет все еще сохраняющаяся возможность применения качественно новых образцов химического оружия в межгосударственных конфликтах.

В последние годы особую значимость приобретает **террористическая угроза**. Террористические группировки получают значительную финансовую поддержку для деструктивной деятельности и вполне могут приобрести и реализовать на практике технологии изготовления отравляющих веществ, психотропных ядов и других токсичных химических веществ, предназначенных для боевого применения в качестве компонентов химического оружия.

В связи с этим в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 13 сентября 2004 г. № 1167 предусматривается, в дополнение к ранее предписанным мерам, принятие неотложных мер по предупреждению и предотвращению террористических проявлений, связанных с применением или угрозой применения токсичных, сильнодействующих и ядовитых веществ.

**К основным химическим составляющим экологической угрозы, в том числе и для состояния здоровья населения России, могут быть отнесены:**

- критическое состояние атмосферного воздуха, рост до опасных пределов содержания в нем ряда токсичных химических веществ (оксидов азота, серы, оксида и диоксида углерода и др.);
- недопустимо высокий уровень загрязненности почвы твердыми отходами, деструкция которых под воздействием природных факторов способствует образованию химически опасных вторичных продуктов;
- техногенное загрязнение гидросферы вследствие аккумуляции в ней вредных компонентов промышленных сбросов предприятий;
- техногенное загрязнение литосферы вследствие отсутствия эффективных технологий утилизации химических промышленных и бытовых отходов.

**Представленный спектр угроз свидетельствует о том, что проблема обеспечения химической безопасности Российской Федерации относится к категории комплексных, многофакторных и многокритериальных. Каждая из ее составляющих представляет собой самостоятельное направление. Вместе с тем достижение конечной цели — обеспечения химической безопасности на национальном уровне — может быть реализовано только в результате эффективного и программно-скоординированного решения каждой из проблемных задач.**

Актуален комплексный подход к проблемам национальной безопасности. **Комплексная система безопасности — это объединение в едином информационном поле отраслевых, государственных и муниципальных систем и их элементов, направленных на повышение защищенности и устойчивости функционирования объектов и территорий в зоне их влияния при угрозе возникновения чрезвычайных ситуа-**

ций. В эту систему, в том числе, входят проблемы, вызванные террористическими акциями, а также наличие органов управления, сил и средств, обеспечивающих полное функционирование комплексной системы безопасности [3; 4].

### ***1.4. Анализ современного уровня химической безопасности в России***

В мировом сообществе формируются тенденции и механизмы к совершенствованию управления химической безопасностью. На этом фоне положение дел в данной области в РФ остается неудовлетворительным.

Основной подход к снижению химической опасности объектов, включая повышение их антитеррористической устойчивости, базируется на **принципе естественной безопасности, присущей самому объекту.**

Методологически подходы к повышению безопасности химических технологий и производств группируются в **четыре основные стратегии:**

- минимизация (уменьшение объемом опасных веществ);
- замещение (замена веществ менее опасными аналогами);
- смягчение (использование веществ в менее опасном состоянии);
- упрощение (проектирование объектов с наименьшим уровнем сложности, менее чувствительных к ошибкам или не-санкционированным воздействиям).

Величина затрат на предупреждение аварий во много раз меньше по сравнению с величиной ущерба, к которому они приводят в случае возникновения. Поэтому вопросам безопасности химических производств во всем мире придается очень большое значение. **Безопасность функционирования химически опасных предприятий зависит от многих факторов:**

- физико-химические свойства сырья, полуфабрикатов и продуктов и характер технологических процессов;
- конструкция и надежность оборудования;
- условия хранения и транспортировки АХОВ;

- состояние контрольно-измерительных приборов средств автоматизации;
- эффективность средств противоаварийной защиты;
- уровень организации профилактической работы, наличие и совершенство диагностических комплексов;
- своевременность и качество планово-предупредительных ремонтных работ;
- подготовленность и практические навыки персонала;
- эффективность действия системы надзора за состоянием технических средств противоаварийной защиты.

Судя по имеющимся статистическим данным, сегодня многие сложные технические комплексы обладают **«внутренне присущей опасностью»**, причем весьма значительной.

В случае возникновения химических аварий наиболее опасны АХОВ, которые при аварийных ситуациях сравнительно легко переходят из одного агрегатного состояния в другое, наносят массовые поражения людям и окружающей природной среде. Успех мероприятий по защите производственного персонала, населения и проведение аварийно-спасательных работ зависят от целого ряда факторов.

Один из них — обнаружение предпосылок (угроз) и самого факта возникновения аварий, оповещение работающего персонала, а также населения в зонах возможного заражения. Система обнаружения угрозы и факта возникновения химических аварий должна предвидеть аварию еще на стадии ее «зарождения». Существующие системы обнаружения аварий не имеют средств контроля выбросов ядовитых веществ с определением их концентраций и зон распространения, или эти средства несовершенны. По данным Ростехнадзора, около 80 % существующих технических средств контроля имеют срок эксплуатации более 20 лет, морально и физически устарели.

В 1987 г. была подготовлена и принята правительственная **Программа химической безопасности**, нацеленная на создание в стране государственной системы безопасности опасных химических объектов, которая по ряду причин реализована не была. Кроме того, с 1991 г. в России действовал ряд государственных научно-технических программ (ГНТП) **«Безопасность населения и народнохозяйственных объектов с учетом риска воз-**

**никновения природных и техногенных катастроф», а также федеральных целевых программ (ФЦП) «Снижение рисков и смягчение последствий ЧС природного и техногенного характера в РФ до 2005 года».**

Существенным недостатком этих программ является их ориентация в основном **на ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций.**

Качественно изменить ситуацию можно только путем реконструкции, технического перевооружения производств и введения новых мощностей на базе высоких технологий, обеспечивающих естественную безопасность предприятий.

В связи с этим принято решение **Совета Безопасности (СБ) РФ и Президиума Государственного совета РФ (2003 г.),** определивших меры, направленные на решение задач обеспечения защищенности опасных объектов и населения от воздействия поражающих факторов различной природы. Сюда относятся утвержденные Президентом РФ **«Основы государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности РФ на период до 2010 г. и дальнейшую перспективу».**

**Порядок решения этих задач предполагает:**

1. Проведение анализа состояния, тенденций и потребностей страны в сфере обеспечения защищенности потенциально опасных объектов и, с учетом результатов анализа, определение перечня **критически важных объектов (КВО) РФ.**

2. Разработку проекта основ государственной политики в области защищенности опасных объектов и населения РФ от угроз техногенного, природного характера и террористических проявлений.

3. Разработку механизма обеспечения защищенности потенциально опасных объектов и населения.

Одним из первых шагов по государственному регулированию в данной сфере деятельности является Указ Президента Российской Федерации от 29 октября 2003 г. № 1265 **«О создании открытого акционерного общества «Корпорация «Росхимзащита».**

Однако до настоящего времени **причины техногенных химических аварий в РФ остаются**. Они состоят в следующем:

- значительный износ основных производственных фондов, систем аварийного контроля и предупреждения аварий;
- несвоевременный и некачественный ремонт технологического оборудования;
- медленное решение вопросов, связанных с оснащением промышленных объектов средствами предупреждения аварий (аварийной остановки технологических процессов, локализации потенциальных источников аварий);
- недостаточный надзор за состоянием опасных химических объектов (ОХО) и соблюдением правил безопасного ведения производственных процессов. Наиболее высокий процент причин возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с **«человеческим фактором»** (организационные причины), отмечен в химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей промышленности — до 79 % .

**В Федеральной целевой программе 1995 г.** «Создание и развитие Российской системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях» (Постановление Правительства РФ от 16 янв. 1995 г. № 43) отмечено, что в результате чрезмерной концентрации промышленности в отдельных регионах России, усложнения технологических процессов, использования значительного числа взрыво-, пожаро-, радиационно- и химически опасных веществ и износа оборудования наблюдается рост количества аварий и катастроф, увеличивается число человеческих жертв, возрастает материальный ущерб от ЧС техногенного характера.

Разработка мер обеспечения безопасности населения при ЧС, связанных с хранением, производством, применением, транспортированием и утилизацией химически опасных веществ, предусматривала проведение оценки технического состояния наиболее опасных объектов и выполнение мероприятий по повышению их химической безопасности, а также создание системы анализа, оценки и управления риском химической опасности.

**Эта часть программы предусматривала реализацию следующих мероприятий:**

- создание системы органов обеспечения химической безопасности при возникновении чрезвычайных ситуаций и для их предупреждения;
- правовое и нормативно-техническое обеспечение химической безопасности при чрезвычайных ситуациях;
- совершенствование системы надзора и контроля над химической опасностью;
- снижение уровня химической опасности при хранении, производстве, применении, транспортировке и утилизации химически опасных веществ и материалов;
- разработку информационных и технических систем и средств, обеспечивающих химическую безопасность;
- предупреждение, защиту населения и повышение готовности к действиям в чрезвычайных ситуациях;
- международное сотрудничество в области обеспечения химической безопасности.

Вместе с тем по завершении реализации программы по-прежнему остро стояли вопросы обеспечения химической безопасности населения, объектов промышленности, территорий.

Поэтому в 2000 г. была принята комплексная Федеральная целевая программа, получившая свое продолжение в программе на период 2005–2010 гг.

**Основными направлениями раздела программных мероприятий в части обеспечения химической безопасности были определены:**

- обеспечение развития систем и методов технической диагностики химически опасных объектов и оборудования, а также систем контроля, управления и локального оповещения населения;
- создание баз данных по надежности функционирования опасных объектов и технологического оборудования, оценке эффективности действующих и внедряемых мер по обеспечению их безопасности;
- проведение комплекса инженерных мероприятий по снижению риска воздействия опасных химических факторов на население и территории при проектировании, строительстве, эксплуатации и выводе из эксплуатации опасных объектов;



- разработка и внедрение **геоинформационных систем (ГИС)**, развитие комплексных исследований в сфере математического моделирования для выявления закономерностей в области обеспечения химической безопасности, выработки сценариев развития ситуаций;

- разработка экологически безопасных технологий утилизации химически опасных бытовых и промышленных отходов, реабилитации территорий (акваторий), подвергшихся химическому загрязнению;

- создание интегрированного банка данных в области обеспечения химической безопасности, в том числе специализированной базы данных о транснациональных террористических угрозах химической направленности с ограниченным доступом и соблюдением требований конфиденциальности;

- обнаружение угроз и источников террористических проявлений в области химической безопасности;

- совершенствование системы подготовки и переподготовки высококвалифицированных кадров в области комплексной защиты от опасных химических факторов;

- совершенствование, развитие и реализация инженерно-технических мероприятий и технических решений по повышению защищенности химически опасных объектов от опасностей, обусловленных возникновением стихийных бедствий;

- внедрение современных методик (в том числе экспресс-методов) и оборудования для оснащения контрольных и надзорных органов средствами индикации и контроля за содержанием токсичных материалов в окружающей среде, продуктах питания и лекарственных средствах.

В течение 2005–2007 гг. была разработана и в начале 2008 г. утверждена Концепция федеральной целевой программы **«Национальная система химической и биологической безопасности РФ (2009–2013 годы)»**, ставшая основой самой целевой программы, принятой Правительством РФ.

**В Концепции определены четыре стратегии обеспечения химической безопасности:**

- 1) уменьшение объемов опасных веществ;
- 2) замена веществ менее опасными веществами;
- 3) использование веществ в менее опасном состоянии;

4) проектирование объектов с наименьшим уровнем сложности, менее чувствительных к ошибкам или несанкционированным воздействиям.

**Выбор приоритетов программы определен «Основами государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности Российской Федерации на период до 2010 г. и дальнейшую перспективу».** Ее целью является последовательное снижение до приемлемого уровня риска воздействия опасных химических и биологических факторов на население, биосферу, техносферу и экологические системы.

**Для достижения цели программы необходимо решить следующие задачи в рамках комплексного обеспечения химической безопасности:**

- предупреждение возникновения источников и очагов химического поражения путем систематического мониторинга химических опасностей, контроля исполнения законодательства и нормативных документов в области химической безопасности;

- уменьшение масштабов потенциальных очагов химического поражения и суммарных площадей зон защитных мероприятий путем проведения комплекса мер в отношении источников химической опасности;

- повышение защищенности населения и среды его обитания от негативных влияний опасных химических веществ и снижение уровня их влияния путем внедрения современных средств защиты.

**Реализация указанных задач будет осуществляться в 2009– 2013 гг. по следующим приоритетным направлениям:**

- **первое приоритетное направление** предполагает проведение комплексного анализа ситуации, сложившейся в области химической безопасности, обеспечение координации взаимодействия различных государственных органов, а также укрепление материально-технической базы организаций, с учетом установившейся практики осуществления контроля и мониторинга в области обеспечения химической безопасности в РФ;

- **второе приоритетное направление** предполагает проведение анализа нормативно-методической базы РФ в области

обеспечения химической безопасности и научное обоснование предложений по ее совершенствованию;

- **третье приоритетное направление** предполагает снижение степени опасности, угроза которой здоровью населения, животным, растениям и другим живым организмам биосферы исходит от опасных химических объектов, путем модернизации и технического перевооружения этих объектов, а также модернизации и технического перевооружения объектов научно-промышленной базы;

- **четвертое приоритетное направление** предполагает развитие научных основ и разработку единых научно-методических подходов в области обеспечения химической безопасности, а также технологий и средств защиты от воздействия опасных химических факторов;

- **пятое приоритетное направление** предполагает повышение уровня информированности и просвещения населения, обеспечение условий для образования и подготовки кадров, а также внедрения органами государственной власти инструментов управления рисками негативного воздействия опасных химических факторов окружающей среды на биосферу и техносферу [1].

## **2. Принципы построения комплексной системы химической безопасности (КСХБ)**

### **2.1. Характеристика и признаки объектов и субъектов химической опасности**

**Характеристика угроз и поражающих факторов.** Данная характеристика включает следующие признаки и показатели:

**1.** Состав и классификацию антропогенных (техногенных) угроз.

**2.** Отличительные признаки (особенности) угроз химической направленности.

**3.** Состав и классификацию поражающих факторов химической направленности по группам **отравляющих веществ (ОВ), аварийно химически опасных веществ (АХОВ).**

**Характеристика источников (объектов) химической опасности.** Данная характеристика включает следующие признаки и показатели.

**1. Состав и классификацию единичных источников (объектов) химической опасности делят по признакам:**

- подконтрольности или анонимности;
- стационарности или мобильности;
- характеру проявления поражающего действия источников (объектов). Характер действия источников может проявляться в следующих условиях:

а) **штатные условия:** сброс давления, перетаривание, отбор проб и др.;

б) **аварийные условия:** утечки, разгерметизация реакционной зоны, разрушение трубопроводов и запорной арматуры и др.;

в) **чрезвычайные ситуации (ЧС):** взрывное разрушение технологического оборудования, механическое разрушение емкостей для хранения или транспортировки критического количества химически опасных продуктов и магистральных трубопроводов химически опасных продуктов и др.

**2. Состав и классификацию групп источников (объектов) химической опасности также разделяют по признакам:**

- численного состава источников (объектов) в группе;

- типовой (технологической) идентичности или отсутствия идентичности источников (объектов);
- подконтрольности или анонимности (немотивированные источники (объекты) химической опасности) или сочетания по двум признакам;
- стационарности или мобильности или сочетания по двум признакам;
- наличия поражающих факторов одновременно на нескольких источниках (объектах) в вариантах сочетания поражающих факторов идентичной или различной природы;
- диапазона изменения кумулятивной мощности групп источников (объектов) (в условиях переменного точечного или локального или территориально рассредоточенного присутствия групп поражающих факторов одновременно);
- диапазона изменения масштабов (размеров) зон поражающего действия группы источников (объектов) в условиях переменных значений определяющих факторов: качественно-количественный состав поражающих факторов, технологические, климатические, метеорологические и другие факторы;
- территориального наложения зон поражающего действия группы источников (объектов), промышленной и жилой зон населенных пунктов.

**3. Территориальную дисперсию источников (объектов) химической опасности делят по категориям:**

- объектовая;
- локальная (муниципальное образование);
- региональная;
- федеральная.

**4. Территориально-климатическое зонирование источников (объектов) химической опасности.**

**5. Наличие, технический уровень системы мониторинга источников (объектов) химической опасности и ее интеграции в системы мониторинга более высокого уровня (муниципального, регионального, федерального).**

**6. Дисперсию источников (объектов) химической опасности по уровню администрирования и характеру имущественной принадлежности:**

- государственная подчиненность (муниципальная, региональная, федеральная);
- частная собственность (единственный владелец);
- смешанная государственно-частная собственность;
- смешанная частная собственность;
- смешанная собственность с иностранным участием.

### **Субъекты химической опасности**

**1. Характеристика народонаселения как субъекта химической опасности.** Состав народонаселения характеризуется по признакам:

- возрастного состава;
- профессионального состава;
- социального состава;
- «клинического» состава (по заболеваемости).

**2. Территориальная дисперсия народонаселения (как субъекта) характеризуется по признакам:**

- места постоянного проживания (жилой фонд, общежития, интернаты, служебное жилье и др.);
- места временного проживания (гостиницы, санатории, дома отдыха и др.);
- места постоянной, условно-постоянной, временной работы (службы, учебы и т. п.);
- места временного пребывания в течение суток: транспорт, учебные, дошкольные, лечебно-профилактические учреждения и др. [1; 2].

### **2.2. Детализированные идентификационные признаки объектов и субъектов химической опасности**

Детализированные идентификационные признаки объектов и субъектов химической опасности включают:

- качественную и количественную характеристику конкретного источника (объекта) химической опасности;
- качественную и количественную характеристику конкретной группы источников (объектов) химической опасности;

- качественную и количественную характеристику территориальной дисперсии источников (объектов) химической опасности в пределах конкретного административно-территориального образования;

- качественную и количественную характеристику состава народонаселения конкретного административно-территориального образования;

- есть динамика движения народонаселения во времени: в течение суток, недели, месяца, года [22].

### ***2.3. Технологическая составляющая химической опасности***

Технологическая составляющая химической опасности содержит характеристику следующих сфер жизнедеятельности человека.

#### **1. Производственной сферы, включая:**

- добычу, классификацию и обогащение опасного химического сырья;

- технологическую переработку опасных химических веществ;

- транспортировку опасных химических веществ и грузов;

- хранение опасных химических веществ, в том числе химических отходов;

- производственный контроль опасных химических веществ (сырья, полупродуктов, финишной товарной продукции);

- производственный контроль (управление) технологических процессов, реализуемых с участием опасных химических веществ;

- целевое использование опасных химических веществ;

- утилизацию опасных химических веществ и отходов.

#### **2. Научной сферы, включая:**

- лабораторный синтез (изготовление), качественно-количественный анализ и другие виды исследований, перемещение и хранение синтезируемых (изготавливаемых) опасных химических веществ;

- функциональные испытания синтезируемых (изготавливаемых) опасных химических веществ;

- производство экспериментальных и опытных партий опасных химических веществ на опытном оборудовании;
- лабораторный контроль опытных химико-технологических процессов и производимой опытной продукции.

**3. Образовательной сферы (школы, средние и высшие учебные заведения химико-технологического профиля), включая:**

- демонстрационные учебные опыты с использованием опасных химических веществ;
- хранение и утилизацию опасных химических веществ, используемых в учебном процессе.

**4. Неконтролируемых групп населения (террористические группы, отдельные персоналии), включая:**

- нелегальный лабораторный синтез (изготовление), перемещение и хранение синтезируемых (изготавливаемых) опасных химических веществ, предназначенных для использования в террористических и других враждебных целях;
- использование опасных химических веществ в террористических и других враждебных целях;
- деструктивное воздействие на технологические процессы (оборудование) производственной, научной и других сфер, реализуемые с участием опасных химических веществ;
- хищение опасных химических веществ;
- загрязнение (отравление) источников питьевой воды, продуктов питания опасными химическими веществами.

**5. Экологической сферы, включая:**

- ненормативные (в том числе аварийные) выбросы в атмосферу, сбросы в водную среду опасных химических веществ;
- сверхнормативное (в количественном отношении) и долговременное (сверх установленных лимитов) хранение опасных химических веществ в условиях, способствующих их естественной деструкции с последующим загрязнением экологической сферы (биосферы, техносферы).

**6. Бытовой сферы, включая:**

- целевое использование и хранение товаров бытовой химии;
- утилизацию отходов и тары для хранения бытовой химии [22].



### **3. Структура и функционирование комплексной системы химической безопасности (КСХБ)**

#### ***3.1. Принципы формирования структуры КСХБ***

При формировании структуры КСХБ необходимо учитывать два основных критерия. Во-первых, **существование в России Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС)**, которая может являться базой для большинства элементов КСХБ.

Во-вторых, **объективное существование особенностей химической опасности и технологий ее нейтрализации в самом широком смысле этого слова**. Структура КСХБ должна являться логическим продолжением и развитием существующих и формирующихся подсистем национальной безопасности в других областях, но в направлении противодействия современным угрозам и поражающим факторам химической природы. Одним из примеров такой подсистемы является Функциональная подсистема контроля за химически опасными и взрывоопасными объектами РСЧС.

КСХБ территориального, регионального и федерального уровней должны иметь типовую структуру и формироваться по аналогии со структурой РСЧС или быть организационно и функционально обозначенной или выделенной (обособленной) подструктурой РСЧС, находящейся в максимально тесном взаимодействии с другими ее структурными единицами [22].

#### ***3.2. Функционирование КСХБ***

**Процесс деятельности в области обеспечения химической безопасности реализуется в рамках организации РСЧС.** РСЧС в настоящее время — это единая система, объединяющая органы управления, силы и средства федеральных органов исполнительной власти. Постоянно действующими органами управления РСЧС и, соответственно, КСХБ, являются:

- **на федеральном уровне** — МЧС России, структурные подразделения федеральных органов исполнительной власти,

специально уполномоченные решать задачи в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;

- **на региональном уровне** — региональные центры по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий МЧС России (региональные центры);

- **на территориальном и местном уровнях** — соответствующие органы, специально уполномоченные решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций на территориях субъектов Российской Федерации и территориях муниципальных образований (органы управления по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям);

- **на объектовом уровне** — структурные подразделения или работники организаций, специально уполномоченные решать задачи в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Повседневное управление КСХБ осуществляется через профильные подразделения органов повседневного управления РСЧС соответствующего уровня, в область компетенции и ответственности которых входит обеспечение химической безопасности.

В состав сил и средств каждого уровня КСХБ входят силы и средства постоянной готовности, предназначенные для оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации и проведения работ по их ликвидации. Основу сил постоянной готовности КСХБ составляют аварийно-спасательные службы, аварийно-спасательные формирования, иные службы и формирования, оснащенные специальной техникой, оборудованием, снаряжением, инструментом, материалами с учетом обеспечения проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ в зоне чрезвычайной ситуации химической направленности.

Информационное обеспечение в КСХБ может осуществляться с использованием ресурсов **автоматизированной информационно-управляющей системы РСЧС (АИУС РСЧС)**, представляющей собой совокупность технических систем, средств связи и оповещения, автоматизации и информационных ресурсов, обеспечивающей обмен данными, подготовку, сбор, хранение, обработку, анализ и передачу информации. Кроме того, ин-

формационное обеспечение осуществляется с использованием оригинальной и специализированной **автоматизированной информационно-управляющей системы КСХБ (АИУС КСХБ)**.

Информация о химической обстановке, на основании которой должны приниматься решения управляющими структурами различного уровня, по степени срочности делится на три категории:

1) **экстренная информация**, содержащая сведения о резких изменениях химической обстановки (уровня загрязнения окружающей среды), требующая безотлагательного принятия мер, должна немедленно сообщаться по вертикали органам КСХБ различных уровней, при необходимости — вплоть до федерального;

2) **оперативная информация**, охватывающая месячный период наблюдений, перерабатывается на локальном и территориальном уровнях и сообщается региональной управляющей структуре КСХБ, при необходимости — в федеральную управляющую структуру КСХБ;

3) **режимная информация**, охватывающая годовой период наблюдения и отражающая общее состояние, тенденции в изменении химической обстановки, служит для планирования мероприятий по обеспечению химической безопасности и снижению уровня загрязнения среды обитания на длительные сроки [5; 10;12].

### ***3.3. Информационная поддержка принятия решений в области обеспечения химической безопасности***

Информация в условиях **химической чрезвычайной ситуации (ХЧС)** становится основным ресурсом эффективного принятия решений.

Степень предсказуемости ХЧС можно рассматривать в трех аспектах. **Материальные факторы**, действие которых может привести к чрезвычайной ситуации: значительный износ основного технологического оборудования, освоение новых технологических процессов, использование в производстве совокупности опасных химических веществ, непреднамеренное (аварийное) взаимодействие которых приводит к интенсивным неуправляемым процессам с выделением большого количества

энергии. В данном случае степень предсказуемости возникновения ХЧС достаточно велика. Если же говорить о **временном факторе** возникновения ХЧС, то степень его предсказуемости мала. На практике всегда имеет место сочетание этих факторов, при этом немаловажное значение имеет и **третий фактор — побудительный**, который может инициировать развитие ХЧС. Побудительный фактор приобретает первостепенное значение в случае ХЧС, возникающих в результате террористических или иных умышленных действий.

Динамика формирования информационной среды в условиях ХЧС должна соответствовать динамике формирования многофакторной среды, сопровождающего ХЧС на всех ее стадиях. **Важной проблемой является оценка ценности и установление приоритета поступающей информации.** Вопрос о ценности и приоритетности информации решается теми, кто ее получает и использует при оценке ХЧС. Одно из самых важных направлений информационной поддержки принятия решений в области обеспечения химической безопасности — оценка, анализ, обобщение всего объема имеющейся информации, касающейся тех или иных событий, ситуационных зон и прогноза развития ХЧС.

Классификации и типизации легко подвергаются методы контроля и мониторинга технических решений соответствующих систем, а также технологий и приемов защиты, ликвидации ХЧС и т. п. Единственное, что не может быть подвергнуто строгой классификации и переведено в разряд набора типовых решений, — это математическое и методологическое обеспечение центра контроля и принятия решений, что будет приводить к необходимости индивидуального подхода в каждом конкретном случае создания **автоматизированной информационно-управляющей системы (АИУС) КСХБ**, в зависимости от специфики конкретного административно-территориального образования.

**На локальном или территориальном уровне КСХБ** система безопасности может строиться на принципах саморегулируемой системы химической безопасности. Такой вариант КСХБ схематически изображен на рис. 1.

**1. Источникам (объектам) химической опасности** (блок 1 на рис. 1) должна быть дана качественная характеристика: по номенклатуре АХОВ, ОВ, других потенциально опасных хи-

мических веществ. А также должна быть дана количественная характеристика по статистически достоверному количеству АХОВ и ОВ, находящемуся в технологической переработке, на хранении, в стадии транспортировки и т. п., с указанием мест их дислокации (для стационарных объектов) и вероятностной миграции (перемещения для мобильных объектов) в пределах географической зоны административно-территориального образования.

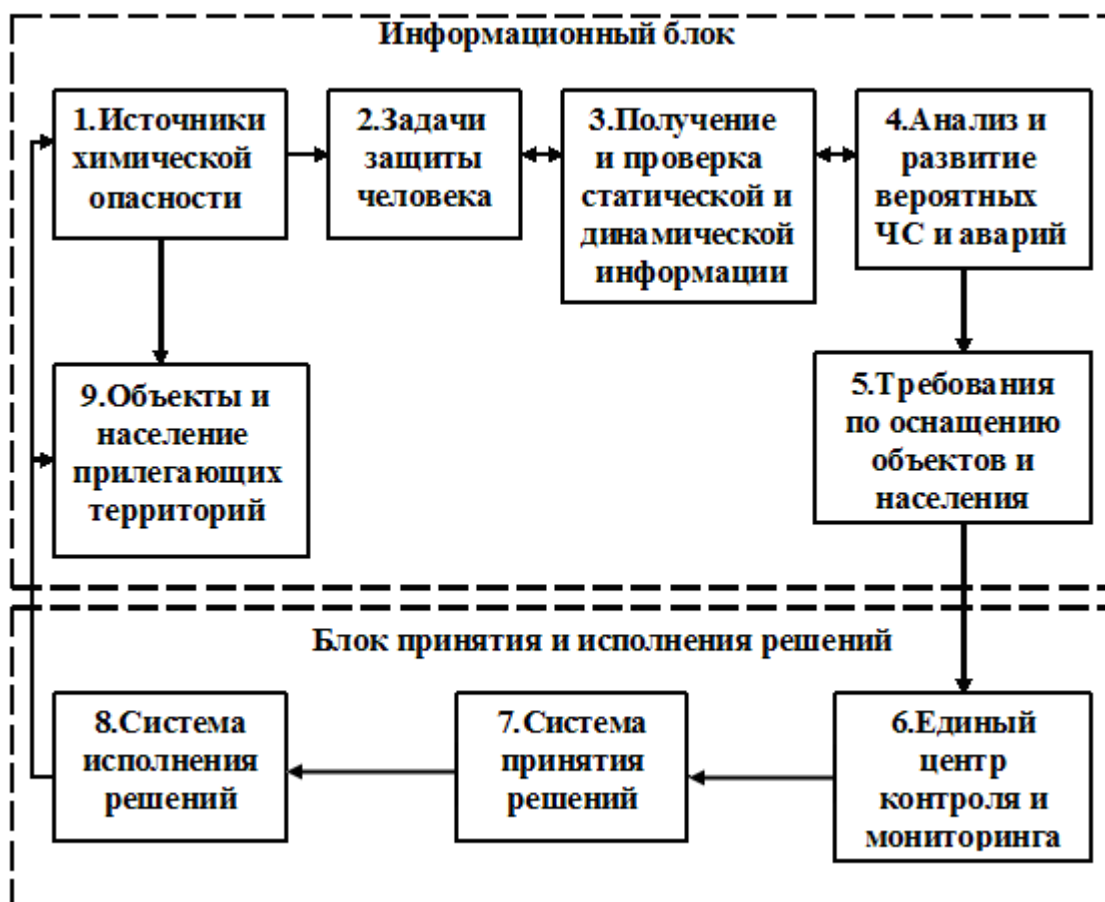
**Первичная информация** о потенциальных источниках (объектах) химической опасности хранится на промышленных объектах и в ведомственных структурах, осуществляющих различные виды контроля опасных химических объектов. Большая часть этой информации относится к категории статической информации, обновляется периодически и только частично характеризует потенциальный источник (объект) химической опасности в режиме реального времени.

**Второй вид информации** о потенциальных источниках химической опасности относится к категории динамической информации, обновляется постоянно на основании данных мониторинга химической обстановки, осуществляемого с использованием различных технических систем наблюдения и контроля.

**2. Формирование и обоснование задач защиты человека** от воздействия поражающих факторов химической природы (блок 2 на рис. 1) напрямую связаны с выявленными и идентифицированными источниками (объектами) химической опасности. Задача защиты требует решения только там, тогда и в той степени, где, когда и в какой степени возникает угроза поражения субъекта химической опасности. Условно, в направлении уменьшения степени риска, группы защищаемых людей можно расположить в следующей последовательности: участники ликвидации химической аварии и ее последствий → производственный персонал опасных химических и приравненных к ним объектов → гражданское население прилегающих к таким объектам территорий → прочее гражданское население данного административно-территориального образования.

**1. Химически опасная ситуация (обстановка)** характеризуется вполне определенными пространственно-временными рамками. Критической точкой такой ситуации является достижение физиологически опасной концентрации токсичного вещества

(веществ) в среде обитания человека (воздушной, водной). При этом развитие опасной ситуации может происходить и очень быстро (например, в результате взрыва химического реактора), и достаточно медленно (ухудшение экологической обстановки в результате систематических выбросов в окружающую среду опасных химических веществ). Поэтому одной из наиболее важных задач по обеспечению химической безопасности является предотвращение развития химически опасной ситуации до критической точки посредством осуществления ее мониторинга, а также своевременное принятие превентивных мер.



*Рис. 1. Блок-схема системы обеспечения химической безопасности и мониторинга*

Задачи защиты напрямую связаны с получением и проверкой статической и оперативной информации о химической обстановке на территории, отдельном опасном химическом объекте и т. п. (блок 3 на рис. 1). Разработка данного блока КСХБ территориального (локального) уровня включает классифика-

цию источников (объектов) химической опасности и методов получения информации, а также оценку степени ее достоверности и актуальности. Решение задачи этого блока в целом определяет качество обеспечения безопасности на всех уровнях.

Оперативная информация должна постоянно накладываться на информацию статическую, и только их совокупность характеризует химическую обстановку на объекте в режиме реального времени.

Реализация блока 3 должна основываться на современных технических решениях, таких как:

- спутниковые системы наблюдения («ГЛОНАСС»), космические аппараты: «Метеор-3М», «Terra», «NOAA» и т. п.);
- LIDAR-системы;
- комплексы стационарных датчиков (производственные объекты, склады, захоронения опасных химических веществ, свалки и т. п.);
- комплексы мобильных датчиков;
- системы удаленного доступа и управления (Internet, telnet, wireless);
- системы передачи данных (телефон, Internet, оптоволоконные линии связи, GSM, спутниковая связь, радиосвязь и т. п.);
- системы сбора и обработки информации: (серверы баз данных; серверы анализа данных и систем поддержки принятия решений; серверы информационной безопасности; маршрутизаторы, коммутаторы и т. п.; автоматизированные рабочие места диспетчеров, технологов и аналитиков).

**2. Совокупность статической и динамической информации** об опасном химическом объекте, прилегающей к нему территории, инфраструктуре территориального образования подлежит анализу с точки зрения вероятных направлений развития химически чрезвычайной ситуации (ХЧС) вследствие химических аварий на промышленном объекте (блок 4 на рис. 1).

Данный анализ имеет целью с максимально возможной точностью дать прогноз развития химической обстановки при тех или иных исходных данных, включая статическую и оперативную информацию об опасном химическом объекте, данные метеорологического прогноза, рабочие параметры реализуемых технологических процессов, состояние оборудования и комму-

никаций, другие данные. При прогнозируемом опасном развитии химической обстановки должны предприниматься оперативные меры:

- по изменению (остановке) развития ситуации в опасном направлении;
- по мобилизации сил и средств, предназначенных для ликвидации химической аварии (с учетом многоуровневой защиты объекта);
- по оповещению производственного персонала, а также гражданского населения о возможности химической угрозы.

Одним из методов представления информации об обстановке и выработки ответных действий в ходе развития ХЧС являются **сценарии их развития**, которые могут быть использованы в качестве основных инструментов для эффективного принятия решений и координации действий, предпринимаемых системой управления КСХБ.

**Под сценарием развития ХЧС** понимают модель изменения обстановки, связанной с возникновением и развитием ХЧС и определяемой в дискретном временном пространстве с заданным временным шагом.

**По масштабу ХЧС сценарии могут быть разделены на локальные (объектовые) и территориальные.**

**Локальные сценарии ХЧС**, составляемые отдельно для каждого опасного химического объекта, являются основой для принятия решений соответствующей структурой управления КСХБ локального (объектового) уровня.

**Территориальные сценарии ХЧС** составляются для совокупности опасных химических объектов некоторого административно-территориального образования.

В основе территориальных сценариев ХЧС лежат перечень опасных химических объектов административно-территориального образования, локальные сценарии ХЧС на этих объектах и меры по противодействию ХЧС в случае их возникновения и развития. В территориальных сценариях отражаются результаты реализации сводных координационных планов действий территориальных и объектовых (локальных) систем управления. По этим планам осуществляется контроль их исполнения и анализ причин отклонения. По результатам контроля принимаются



решения по ликвидации ХЧС в масштабе административно-территориального образования.

**По типу режима**, в котором они используются системой управления, сценарии классифицируются как **превентивные** (режим повседневной деятельности и повышенной готовности) и **оперативные** (чрезвычайный режим). В случае отсутствия превентивных сценариев при управлении ликвидацией ХЧС используются экспресс-сценарии.

**По типу оценок** событий сценарии классифицируются как **базовые** (наиболее вероятные), **пессимистические** и **оптимистические**. **Базовый сценарий** наиболее приемлем для глубокого и тщательного анализа с целью повышения эффективности организации превентивных и оперативных мер противодействия ХЧС. **Пессимистический сценарий** отражает набор событий и взаимосвязей между ними, которые приводят к максимальным потерям и ущербу в результате их возникновения и развития. **Оптимистические сценарии** отражают, напротив, те события и взаимосвязи между ними, которые приводят к минимальным потерям и ущербу или вовсе исключают их.

**Локальные сценарии** развития ХЧС строятся на отдельных предприятиях (объектах) с учетом конкретных условий возникновения и развития факторов риска, взаимодействия с внешней средой, возможных альтернативных направлений развития ситуации, начальных событий и данных об обстановке.

Локальный сценарий является частью территориального сценария в тех случаях, когда

- масштабы локальной ХЧС распространяются на административно-территориальное образование вследствие значительного пространственного распространения опасных химических веществ;

- опасный химический объект находится в зоне действия крупномасштабного стихийного бедствия (землетрясение, ураган разрушительной силы и т. д.);

- в административно-территориальном образовании имеется несколько потенциальных источников (объектов) химической опасности, для которых высока вероятность ХЧС.

Во всех этих случаях разрабатывается **паспорт риска** административно-территориального образования и территориальный

**сценарий развития ХЧС**, комплексно учитывающие факторы риска, включая и факторы внешней среды, альтернативные варианты развития, методы противодействия и необходимые ресурсы.

Важное значение имеет форма представления сценариев ХЧС, которая должна быть наглядной и удобной для использования в процессе подготовки и принятия решений. Существенна возможность обработки таких сценариев на ЭВМ в диалоговом (интерактивном) режиме.

Информационной основой построения сценариев развития ХЧС являются паспорта риска административно-территориального образования и входящих в его состав опасных химических объектов, а также данные о силах и средствах противодействия ХЧС. Методологическая основа может быть различной (методы структурного и матричного анализа, аппарат знаковых графов и др.). Эти методы позволяют выделять основные факторы, анализировать их взаимодействие и процесс развития ХЧС в целом.

Организационной основой построения сценариев развития ХЧС является структура систем управления обеспечением безопасности и ликвидацией ХЧС. В организационную структуру управления входят подразделения РСЧС, ответственные за обеспечение химической безопасности (структурные подразделения управления в КСХБ соответствующих уровней), и территориальные органы исполнительной власти.

**3. Результаты анализа** развития вероятных ХЧС и химических аварий лежат в основе выработки требований по обеспечению и оснащению опасных химических объектов, а также населения прилегающих и зависимых территорий необходимыми средствами и системами химической и медицинской защиты, представленным в блоке 5 на рис. 1.

Все категории граждан РФ в соответствии с нормативно-правовыми документами должны быть обеспечены средствами защиты от воздействия неблагоприятных факторов химической природы.

Кроме того, необходимо формирование нормативной базы, определяющей условия безопасного труда работников предприятий, находящихся в зоне вероятного воздействия опасных факторов химической природы, обусловленных функционированием соседних опасных химических объектов (в случае аварии).

**4. Химическая обстановка** на конкретной территории характеризуется многофакторным спектром составляющих и формирующих ее элементов. В связи с этим достоверная оценка развития химической обстановки в режиме реального времени может быть получена только в результате многофакторного анализа совокупности ее элементов. Для его реализации необходимы сбор, систематизация и обработка входящей информации в отношении каждого из элементов, за которыми следуют собственно анализ и получение интегральной характеристики химической обстановки.

Оптимальным решением является создание единого центра контроля и мониторинга. Его функции будут включать комплексную обработку информационных потоков (сбор, систематизацию, анализ элементов, определяющих в совокупности химическую обстановку) и подготовку соответствующих предложений и рекомендаций для принятия решений для управляющих структур различного уровня (предприятие, промышленный район, территориальное образование и т. д.) (блок 6 на рис. 1).

**5. Единый центр контроля и мониторинга (ЕЦКМ)** обеспечивает необходимой информацией для принятия управленческих решений соответствующие структуры управления КСХБ и органов исполнительной власти различного уровня (объектового, муниципального, областного, регионального и т. д.). Данная система (блок 7 на рис. 1) исторически сформировалась с развитием техносферы и сопровождающих ее техногенных угроз и в настоящее время представлена в различных вариантах на географическом пространстве России. Однако вследствие наличия у вариантов системы отдельных типичных недостатков система принятия решений требует оптимизации.

**6. Система принятия решений вместе с системой исполнения решений** (блок 8 на рис. 1) образуют систему управления формализованными, а также, в необходимых случаях, нестандартными действиями по предупреждению ХЧС, ее локализации и ликвидации последствий.

Проведен анализ системы управления в чрезвычайных ситуациях. Представленный подход может быть во многом адаптирован и распространен на систему управления в условиях прогнозируемого и реального возникновения ХЧС.

Системы управления по предупреждению ХЧС и действиям в чрезвычайных ситуациях должны функционировать в следующих режимах:

- повседневной деятельности;
- повышенной готовности;
- чрезвычайной ситуации.

Режим повседневной деятельности характеризуется отсутствием информации о явных признаках угрозы возникновения ХЧС. Задача системы управления в этих условиях состоит в противоаварийном упреждающем планировании. Его основными целями являются:

- сбор информации для прогнозирования возможных масштабов ХЧС;
- накопление ресурсов, необходимых для ее ликвидации, разработка сценариев действий в случае возникновения ХЧС, которые позволяют эффективно реагировать на ожидаемые проблемы;
- паспортизация и категорирование технологий, участков, цехов, предприятий, территорий и т. д.

В данном режиме определяются и создаются законодательные, нормативные и экономические механизмы, направленные на минимизацию риска и ущерба от ХЧС.

Режим повышенной готовности характеризуется наличием информации о признаках угрозы возникновения ХЧС. Задачами системы управления в этом режиме являются разработка и осуществление планов мероприятий по предупреждению либо уменьшению масштабов ХЧС на основе заранее подготовленных сценариев ее развития и ответных действий. **СУ ХЧС (система управления химически чрезвычайной ситуацией)** должна выявлять моменты возникновения и признаки развития ХЧС и быстро реагировать на изменяющуюся обстановку.

Время, когда накопившиеся данные свидетельствуют о том, что ухудшение ситуации становится необратимым и необходимо принятие контрмер, рассматривается как момент начала развития ХЧС. Этот момент является самым ответственным, опасным и критическим, прежде всего для лиц, которые первыми должны его идентифицировать и своевременно среагировать на возникновение ХЧС.

## **Основные причины запаздывания ответных действий таковы.**

1. Инерционность информационной системы. Необходимо время для наблюдения, обработки его результатов и передачи полученной информации для принятия управляющих решений. Руководителям также необходимо время для восприятия, оценки информации, в том числе, при необходимости, экспертной и коллегиальной, и выработки руководящих указаний.

2. Необходимость проверки и подтверждения достоверности информации о возникновении ХЧС. Здесь многое связано с человеческим фактором: даже при абсолютно достоверной информации человек, в особенности когда очень велика ответственность за неправильно принятые им решения, склонен перепроверить информацию, и на это тоже требуется определенное время. Запаздывание адекватной реакции на ХЧС может быть связано и с психологическим неприятием человеком непривычной, критической ситуации как маловероятной.

3. Режим чрезвычайной ситуации устанавливается при возникновении и во время ликвидации ХЧС. Задачи системы управления в этом режиме: оперативные действия по защите объектов различного типа (население, здания, сооружения, производственные объекты, объекты непромышленной и социальной сферы и др.) от поражающих факторов, проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ.

В условиях угрозы возникновения либо при возникновении ХЧС управленческие решения принимаются руководителями соответствующего уровня с учетом оперативной информации, поступающей из единого центра контроля и мониторинга. В наиболее значимых ситуациях решения должны приниматься исключительно на основании информации, поступающей из центра.

**Принятые решения** в отношении химической обстановки (химической опасности) подразделяются на следующие виды:

- стратегически важные, требующие незамедлительного оперативного исполнения (критическое развитие химической обстановки в направлении резкого ухудшения в результате масштабной аварии, террористического акта и т. п.);

- оперативные, требующие исполнения в пределах ограниченного периода времени (не критическое, но опасное развитие химической обстановки на ограниченной территории);

- директивные, требующие исполнения в пределах определенного данными директивами периода времени и не связанные с текущим состоянием химической обстановки. К ним относят выполнение мер по технологическому перевооружению опасных химических объектов, по строительству защитных сооружений, переоснащению производственного персонала и т. д.

**Система исполнения решений** в обязательном порядке должна включать контроль исполнения, функцию которого может осуществлять единый центр контроля и мониторинга.

Данный блок (блок 8 на рис. 1) в конечном итоге замыкает циклограмму системы обеспечения химической безопасности (блок 9 на рис. 1), и результаты его функционирования непосредственно определяют безопасность в условиях воздействия неблагоприятных факторов химической природы каждого отдельного человека, коллектива работников, промышленного объекта, инфраструктуры, территориального образования и т. д.

Взаимосвязь всех элементов системы химической безопасности территориального образования может быть обеспечена только внутри единой информационной среды, которая может быть сформирована с применением современных информационных технологий [17].

### ***3.4. Классификационные схемы химических чрезвычайных ситуаций***

**Аварии на химически опасных объектах по типу возникновения делятся на производственные и транспортные, при которых нарушается герметичность емкостей и трубопроводов, содержащих АХОВ.**

**По сфере возникновения химические аварии классифицируются на следующие категории:**

- аварии на хранилищах АХОВ;
- аварии при ведении технологических процессов (возможные источники заражения — технологические емкости и реакционная аппаратура);

- аварии при транспортировке АХОВ по трубопроводу или железнодорожными цистернами по территории объекта.

**Основными признаками проявления этих аварий, как правило, являются:**

- выбросы (разливы) АХОВ;
- мгновенное или постепенное испарение;
- дисперсия газов с нейтральной и положительной плавучестью;
- дисперсия тяжелого газа;
- возгорание жидкостей, зданий, сооружений и т. п.;
- взрывы различного характера (ограниченные, в свободном пространстве, взрывы паровых облаков, пылевые взрывы, детонации, физические взрывы, взрывы конденсированной фазы).

**Основные последствия химических аварий:**

- разрушения зданий, оборудования, технологических линий и т. п.;
- возгорание зданий, сооружений, жидкостей и т. п.;
- загрязнение окружающей среды;
- поражение людей, оказавшихся в зоне токсического воздействия без необходимых средств защиты или не успевших их использовать.

**В химических авариях выделяют четыре фазы:**

- инициирование аварии;
- развитие аварии;
- выход последствий аварии за пределы объекта;
- локализация и ликвидация последствий аварии.

При возникновении химического заражения различных сред в зависимости от физико-химических свойств АХОВ, условий их хранения и транспортировки могут возникать ХЧС с химической обстановкой четырех основных типов, отличающихся характером поражающих факторов.

**Первый тип химической обстановки.** При аварии на химически опасном объекте происходит разрушение емкости или технологического оборудования, содержащих АХОВ в газообразном состоянии, в результате чего образуется первичное парогазовое или аэрозольное облако с высокой концентрацией АХОВ, распространяющееся по направлению ветра.

Основным поражающим фактором при этом является ингаляционное воздействие высоких (смертельных) концентраций паров АХОВ на людей и животных.

Масштабы заражения при этом типе химической обстановки зависят от количества выброшенных АХОВ, размеров облака, концентрации ядовитого вещества, скорости ветра, состояния приземного слоя атмосферы, плотности паров АХОВ (легче или тяжелее воздуха), времени суток и характера местности.

**Второй тип химической обстановки.** При аварийных выбросах (проливах) АХОВ, используемых в производстве или хранящихся (транспортируемых) в виде сжиженных газов (аммиак, хлор и др.), перегретых летучих жидкостей с температурой кипения ниже температуры окружающей среды (окись этилена, фосген, окислы азота, сернистый ангидрид, синильная кислота и др.), образуются первичное и вторичное облака. При этом **в результате мгновенного испарения части ядовитого вещества образуется первичное облако**, концентрация паров в котором может многократно превышать смертельную. **В случае испарения вылившейся в поддон или разлившейся на подстилающей поверхности другой части содержащегося в емкости АХОВ образуется вторичное облако**, концентрация паров в котором существенно меньше, чем в первичном облаке.

Основными поражающими факторами в этих условиях являются ингаляционное воздействие на людей и животных первичного облака (кратковременное — несколько минут) и продолжительное воздействие вторичного облака (часы, сутки). Кроме того, пролив АХОВ может привести к заражению грунта и воды.

**Третий тип химической обстановки.** При проливе в поддон (обвалование) или на подстилающую поверхность больших количеств сжиженных газов из изотермических хранилищ или жидких АХОВ с температурой кипения, близкой к температуре окружающей среды, а также при горении некоторых сложных химических соединений с выделением АХОВ образуется только вторичное облако зараженного воздуха.

**Четвертый тип химической обстановки.** При аварийном выбросе (проливе) значительных количеств малолетучих АХОВ, типа фенола, сероуглерода, несимметричного диметилгидразина и др. с температурой кипения существенно выше температуры



окружающей среды, происходит заражение местности (грунта, растительности, воды) в опасных концентрациях.

Основными поражающими факторами при этом являются резорбтивное воздействие АХОВ в результате соприкосновения открытых участков кожи с зараженной поверхностью или воздействие в результате попадания ядовитых веществ внутрь организма через желудочно-кишечный тракт.

В результате возникновения химических аварий может создаваться сложная химическая обстановка на значительных площадях с образованием обширных **зон химического заражения (ЗХЗ)**. Под зоной химического заражения понимается территория, в пределах которой в результате воздействия АХОВ возможно поражение людей, сельскохозяйственных животных и растений. Она включает территорию непосредственного разлива АХОВ (горения веществ, образующих АХОВ) и территорию, над которой распространилось облако зараженного воздуха с поражающими концентрациями.

Величина ЗХЗ зависит от физико-химических свойств, токсичности, количества разлившегося (выброшенного в атмосферу) АХОВ, метеорологических условий и характера местности. Размеры ЗХЗ характеризуются глубиной и шириной распространения облака зараженного воздуха с поражающими концентрациями и площадью разлива (горения) АХОВ. Внутри зоны могут быть районы со смертельными концентрациями. Основной характеристикой ЗХЗ является глубина распространения облака зараженного воздуха. Она может колебаться от нескольких десятков метров до десятков километров.

При формировании задач химической защиты необходимо руководствоваться как классификацией токсичных веществ и средств (систем) защиты по различным определяющим признакам, так и обеспечением соответствия классификационных показателей поражающих факторов химической природы: **боевые отравляющие вещества (БОВ)** и АХОВ — классификационным показателям средств и систем защиты от них. Другими словами, используемые при ХЧС технические средства должны обеспечивать для человека уровень защиты, адекватный уровню опасности поражающих факторов, характерному данной конкретной ХЧС.

По степени опасности для организма человека АХОВ делятся на четыре класса: класс I — чрезвычайно опасные, класс II — высокоопасные, класс III — умеренно опасные и класс IV — малоопасные.

Введение такой классификации обусловлено тем, что в ряде случаев высокотоксичные соединения оказываются вследствие особенностей своих физико-химических свойств малоопасными и, наоборот, вещества малотоксичные, но с высокой степенью летучести приобретают опасный характер. Соответственно, при оценке опасности вещества по ряду показателей определяющим в конечном итоге должен быть выбран показатель, выявляющий наибольшую степень опасности (лимитирующий показатель) [22].

### ***3.5. Типовые источники химической опасности, закономерности их воздействия на население и территории и пути его снижения***

Предметом нашего разговора является не феномен химических веществ как таковых, а та их часть, которая способна вступать в конфликт с физиологическими системами человека, нанося последним вред. В этом аспекте наибольшую опасность для человека представляют следующие источники опасности.

#### **1. По группе мотивированных (техногенных) источников химической опасности:**

- места дислокации предприятий химического комплекса, функционирование которых априори предполагает нормативные выбросы химических веществ, в том числе токсичных, во внешнюю среду. Максимально приближены к таким источникам химической опасности и подвергаются их воздействию прежде всего работники самих предприятий, а также гражданское население, проживающее вблизи промышленной зоны;

- места дислокации специализированных участков (цехов) предприятий нехимического комплекса, функционирование которых предполагает использование в технологическом цикле токсичных химических веществ (кислот, щелочей, растворителей, удобрений и т. п.);

- места хранения токсичных химикатов, предназначенных для использования в различных производственных процессах

многих отраслей промышленности, включая, кроме химической промышленности, машиностроение, деревообработку, сельское хозяйство (внесение минеральных и фосфорорганических удобрений, аммиачной воды и др.), металлургию (введение в расплавы присадок и флюсов), а также в других отраслях;

- места хранения (захоронения) отходов химических производств;
- транзитные продуктопроводы;
- места перегрузки, перетаривания и маршруты перевозки опасных химических грузов железнодорожным, автомобильным, речным и морским транспортом.

## **2. По группе немотивированных (техногенных и природных) источников химической опасности:**

- категоризованные подземные шахты (взрывы и пожары, связанные с формированием метановоздушных смесей и смесей воздуха с угольной пылью);
- химико-технологические объекты (залповые выбросы токсичных веществ во внешнюю среду в случае возникновения ХЧС);
- обитаемые объекты внеземного базирования (выбросы токсичных веществ в обитаемую зону в случае возникновения ХЧС);
- некоторые объекты ядерной энергетики (выбросы радиоактивных веществ при ЧС);
- специальные объекты силовых министерств и ведомств;
- пожароопасные объекты всех типов.

## **3. По группе немотивированных (антропогенных) источников химической опасности (химический терроризм):**

- категоризованные объекты различных отраслей промышленности;
- транспортные средства для пассажирских перевозок (железнодорожный (включая метрополитен), автомобильный, речной, морской, в меньшей степени — авиационный транспорт);
- учебные заведения дошкольного, школьного, вузовского, профессионального образования и т. п.;
- культурно-зрелищные и спортивные заведения (театры, кинотеатры, стадионы и т. п.);
- предприятий торговли, питания, бытового обслуживания;
- учреждения системы здравоохранения;

- гостиничные комплексы, общежития;
- другие места массового пребывания людей.

#### **4. В жилищно-бытовой сфере: химическая опасность, связанная с ненормированным использованием товаров бытовой химии, бытового газа и других токсичных веществ.**

Анализ представленных источников химической опасности позволяет выявить следующие характерные закономерности:

а) чем большей плотностью населения и производственной инфраструктуры характеризуется та или иная территория, тем больше плотность дислокации разнообразных (потенциальных и реально существующих) источников химической опасности, под воздействие которых может попасть каждый отдельный человек, пребывающий (постоянно или временно) на данной территории;

б) чем ближе находится жилая зона к зоне промышленной, и прежде всего к той ее части, где расположены химически опасные объекты, тем больше вероятность воздействия поражающих факторов при ХЧС на следующие группы населения:

- на производственный персонал работающих смен объектов промышленной зоны (химического и нехимического профиля);

- на проживающий в близлежащей жилой зоне и находящийся в ней в период возникновения и развития ХЧС производственный персонал неработающих смен;

- на гражданское население близлежащей жилой зоны, не участвующее в производственном процессе в промышленной зоне, находящееся в жилой зоне в период возникновения и развития ХЧС;

- на все категории населения, находящиеся в период возникновения и развития ХЧС в пути следования на маршрутах (общественный, личный, служебный и другой транспорт, пеший ход) промышленной и близлежащей жилой зоны;

- на гражданское население, пребывающее в период возникновения и развития ХЧС в близлежащих объектах социальной (учебные заведения, объекты здравоохранения, торговли, досуга, спорта и т. п.) и непромышленной (административные учреждения, офисы и т. п.) сферы, расположенных в зоне прогнозируемого воздействия поражающих факторов при ХЧС;

в) чем больше географический вектор «промышленная зона → жилая зона» совпадает с преимущественным среднегодовым

направлением «розы ветров», характерным для данной территории, тем большей будет степень воздействия поражающих факторов при ХЧС на население жилой зоны при прочих равных условиях;

г) уровень потенциальной опасности ХЧС определяется ее масштабами, оперативностью и эффективностью принимаемых решений и мер по локализации и ликвидации ХЧС и ее последствий, наличием (уровнем обеспеченности) материально-технических средств, подлежащих использованию при ХЧС, и их доступностью;

д) наибольшую потенциальную опасность представляют немотивированные источники химической опасности вследствие присущей им практически нулевой прогнозируемости по параметрам (место и время проявления; природа и количество токсичного вещества; состав субъектов химической опасности и т. д.);

е) абсолютное большинство источников химической опасности при ХЧС трансформируется, не теряя своего специфического поражающего воздействия, во вторичные («наведенные») источники опасности другого типа, прежде всего в пожар. При этом спектр «генерируемых» токсичных веществ в зоне ХЧС значительно расширяется, многократно усложняя решение задач эффективной комплексной (химической, термической, огневой и др.) защиты людей в таких условиях.

Что касается маршрутов пассажиропотоков, обеспечиваемых различными видами транспорта, то с точки зрения снижения уровня химической опасности предпочтительным является взаимно перпендикулярное расположение географического вектора «промышленная зона → жилая зона» и маршрутов следования людей из жилой зоны в промышленную зону и обратно. Это обеспечит минимальное время пребывания людей в облаке токсичных аэрозолей, паров и газов, распространяемом из эпицентра ХЧС, рассчитанное для различных направлений «розы ветров».

Оптимизация химико-технологических процессов в направлении сокращения норм расхода токсичных веществ, замены токсичных веществ на более безопасные аналоги, смягчения технологических режимов может значительно снизить потенциальную химическую опасность объектов и вероятность возникновения на них ХЧС [9; 14].

## 4. Понятие об экологической безопасности

### *4.1. Взаимосвязь химической и экологической безопасности*

**К основным химическим составляющим экологической угрозы, в том числе и для состояния здоровья населения России, могут быть отнесены:**

- критическое состояние атмосферного воздуха, рост до опасных пределов содержания в нем ряда токсичных химических веществ (оксидов азота, серы, оксида и диоксида углерода и др.);
- недопустимо высокий уровень загрязненности почвы твердыми отходами, деструкция которых под воздействием природных факторов способствует образованию химически опасных вторичных продуктов;
- техногенное загрязнение гидросферы вследствие аккумуляирования в ней вредных компонентов промышленных сбросов предприятий;
- техногенное загрязнение литосферы вследствие отсутствия эффективных технологий утилизации химических промышленных и бытовых отходов.

В настоящее время на Земле достигнут рубеж, на котором биосфера начала интенсивно заменяться **техносферой**. У человечества остались лишь десятки лет, для того чтобы предотвратить необратимую деградацию биосферы и ее окончательный переход в **техносферу**. Усилия мирового сообщества должны быть направлены на разработку научных основ предотвращения и преодоления кризисных ситуаций, на развитие экологически обоснованных технологий. Все это должно сохранить биосферу и условия среды, необходимые для нормальной жизни человека и других живых существ, населяющих нашу планету.

Основой хозяйственной деятельности человека является **производство**. Какими бы ни были его цели, возникновение противоречий между человеком и природой, между производством и естественными экологическими системами неизбежно. Поэтому речь может идти лишь о глубине этих противоречий и о разных возможностях их разрешения.

Самое вредоносное воздействие производства на окружающую среду — это ее **химическое загрязнение**, которое во многих районах мира достигло критического уровня для устойчивости экологических систем и здоровья людей. **Отрицательное воздействие производства на окружающую среду обусловлено не только его нерациональной структурой, но и несовершенством технологических процессов.**

Человек по своей природе стремится к состоянию защищенности и хочет сделать свое существование максимально комфортным. В последнее время угроза для безопасности и комфортного существования человека начинает исходить от неблагоприятного состояния окружающей среды. В первую очередь это **риск для здоровья**. Это приводит к сокращению средней продолжительности жизни людей, подверженных влиянию экологически неблагоприятных факторов. При данном подходе страдают также целые экосистемы. **Именно ожидаемая средняя продолжительность жизни людей и существование экосистем является основным критерием экологической безопасности.**

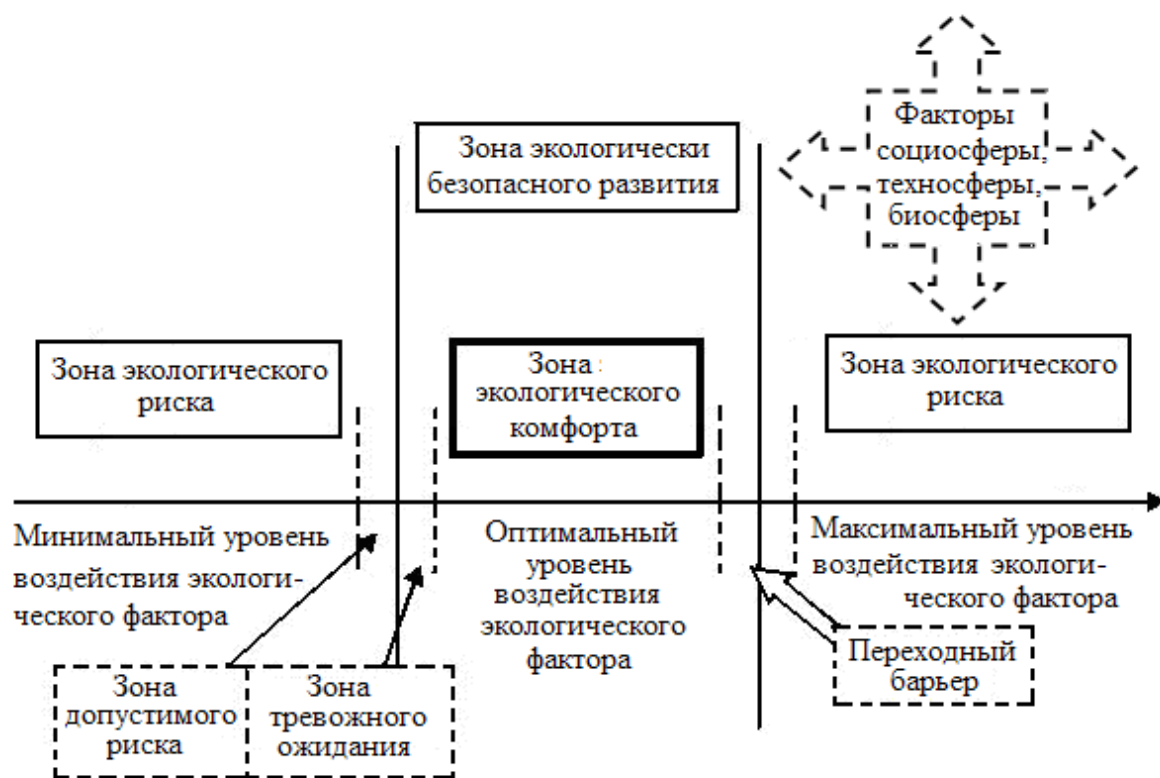
**Экологическая безопасность касается промышленности, сельского и коммунального хозяйства, сферы услуг, области международных отношений. Иными словами, экологическая безопасность прочно входит в нашу жизнь, и ее важность и актуальность возрастает год от года.**

Рассмотрим картину, отображающую уровень экологической безопасности в зависимости от интенсивности воздействия того или иного экологического фактора (рис. 2).

Сразу нужно оговориться, что под **экологическим фактором** подразумевается любой элемент окружающей среды, способный оказывать воздействие на человека и живые организмы, например свет, температура, содержание химических элементов и соединений, уровень кислотности и т. д.

Наибольший интерес для нас здесь представляют так называемые переходные барьеры, так как именно они отделяют состояние экологически безопасного развития (**зону экологического комфорта**) от состояния экологического риска. Эти барьеры имеют сложное строение. С внутренней стороны существует **зона тревожного ожидания** (когда мы все еще находимся в состоянии экологического комфорта, но уже появляется

риск перехода к неблагоприятной ситуации — экологический риск). С внешней стороны существует **зона допустимого риска**: пока еще экологический фактор не оказывает критического воздействия на здоровье человека или состояние экосистемы. **Предельные значения интенсивности экологического фактора означают экологическую катастрофу, приводящую к гибели человека или разрушению экосистемы.**



*Рис. 2. Отражение уровня экологической безопасности в зависимости от интенсивности воздействия того или иного экологического фактора*

Все перечисленные зоны и границы в настоящее время четко определены и имеют конкретные числовые значения. Внешние границы зоны допустимого риска — это нормативы качества окружающей среды — предельно допустимые максимальные и минимальные концентрации, **предельно допустимые выбросы (ПДВ)** и **предельно допустимые сбросы (ПДС)** и другие экологические параметры. За соблюдение этих требований отвечает правовая система. Для определения границ зоны экологического комфорта существуют четкие санитарно-



гигиенические требования (гигиена человека и окружающей среды). За соблюдением этих требований следит **санитарно-эпидемиологическая станция (СЭС)**.

В задачу же **экологической безопасности** входит использование данных, предоставляемых смежными науками для того, чтобы идентифицировать экологические риски и перевести их в денежный эквивалент, а затем уже в рамках существующего экологического законодательства добиться возмещения ущерба, причиненного субъекту экологического права в результате загрязнения окружающей среды [11].

## ***4.2. Основные термины***

**Экологическая безопасность** — состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий (Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»).

**Экологическая безопасность** — система политических, правовых, экономических, технологических и иных мер, направленных на обеспечение гарантий защищенности окружающей среды и жизненно важных интересов человека и гражданина от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности и угроз возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в настоящем и будущем времени; состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и окружающей природной среды от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных опасных воздействий.

Кроме того, с термином «экологическая безопасность» связаны определения других понятий экологии.

**Угрозы экологической безопасности** — вероятность создания необходимых и достаточных условий возникновения явлений, процессов и эффектов, реализация которых может привести к негативным воздействиям на окружающую среду и здоровье населения.

**Мониторинг экологической безопасности** — специальная система оценки экологических рисков в реальном времени в природных, антропогенных, природно-антропогенных объектах, в которых находятся или могут находиться источники негативных воздействий на окружающую среду и здоровье населения.

**Гарантии экологической безопасности** — документально оформленные заявления о воздействии, декларации об экологической безопасности, экспертные заключения, научные программы по оценке экологических рисков и результаты мониторинга экологической безопасности. Они подтверждают, что осуществляемая и планируемая хозяйственная и иная деятельность и принятые меры предосторожности не приводят и не могут привести к возникновению угроз экологической безопасности на локальном, местном, национальном и международном уровнях.

**Управление экологической безопасностью** — это практическая реализация административно-правовых и экономических методов, которые обеспечивают приемлемые уровни риска ведения хозяйственной и иной деятельности с целью гарантирования экологической безопасности устойчивого социально-экономического развития государства.

**Система экологической безопасности** — совокупность законодательных, медицинских и биологических мероприятий, направленных на поддержание равновесия между биосферой и антропогенными нагрузками, а также естественными внешними нагрузками. ЭБ достигается системой мероприятий (прогнозирование, планирование, заблаговременная подготовка и осуществление комплекса профилактических мер), обеспечивающих минимальный уровень неблагоприятных воздействий природы и технологических процессов ее освоения на жизнедеятельность и здоровье людей при сохранении достаточных темпов развития промышленности, коммуникаций, сельского хозяйства [11].

### **4.3. Приоритетные направления деятельности по обеспечению экологической безопасности в Российской Федерации**

Экологическая доктрина Российской Федерации (одобренная распоряжением Правительства РФ от 31 августа 2002 г. № 1225-р) определяет следующие приоритеты.

#### **1. Обеспечение безопасности при осуществлении потенциально опасных видов деятельности и в чрезвычайных ситуациях.**

Основной задачей в этой области является обеспечение экологической безопасности потенциально опасных видов деятельности, реабилитация территорий и акваторий, пострадавших в результате техногенного воздействия на окружающую среду.

**Для этого необходимо:**

- осуществление в приоритетном порядке учета интересов и безопасности населения при решении вопросов о потенциально опасных производствах и видах деятельности;
- обеспечение радиационной и химической безопасности и снижение риска воздействия на здоровье человека и окружающую среду при проектировании, строительстве, эксплуатации и выводе из эксплуатации промышленных и энергетических объектов;
- разработка и реализация мер по снижению и предотвращению экологического ущерба от деятельности Вооружённых сил РФ, других войск, воинских формирований, в том числе при пусках ракет любого вида;
- обеспечение экологической безопасности при разоружении, в том числе уничтожении ракет и ракетного топлива, запасов и производств химического оружия, а также решение проблемы старого химического оружия;
- снижение производства и использования токсичных и других особо опасных веществ, обеспечение их безопасного хранения;
- обеспечение экологической безопасности при обращении с радиоактивными веществами, радиоактивными отходами и ядерными материалами;
- разработка системы чрезвычайного реагирования и системы оповещения на экологически опасных объектах;

- реабилитация территорий и акваторий, подвергшихся негативному влиянию хозяйственной деятельности, в том числе радиационному и химическому воздействию.

## **2. Экологические приоритеты в здравоохранении.**

Основными задачами в указанных областях являются улучшение качества жизни, здоровья и увеличение продолжительности жизни населения путём снижения неблагоприятного воздействия экологических факторов и улучшения экологических показателей окружающей среды.

### **Для этого необходимо:**

- оценка и снижение экологических рисков здоровья населения;

- обеспечение качества воздуха и воды в соответствии с установленными нормами;

- обеспечение населения экологически безопасными продуктами питания, в том числе контроль ввоза, производства и оборота продуктов питания и их компонентов, полученных из генетически измененных форм;

- обеспечение экологической безопасности жилья, одежды, бытовой техники и других предметов домашнего обихода;

- проведение реконструкции населенных пунктов и промышленных зон в целях создания на этой основе благоприятной среды обитания;

- оказание адресной помощи группам населения, проживающим в зонах экологического бедствия или особо уязвимым к неблагоприятным экологическим воздействиям (дети, беременные женщины, кормящие матери и др.);

- приоритетное оказание лечебной помощи и (или) предоставление компенсации за утраченное здоровье лицам, пострадавшим от химического, радиационного и других воздействий;

- поэтапное переселение населения из зон экологического бедствия, техногенных и природных катастроф, не поддающихся реабилитации;

- переход хозяйственного комплекса в регионах с экстремальными природно-климатическими условиями на высокоэффективные автоматизированные технологии.

## **3. Предотвращение и снижение экологических последствий чрезвычайных ситуаций.**

Основной задачей в указанной области является выявление и минимизация экологических рисков для природной среды и здоровья населения, связанных с возникновением чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

**Для этого необходимо:**

- своевременное прогнозирование и выявление возможных экологических угроз, включая оценку природных и техногенных факторов возникновения возможных чрезвычайных ситуаций с негативными экологическими последствиями;

- разработка и осуществление мер по снижению риска чрезвычайных ситуаций с негативными экологическими последствиями;

- обучение населения правилам поведения, действиям и способам защиты при чрезвычайных ситуациях с негативными экологическими последствиями;

- разработка и совершенствование универсальных средств защиты населения и территорий при возникновении чрезвычайных ситуаций с негативными экологическими последствиями.

#### **4. Предотвращение терроризма, создающего опасность для окружающей среды.**

Основной задачей в указанной области является предотвращение террористических актов, вызывающих ухудшение экологической обстановки и деградацию природной среды.

**Для этого необходимо:**

- предотвращение диверсий и техногенных аварий с негативными последствиями для окружающей среды;

- предотвращение преднамеренного применения химических веществ, вызывающих деградацию природной среды;

- предотвращение умышленных пожаров, вызывающих уничтожение природных и аграрных экосистем, а также предотвращение ввоза и распространения с террористическими целями видов живых организмов, вызывающих нарушения в данных экосистемах.

#### **5. Контроль использования и распространения чужеродных видов и генетически измененных организмов.**

Основной задачей в этой области является контроль ввоза, использования и распространения на территории страны чужеродных видов и генетически измененных организмов.

**Для этого необходимо:**

- обеспечение эффективной работы карантинных служб, предотвращение проникновения и несанкционированного ввоза на территорию страны чужеродных видов и генетически измененных организмов, а также вредителей, переносчиков и возбудителей заболеваний;

- контроль проведения акклиматизационных работ внутри страны;

- разработка и реализация системы мероприятий по предотвращению неконтролируемого распространения чужеродных видов и генетически измененных организмов в природной среде и ликвидации последствий этих процессов;

- контроль и обеспечение безопасного использования чужеродных видов и генетически измененных организмов в хозяйственном обороте [22; 23].

## **5. Обеспечение экологической безопасности**

### **5.1. Экологическая безопасность территории**

**Механизм обеспечения экологической безопасности территории (ЭБТ)** представляет собой упорядоченную последовательность этапов научно-практических исследований.

Этапы обеспечения ЭБТ (рис. 3) можно представить в виде двух блоков: оценки (1–5) и управления (6–8).

**Первый блок** состоит из определения количественных показателей и критериев экологической безопасности, оценки неблагоприятных событий, определения структуры, системы и количественной оценки ЭБТ. **Второй блок** предназначен для оценки методов и механизмов обеспечения ЭБТ, внедрения данной системы в практику управления экологической обстановкой заданного района и контролем за результатом внедрения всей системы.

#### **1. Идентификация неблагоприятных воздействий на окружающую среду.**

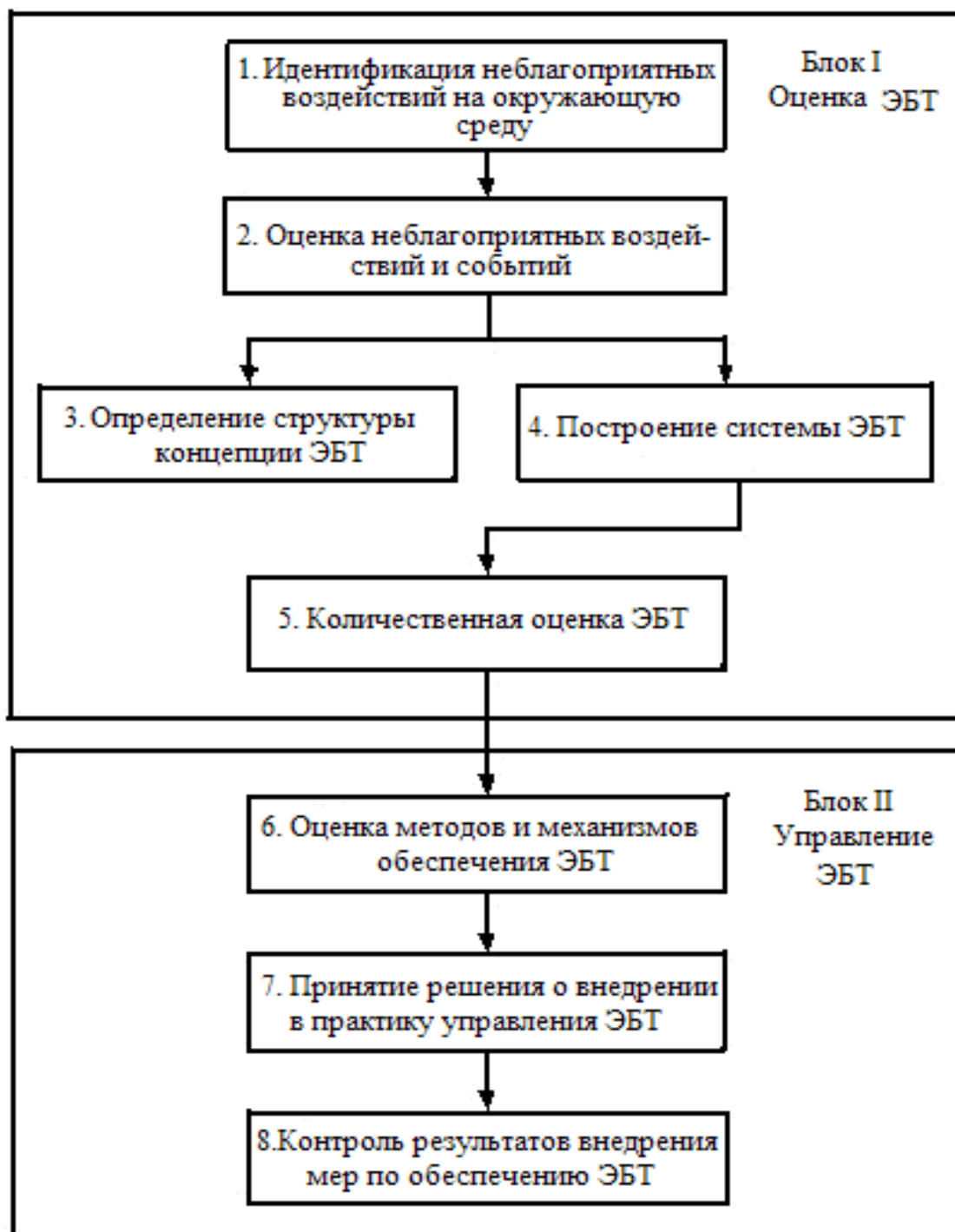
Основной целью данного этапа является определение состава (перечня) негативных и неблагоприятных событий, вызывающих ухудшение качества окружающей среды и прямо или косвенно наносящих экономический ущерб рассматриваемому объекту. Событие рассматривается как негативное, если существует реальная возможность его проявления и если это может нанести объекту реальный ущерб.

#### **2. Оценка неблагоприятных воздействий и событий.**

На втором этапе должны быть даны различные оценки неблагоприятных воздействий, которые могут быть отнесены к разряду рисковых или кризисных в течение определенного периода времени на данной территории. Различают следующие методы оценки неблагоприятных событий:

- **статистический метод**, основанный на анализе накопленных статистических данных по аналогичным событиям, произошедшим на схожих объектах, на территории данного района в прошлом (в зависимости от частоты происшествий). Этот метод применяется в тех случаях, когда происхождение события не всегда известно, но это событие характеризуется определен-

ной повторяемостью, есть накопленная информация, по которой можно судить о частоте и силе его возникновения;



*Рис. 3. Этапы обеспечения экологической безопасности территории*

- **аналитический метод**, основанный на изучении причинно-следственных связей в системе и позволяющий оценить воз-



можность появления неблагоприятного события как сложного явления, образованного в результате цепочки локальных и не-больших по масштабу неблагоприятных событий. Такой метод можно использовать при определении тех событий, в отношении которых еще не накоплены достоверные статистические данные, но можно логически предвидеть причинно-следственные связи, определяющие закономерность их зарождения;

- **экспертный метод**, предполагающий оценку возможных последствий путем обработки результатов опросов экспертов. Данные методы применяются в таких случаях, когда отсутствуют какие-либо данные о частоте появления неблагоприятных событий и неясна логика их зарождения. Эксперты изучают и строят различные сценарии развития события, основываясь на своем опыте и квалификации.

В некоторых случаях данные методы применяются в комплексе.

### **3. Определение структуры и концепции экологической безопасности территории (ЭБТ). Построение системы ЭБТ.**

Концепция экологической безопасности должна обеспечивать организацию природопользования в объеме, не наносящем окружающей среде невосполнимого ущерба и не причиняющем вреда здоровью населения. Необходимо сформулировать цели, задачи и принципы концепции ЭБТ. Следует обосновать принцип рационального природопользования, согласно которому уровень антропогенного воздействия должен соответствовать способности экосистем нейтрализовать его последствия. Этот принцип должен быть реализован через систему территориальных экологических нормативов природопользования, рассчитанных на основе экологических норм воздействия на окружающую среду, которые установлены для основных экосистем населенных пунктов. Оценка экологического состояния необходимо осуществлять путем сравнения нормативного и фактического уровней воздействия на окружающую среду.

### **4. Количественная оценка ЭБТ.**

Группу этапов оценки ЭБТ завершают исследования, целью которых является формирование количественных показателей критериев экологической безопасности (интегральные оценки),

которые затем будут использоваться при выработке управленческих решений.

### **5. Оценка методов и механизмов обеспечения ЭБТ.**

На данном этапе устанавливается перечень возможных методов и механизмов обеспечения ЭБТ, которые делятся на несколько групп:

- методы, позволяющие избежать неблагоприятного антропогенного воздействия на территории региона, предполагают регулирование поведения объекта путем изменения характера его функционирования, уклонение от ситуации, в которых может быть нанесен ущерб экосистемам;

- методы, снижающие вероятность появления неблагоприятного события, предполагают измерение условий функционирования объекта, не затрагивая его характера. Например, замена технологии производства на менее опасную или экологически безопасную;

- методы, уменьшающие ущерб от неблагоприятного события, предполагают усиление степеней защиты объекта;

- механизмы недопущения распространения неблагоприятных воздействий на другие территориальные объекты.

### **6. Принятие решения о внедрении в практику управления ЭБТ. Контроль результатов внедрения мер по обеспечению ЭБТ.**

Контроль результатов отдельных этапов оценки ЭБТ осуществляется в ходе проведения работ, связанных с мониторингом состояния окружающей среды, экспертизой действующих объектов, лицензированием видов деятельности, инспекторскими проверками и др. [25; 26].

## ***5.2. Разработка концепции экологической безопасности территории нефтегазодобывающего региона***

**Объектами экологической безопасности (ЭБ)** в данном случае являются права, материальные и духовные потребности личности, природные ресурсы и природная среда или материальная основа государственного и общественного развития.

**Система ЭБ** — это механизм, обеспечивающий допустимое негативное воздействие природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и самого человека. По отношению к определенной территории ЭБ сводится к следующим моментам.

**1. Комплексная экологическая оценка территории:**

- определение и оценка комплекса факторов экологической опасности, проявляющихся на данной территории;
- районирование территории по устойчивости к проявлению факторов экологической опасности;
- составление и ведение кадастра объектов воздействия на окружающую среду;
- составление кадастра природных ресурсов;
- определение антропогенной нагрузки;
- составление и ведение кадастра «загрязненных» площадей.

**2. Экологический мониторинг:**

- нормирование воздействий на окружающую среду;
- контроль источников воздействия на окружающую среду;
- контроль качества компонентов окружающей среды.

**3. Управленческие решения:**

- формирование экологической политики;
- предупреждение проявления антропогенных факторов экологической опасности;
- минимизация последствий проявления природных факторов экологической опасности;
- разработка и совершенствование природоохранного законодательства и методов формирования экологического мировоззрения.

Разработка концепции ЭБТ основана на идее предупреждения и возмещения вреда, причиненного окружающей среде, здоровью и имуществу граждан путем загрязнения, порчи, уничтожения, повреждения, нерационального использования природных ресурсов, разрушения естественных экологических систем и других правонарушений на данной территории.

**В некоторых работах предложены методы обеспечения ЭБ, которые разделены на следующие группы:**

**1. Методы контроля качества окружающей среды:**

- методы измерений — строго количественные, результат которых выражается конкретным числовым параметром (физические, химические, оптические и другие);

- биологические методы — качественные (результат выражается словесно, например в терминах «много — мало», «часто — редко» и др.) или частично количественные.

**2. Методы моделирования и прогноза, в том числе методы системного анализа, системной динамики, информатики.**

**3. Комбинированные методы,** например эколого-токсикологические методы, включающие различные группы методов (физико-химических, биологических, токсикологических и др.).

**4. Методы управления качеством окружающей среды.**

**В настоящее время существуют две основные концепции развития региона с позиции возникших экологических проблем: техногенная (ресурсная) и биосферная. Согласно техногенной концепции,** решение экологических проблем заключается в оценках загрязнения окружающей среды, разработке нормирования допустимого загрязнения различных сред, создании очистных систем и ресурсосберегающих технологий. В рамках этой концепции сформировалось современное направление природоохранной деятельности как системы локальных очисток среды от загрязнения и нормирования показателей качества окружающей среды по узкому (несколько десятков) набору показателей. Сюда входит и внедрение ресурсосберегающих технологий. **Вторая ресурсная концепция** главным направлением определяет установление области устойчивости любой экосистемы, что позволит найти допустимую величину возмущения — нагрузки на экосистему, определить пороги устойчивости конкретных экосистем.

**Анализ экологической безопасности необходимо проводить по глобальному, региональному, локальному и точечному уровням.**

Локальный уровень нужно исследовать для того, чтобы его показатели служили исходными данными для оценки ЭБ на уровне региона. Выходной параметр одного участка является входным параметром соседнего. Развитие участков локального уровня происходит по своим законам, но комплексный показатель один для всех. Зная, как развивается один участок, можно

предугадать аналогичное развитие соседних участков, схожих по характеристикам. Можно прогнозировать развитие каждого участка в отдельности, основываясь на данных смежных областей, а также региона в целом [23; 25].

### ***5.3. Глобальная экологическая безопасность и ее обеспечение***

Понятие **глобальной экологической безопасности** пока достаточно четко не сформулировано. В широком смысле безопасность — это способность противостоять угрозам по отношению к жизни, здоровью, благополучию, основным правам человека, источникам жизнеобеспечения, ресурсам, социальному порядку.

Выделяют три главные угрозы безопасности:

- **военные угрозы**, такие как глобальная ядерная война, распространение оружия массового уничтожения, международные перевозки вооружений, крупные войны и локальные конфликты;

- **экономические и социальные угрозы** — массовая нищета, порождающая голод, экономические коллапсы, дестабилизация перемещения питала, чрезмерный рост населения и урбанизация, массовая международная миграция, манипуляции с генами, пандемии;

- **экологические угрозы** — изменения состава атмосферы и последствия; загрязнение природных пресных вод, океанов, прибрежных акваторий; уменьшение площади лесов и опустынивание. Сюда также входит эрозия почв и потеря плодородия земель; риск, связанный с биотехнологией; опасные выбросы загрязнений; производство, перевозка и применение токсичных химических веществ и материалов; передача опасных технологий и экспорт опасных отходов в развивающиеся страны (экологическая агрессия).

Само существование современной цивилизации находится под угрозой и требует решения ряда глобальных экологических проблем, возникших вследствие антропогенных воздействий.

На первых этапах общие цели для решения глобальных экологических проблем были сформулированы следующим образом.

**1. Изучение глобальных энергетических и биогеохимических круговоротов (индустриальные и биосферные процессы):**

- перспективы развития энергетики и ее возможное воздействие на экосистемы;
- слежение за «здоровьем» глобальных почв и растительности, включая управляемые системы;
- определение количества промышленных выбросов загрязнений в прошлом и настоящем.

**2. Обоснование систем наблюдений для оценки глобальных изменений:**

- развитие новых систем наблюдения, базирующихся на Земле и в космосе;
- обмен спутниковыми данными;
- анализ соответствия существующих и планируемых наблюдательных систем оценкам глобальных изменений.

**3. Анализ глобальных изменений в биологическом разнообразии:**

- описание и наблюдение за биологическим разнообразием;
- пути ослабления процесса вымирания видов и потери разнообразия;
- анализ связей между биогеохимическими круговоротами и биологическим разнообразием.

**4. Разработка теоретических и методологических основ понимания экологических изменений:**

- выявление подходов для исследований неустойчивости экосистем;
- анализ методологической базы для предсказания глобальных экологических изменений.

**5. Анализ и поддержка международных усилий:**

- Международная геосферно-биосферная программа (МГБП);
- изучение и поддержка международных договоров в области изучения окружающей среды.

**В рамках проекта по управлению глобальной безопасностью и риском сформулированы следующие приоритеты:**

1. Изучение наиболее важных проявлений риска, которые могут воздействовать на выживание мирового сообщества, включая экологические, демографические, экономические, политические, военные, гуманитарные и социальные аспекты. Установление допустимых порогов риска, нарушение которых ведет к глобальной угрозе жизни человека и цивилизации.

2. Разработка подходов для раннего распознавания и оценки опасности каждого из компонентов риска, а также взаимодействия между ними.

3. Поиски путей более эффективного использования существующих соглашений, программ и институтов для решения задач глобальной безопасности, расширение международного сотрудничества.

4. Обеспечение доступности полученных результатов и рекомендаций для ООН, правительств и людей во всем мире.

**Наиболее актуальными были признаны следующие направления разработок по управлению глобальной безопасностью и риском:**

- глобальная окружающая среда, воздействие на нее и проблемы риска;
- политическая и военная безопасность, воздействующие факторы и проблемы риска;
- демографические изменения в глобальном масштабе; развитые и развивающиеся страны;
- развитие экономики и технологий.

Ключевым этапом на пути решения глобальных экологических проблем и укрепления экологической безопасности являются конференции ООН по проблемам окружающей среды и развития [25].

## **6. Основные отрасли промышленности и их негативное воздействие на окружающую среду и человека**

### ***6.1. Электроэнергетика***

В настоящее время основная доля энергии производится за счет сжигания и переработки природного сырья — угля, нефти, газа, горючих сланцев, торфа, использования энергии рек путем строительства гидроэлектростанций и сооружения водохранилищ.

Наибольшему воздействию в результате деятельности энергетической промышленности подвергаются воздушный бассейн и поверхностные воды. Происходит затопление плодородных земель и поселений, гидросооружения влияют на уровень грунтовых вод, вызывают засоление или заболачивание почв, снижение их продуктивности.

В энергетике основными источниками загрязнения являются тепловые электростанции, производство электроэнергии на которых сопровождается в первую очередь загрязнением атмосферного воздуха. Характерными выбросами энергетического комплекса являются сернистый газ, оксиды углерода, азота, сажа, а также наиболее токсичные ингредиенты — оксид ванадия (V) и бенз(а)пирен. Ежегодно объем выбросов вредных веществ в атмосферный воздух энергетическими предприятиями РФ составляет около 6 млн т; из них 31 % пыли, 42 % двуокиси серы, 23,5 % оксидов азота (здесь и далее количественные показатели приведены для промышленности РФ на 2000 г.).

Энергетика является отраслью промышленности, потребляющей большое количество чистой воды, 99 % которой используется на производство электрической и тепловой энергии. Большая часть воды расходуется на охлаждение различных агрегатов, поэтому тепловые электростанции являются источниками теплового загрязнения.

Со сточными водами в водные объекты сбрасываются загрязняющие вещества, типичными из которых являются взвешенные вещества, нефтепродукты, хлориды, сульфаты, соли тяжелых металлов [20].



## **6.2. Черная металлургия**

Наиболее сильное влияние эта отрасль оказывает на атмосферный воздух и поверхностные воды, а также на уровень загрязнения подземных вод и почв. Она занимает второе место по общему количеству выбросов в атмосферу среди отраслей промышленности РФ. В основном в атмосферу поступают оксид углерода (67,5 % суммарного выброса); твердые вещества (15,5 %); диоксид серы (10,8 %) и оксид азота (5,4 %). Основными источниками выбросов в атмосферу в черной металлургии являются агломерационные машины, печи для обжига, дробильно-размольное оборудование, места погрузки и пересыпки материалов, доменные, мартеновские и сталеплавильные печи, установки непрерывной разливки стали, травильные отделения.

В настоящее время общее водопотребление в черной металлургии составляет 1 689,6 млн м<sup>3</sup>/год по РФ. Основное количество воды (75 %) расходуется на охлаждение конструктивных элементов металлургических печей и машин. При этом вода только нагревается и практически не загрязняется. До 20 % воды используется на охлаждение оборудования, которое не только нагревает воду, но и загрязняет ее металлическими и растворенными примесями. Вместе со сточными водами сбрасываются взвешенные вещества, сульфаты, хлориды, соединения железа, тяжелых металлов и др. [20].

## **6.3. Цветная металлургия**

Ежегодно предприятиями выбрасывается в атмосферу около 3 млн т вредных веществ. Загрязнение атмосферы характеризуется в основном выбросом оксида серы (75 % суммарного выброса в атмосферу), оксида углерода (10,5 %) и пыли (10,4 %). Источниками образования вредных выбросов при производстве глинозема, алюминия, меди, свинца, олова, цинка никеля и драгоценных металлов являются различные виды печей, дробильное оборудование, конвертеры, места погрузки, сушильные агрегаты, открытые склады. При пирометаллургической обработке сульфидных руд образуется большое

количество серосодержащих газов. Степень очистки газов от диоксида серы остается на низком уровне (22,6 %).

Ежегодно в отрасли потребляется около 1 200 млн м<sup>3</sup> чистой воды. Сточные воды предприятий цветной металлургии обычно сильно загрязнены веществами минерального и органического происхождения, к которым относятся: флотореагенты, цианиды, ксантогенаты, нефтепродукты, соли тяжелых металлов, фтор, ртуть, сурьма, сульфаты, хлориды.

Крупные комбинаты цветной металлургии являются самыми мощными источниками загрязнения почвы как по интенсивности, так и по разнообразию загрязняющих веществ. Это следствие преобладания на предприятиях отрасли открытого способа добычи сырья [20].

#### ***6.4. Нефтедобывающая промышленность***

Основное негативное воздействие предприятия нефтедобычи оказывают на атмосферный воздух. Ежегодно по РФ отрасль делает около 1 650 тыс. т вредных выбросов в атмосферу. Основная доля выбросов (98 %) приходится на жидкие и газообразные вещества. Характерными загрязняющими веществами являются углеводороды (48 % суммарного выброса в атмосферу), оксид углерода (33 %), твердые вещества (20 %). Ежегодно теряется и сжигается в факелах около 7,1 млрд м<sup>3</sup> нефтяного газа (около 20 % извлекаемого).

Дополнительный ущерб окружающей среде наносят аварии на буровых установках и платформах, а также на магистральных газо- и нефтепроводах, которые являются типичными причинами загрязнения нефтью поверхностных вод и почвы [20].

#### ***6.5. Нефтеперерабатывающая промышленность***

Предприятия данной отрасли являются серьезными источниками загрязнения воздушного и водного бассейнов. Главные источники загрязняющих веществ — это процесс извлечения серы, регенераторы катализаторов крекинга и котлы; потенциальные источники — емкости для хранения сырья и продуктов, сепараторы воды и нефти.

Улов вредных веществ по отрасли невысокий, составляет 47,7 %. Предприятия отрасли загрязняют атмосферу выбросами углеводородов (73 % суммарного выброса), диоксида серы (18 %), оксида углерода (7,0 %), оксидов азота (2 %).

Со сточными водами в водоемы поступает значительное количество нефтепродуктов, сульфатов, хлоридов, соединений азота, фенолов, солей тяжелых металлов.

НПЗ являются источниками загрязнения почвы нефтепродуктами. На НПЗ и заводах переработки сланца РФ накоплено около 95 млн т отходов, в том числе 2,4 млн т нефтешлаков, 0,8 млн т кислых прудовых гудронов, 1,5 млн т отработанных отбеливающих глин, 10 млн т избыточных активных илов, 80 млн т золы сланцепереработки [20].

## **6.6. Химическая и нефтехимическая промышленность**

Основными источниками вредных выбросов в атмосферу в промышленности являются производство кислот (серной, соляной, азотной, фосфорной и др.). Большой вред окружающей среде наносит производство резинотехнических изделий, фосфора, пластмасс, красителей и моющих средств, искусственного каучука, минеральных удобрений, растворителей, крекинг нефти. Структура выбросов в атмосферу характеризуется следующими данными: твердые вещества — 13,4 % общего количества выбросов, жидкие и газообразные вещества — 86,6 % (оксид углерода, летучие органические соединения, диоксид серы, оксиды азота, углеводороды).

Для этой отрасли характерными являются выбросы металлической ртути, оксида ванадия (V) и хрома (VI), которые относятся к веществам первого класса опасности.

Из общего объема природной воды, используемой предприятиями химического комплекса, 62 % приходится на химическую, 29,2 % — на нефтехимическую и 9,8 % — на микробиологическую промышленность. Экономия чистой воды за счет использования оборотных систем водоснабжения составляет 90 %. Сброс загрязненных сточных вод составляет 1,7 км<sup>3</sup> в год. В стоках данной промышленности содержатся

органические и неорганические соединения: нефтепродукты, сульфаты, фосфаты, цианиды, роданиды, соединения кадмия, кобальта, марганца и других тяжелых металлов. Кроме них, в стоках присутствуют сероводород, спирты, фенолы, формальдегид, ПАВ, пестициды.

В отрасли ежегодно образуется 125 млн т отходов, из которых используется повторно около 30 %. Ежегодно на предприятиях отрасли не используется более 90 млн т отходов, из которых уничтожается более 30 млн т и более 50 млн т складывается в специальных местах [20].

### ***6.7. Угольная промышленность***

В естественном состоянии уголь содержит глину, обломки скальных пород, пириты и другие материалы, относимые к золе. Операции по добыче и разработке месторождений добавляют примеси другого типа — рудную массу, обломки породы, древесины и случайные примеси железа.

Объем вредных выбросов предприятиями отрасли невелик и составляет 1,7 % общего количества выбросов в промышленности РФ. В выбросах содержатся твердые вещества (28,2 % суммарного выброса в атмосферу), оксид углерода (16,4 %), диоксид серы (14,5 %), оксиды азота (3,9 %), сероводород (0,05 %), фториды (0,01 %) и другие вещества.

Наиболее водоемкими производственными процессами являются процесс гидродобычи угля, процесс мокрого обогащения угля и сланца. Со стоками угольной промышленности в водоемы попадают взвешенные вещества, сульфаты, хлориды, нефтепродукты. Кроме них, присутствуют соединения тяжелых металлов и формальдегид.

За счет оборотного водоснабжения экономия воды производственного назначения составляет 76 % [20].

### ***6.8. Газовая промышленность***

При добыче, переработке, хранении и транспортировке природного газа наибольший вред окружающей среде наносится выбросами вредных веществ в атмосферный воздух. От общего объема отходящих веществ при добыче газа улавливается и

обезвреживается около 20 %. Выбросы в атмосферу предприятиями отрасли характеризуются наличием оксида углерода (28,1 % суммарного выброса), углеводородов (25,1 %), оксидов азота (7,1 %) и диоксида серы (5,3 %).

Объем забора чистой воды составляет около 68 млн м<sup>3</sup>, объем сброса загрязненных сточных вод — 5 млн м<sup>3</sup> [20].

### ***6.9. Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность***

Наиболее характерными загрязнителями атмосферы для данной отрасли являются твердые вещества (29,8 % суммарного выброса), оксид углерода (28,2 %), диоксид серы (26,7 %), оксиды азота (7,9 %), органические растворители (от 0,1 до 1,0 %). Отрасль вносит в загрязнение атмосферного воздуха РФ около 3 % от объема всех выбросов стационарных источников.

Целлюлозно-бумажная промышленность является одной из самых водоемких отраслей. Ежегодное потребление чистой воды составляет 2 млрд м<sup>3</sup> или 4,5 % общего водопотребления в промышленности РФ. Экономия воды за счет оборотных систем составляет 69 %.

На долю комплекса приходится свыше 20 % (2 млрд м<sup>3</sup>) сброса загрязненных сточных вод. Главный источник образования стоков — производство целлюлозы, основанное на сульфатном и сульфитном способах варки древесины и отбелке полуфабриката с помощью хлорпродуктов. Загрязненные сточные воды предприятий отрасли содержат сульфаты, хлориды, нефтепродукты, фенолы, формальдегид, метанол, фурфурол, диметилсульфид.

На долю отрасли приходится 5 % объема используемой промышленностью РФ чистой воды и 6 % сброса сточных вод в поверхностные водоемы [20].

### ***6.10. Микробиологическая промышленность***

Ежегодно предприятия отрасли выбрасывают в атмосферу около 68 тыс. т вредных веществ. Степень очистки выбросов составляет 66–67 %. В выбросах предприятий содержатся твердые вещества (35,5 % суммарного выброса), диоксид серы

(30 %), оксид углерода (21 %), метанол (10,5 %), уксусная кислота, аммиак, ацетон, серная кислота, формальдегид, оксид ванадия, толуол (в пределах 1 %). Одним из наиболее вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, является белково-витаминный концентрат в виде пыли (1,5 т/год), относящийся ко второму классу опасности.

Основными по расходу и загрязнению являются сточные воды, образующиеся при выделении и сгущении биомассы. Сточные воды также образуются при мокрой очистке газовых выбросов, продувке систем обратного водоснабжения, мойке оборудования, трубопроводов, уборке производственных помещений. Сброс загрязненных сточных вод составляет 80 %. Характерными загрязнителями являются сульфаты, хлориды, соединения фосфора, азота, метанол, фурфурол и др. [20].

### ***6.11. Промышленность строительных материалов***

Основное воздействие отрасль оказывает на атмосферный воздух. Наиболее сильно загрязняют его цементные, асбоцементные, известковые производства, предприятия по производству кровельных материалов, керамзитобетонные заводы, карьеры по добыче сырья. Из них на цементные заводы приходится 20 %, а на предприятия по производству строительных материалов — 50 % общего объема выбросов по отрасли.

Основные источники выбросов вредных веществ: производство кровельных и теплоизоляционных материалов, цемента, извести, гипса, стекла и керамических изделий, битума и асфальта.

Ежегодно отраслью используется около 500 млн м<sup>3</sup> чистой воды, 60 % которой расходуется на производственные нужды. Экономия свежей воды от использования оборотных систем водоснабжения составляет 70 %.

В загрязненных стоках данной промышленности, поступающих в водоемы, присутствуют взвешенные вещества, нефтепродукты, аммонийный азот, нитраты, соединения фосфора, магния, железа.

Ежегодно в результате производственной деятельности предприятий отрасли образуется около 50 тыс. га площади нарушенных земель, в том числе отработанных 24 тыс. га. Среднегодовые объемы рекультивации нарушенных земель в пределах 3,6 тыс. га, или 60 % площади отчуждаемых земель [20].

### **6.12. Машиностроение**

Основными источниками загрязнения атмосферы являются литейное производство, цехи механической обработки, сварочные и покрасочные участки. По валовому выбросу вредных веществ в атмосферу доля машиностроительного комплекса составляет около 6 % выбросов в атмосферу всей промышленностью РФ.

Процент улова загрязняющих веществ по отрасли составляет 56,5 %, он значительно ниже среднего по промышленности (79,2 %).

Выбросы машиностроения в атмосферу содержат оксид углерода (36,9 % суммарного выброса в атмосферу), диоксид серы (22,1 %), различные виды пыли и взвешенных веществ (21,5 %), оксиды азота (8,45 %). Кроме этого, в выбросах присутствуют ксилол, ацетон, бутилацетат, аммиак, серная кислота, марганец, хром, свинец (от 0,2 до 2,0 %). Наиболее опасным выбросом является хром и его соединения (43 % выброса от всей промышленности РФ).

Предприятия машиностроения ежегодно используют около 3,5 млрд м<sup>3</sup> чистой воды. Системой оборотного водоснабжения экономится 80 % воды. Ежегодный сброс сточных вод в поверхностные водоемы составляет около 2 млрд м<sup>3</sup> в том числе загрязненных сточных вод 0,95 млрд м<sup>3</sup>. В водные объекты со сточными водами попадают нефтепродукты, соединения азота, сульфаты, хлориды, взвешенные вещества, цианиды, соединения железа и тяжелых металлов, фосфора [20].

### **6.13. Легкая промышленность**

Основными источниками загрязнения в отрасли являются электролизные ванны, места погрузки сырья и материалов, дробильное оборудование, смесители, сушильное, трепальное и

прядаильное оборудование. В выбросах предприятий легкой промышленности присутствуют диоксид серы (31 % суммарного выброса в атмосферу), оксид углерода (29,4 %), твердые вещества (21,8 %), оксиды азота (8,9 %), бензин (2,3 %), органические растворители, сероводород, аммиак, оксид ванадия (V) (от 0,04 до 2,0 %).

Основное негативное воздействие легкая промышленность оказывает на водные объекты. Экономия свежей воды за счет использования оборотных систем по отрасли составляет 73 %. Из общего объема сброса сточных вод 97 % приходится на сброс в поверхностные водные объекты, 87 % которых сбрасывают в недостаточно очищенном виде. Основными источниками загрязнения водоемов являются текстильные фабрики и комбинаты, кожевенные заводы. Сточные воды предприятий текстильной промышленности содержат взвешенные, неорганические вещества, ПАВ, соединения железа, цинка, никеля, хрома [21].

## **6.14. Транспорт**

Ежегодно около 53 % выбросов загрязняющих веществ в атмосферу приходится на выбросы от транспортных и других передвижных средств, в том числе автомобильных, воздушных, водных, железнодорожных, тракторов и других машин. Общий объем выбросов загрязняющих веществ автомобильным транспортом в атмосферу РФ составляет примерно 70 % от всех видов транспорта, или 40 % общего количества антропогенного загрязнения атмосферы.

Основное загрязнение атмосферного воздуха на железных дорогах дают тепловозы. На их долю приходится до 90 % выбросов на железнодорожном транспорте. Общий объем выбросов загрязняющих веществ от тепловозов в РФ составляет около 3 млн т и 9 % суммарного выброса от передвижных источников загрязнения.

Определяющая доля всех выбросов транспорта (56 %) принадлежит грузовым автомобилям. Около 50 % соединений свинца в атмосферу попадает от легковых автомобилей и 66 % двуокиси азота — от грузовых.



Основным источником загрязнения при эксплуатации флота являются накопления на пассажирских и грузовых судах хозяйственно-бытовых и нефтесодержащих вод. 57 % судов, эксплуатируемых на внутренних водных путях, не оснащены необходимым водоочистным оборудованием.

Потоки автомобильного транспорта являются основным источником шума в городах любой величины. Они не только создают 80 % всех зон акустического дискомфорта городов, но и определяют максимальное превышение уровней шума сверх норматива [20].

### ***6.15. Жилищно-коммунальное хозяйство***

В настоящее время водопроводными сетями подается около 25,5 млрд м<sup>3</sup> воды в год, в том числе населению и на коммунально-бытовые нужды — 17,2 млрд м<sup>3</sup>/год. Мощность водопроводов составляет 94,5 млн м<sup>3</sup>/сутки, протяженность водопроводных сетей составляет 434 тыс. км. Состояние 66 % водных объектов, являющихся источниками питьевого водоснабжения, не отвечает требованиям стандарта. В результате около 50 % населения РФ используют для питья воду, не соответствующую гигиеническим требованиям по различным показателям качества. В настоящее время в РФ централизованные системы водоснабжения имеют 1 052 города (99 % общего количества городов) и 1 785 поселков городского типа (81 %).

Мощность очистных сооружений коммунальной канализации в РФ составляет 60,3 млн м<sup>3</sup>/сутки, протяженность коммунальных канализационных сетей населенных пунктов достигла 105,2 тыс. км. Около 60 % эксплуатируемых очистных сооружений перегружены, многие эксплуатируются 20–30 лет и требуют реконструкции. Дефицит мощностей канализационных сооружений в настоящее время достигает 9 млн м<sup>3</sup>/сутки.

Через коммунальные системы канализации в поверхностные воды ежегодно сбрасывается 13,7 млрд м<sup>3</sup> сточных вод, из которых 8 % очищаются до установленных стандартов, 82 % сбрасываются недостаточно очищенными.

Большую проблему представляют вопросы утилизации осадков сточных вод. Из образующихся ежегодно более 2 млн т

осадка утилизируется только 2–3 %. Остальной осадок складывается на иловых площадках и является загрязнителем поверхности почвы и подземных вод.

На территории РФ эксплуатируется около 18 тыс. отопительных котельных жилищно-коммунального хозяйства с суммарной тепловой мощностью 135 тыс. ккал/год. Из общего объема потребления топлива 41 % приходится на природный газ, около 47 % — на твердое топливо, остальные 12 % — жидкое и прочие виды топлива. Суммарный ежегодный выброс загрязняющих веществ в атмосферу предприятиями ЖКХ составляет 625 тыс. т. Из общего количества выбросов 190 тыс. т приходится на долю твердых веществ, 435 тыс. т жидких и газообразных, в том числе диоксида серы 115 тыс. т, оксида углерода 227 тыс. т, оксидов азота 85 тыс. т, углеводородов 3,1 тыс. т, летучих органических соединений 520 тыс. т.

ЖКХ имеет определяющее значение в объеме сброса загрязненных сточных вод в природные водоемы РФ. По их объему доля отрасли достигает 45 % [20].

## **7. Место химических производств в «Концепции устойчивого развития»**

### **7.1. Обеспечение промышленной и экологической безопасности**

Важнейшим аспектом обеспечения промышленной и экологической безопасности производства является совершенствование системы и методов управления технологическими процессами и предприятием в целом. В начале 1960-х гг. в процессах управления предприятиями существовало функциональное и техническое разграничение между **автоматической системой управления производством (АСУП) и автоматической системой управления технологическими процессами (АСУТП 111)**. В конце 1980-х и начале 1990-х гг. с новой волной информационной революции широкое распространение получили персональные ЭВМ и сети передачи данных. Это позволило объединить АСУП и АСУТП в **единую интегрированную информационно-управляющую систему (ИИУС)**. Такая система позволяет в программах моделирования и оптимизации конкретных производственных установок использовать целевые функции с учетом экономических показателей и экологической ситуации всего предприятия.

**Правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов определены федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 г. № 116 ФЗ (в дальнейшем Федеральный закон)**. Закон направлен на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, к локализации и ликвидации последствий аварийных ситуаций.

**Главная причина высокой аварийности** опасных производственных объектов состоит в недостаточной эффективности существующих систем управления промышленной безопасностью.

**Организация Объединенных Наций** приняла Конвенцию о трансграничном воздействии промышленных аварий (1992 г.),

которую подписали 72 страны, в том числе и Россия. **Цель** этой Конвенции — «предотвращение промышленных аварий, обеспечение готовности к ним и к ликвидации последствий аварий, которые могут привести к трансграничному воздействию». Она устанавливает перечень опасных веществ, наличие которых на производственном объекте служит основанием для отнесения его к категории опасных. Федеральный закон Российской Федерации **«О промышленной безопасности опасных производственных объектов»** учитывает все основные положения Конвенции ООН.

Федеральный закон устанавливает категории **опасных объектов**, к которым относятся те, на которых присутствуют (хранятся, используются, перерабатываются, производятся и т. п.) опасные вещества. Требования промышленной безопасности, содержащиеся в Федеральном законе, других федеральных законах и иных нормативных правовых актах, а также в нормативных технических документах, должны обеспечивать:

- защиту населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;
- санитарно-эпидемиологическое благополучие населения;
- охрану окружающей природной среды;
- экологическую безопасность;
- пожарную безопасность.

В целях осуществления государственной политики в области промышленной безопасности. Президент РФ определил федеральный орган исполнительной власти — Государственный комитет по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору (Госгортехнадзор РФ). Эта организация осуществляет контроль в области промышленной безопасности и осуществляет соответствующее нормативное регулирование. Направления этой программы фактически определяют компоненты промышленной безопасности: технический, нормативно-правовой, организационный, социально-политический, экономический, информационный и образовательный. Схема элементов этой системы подробно рассмотрена в учебнике А. А. Абросимова.

**Декларирование промышленной безопасности.** Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных промышленных объектов» ввел на законодательном уровне проце-

дуру декларирования промышленной безопасности опасных производственных объектов.

**Разработка декларации промышленной безопасности включает:**

- всестороннюю оценку риска аварии;
- анализ достаточности принятых мер по предупреждению аварий;
- обеспечение готовности организации к эксплуатации опасного производственного объекта в соответствии с требованиями промышленной безопасности;
- локализацию и ликвидацию последствий аварии на опасном производственном объекте;
- разработку мероприятий, направленных на снижение масштаба последствий аварии и размера ущерба, нанесенного в случае аварии на опасном производственном объекте.

Декларирование безопасности осуществляется с целью регулирования безопасности промышленных производств (объектов), а также повышения безопасности населения, персонала, народнохозяйственных объектов и окружающей среды путем снижения риска промышленных аварий, сопровождаемых взрывами, пожарами и выбросами опасных веществ.

Обобщенная оценка уровня безопасности с указанием опасных составляющих декларируемого объекта и наиболее значимых факторов, влияющих на показатели риска, должна быть четко представлена в декларации.

**При анализе опасностей и рисков необходимо указать:**

- сведения об известных авариях,
- определение источников опасностей,
- анализ условий возникновения и развития аварийных ситуаций,
- оценку возможных последствий аварии.

При анализе опасностей следует учитывать риск (вероятность и тяжесть последствий) рассматриваемых аварий с точки зрения воздействия на людей, объекты и окружающую среду.

**Сведения об известных авариях включают:**

- данные об авариях и неполадках, имевших место на декларируемом объекте;

- данные об авариях, имевших место на других аналогичных объектах, или авариях, связанных с имеющимся на декларируемом объекте опасным веществом.

**При определении источников опасностей необходимо:**

- выяснить соответствие условий эксплуатации объекта действующим нормам безопасности;
- выделить опасные подсистемы (блоки) технологической системы объекта;
- определить количество обращающихся в блоках и объекте опасных веществ.

**При анализе условий возникновения и развития аварийных ситуаций необходимо:**

- выявить возможные причины возникновения и развития аварийных ситуаций с учетом неполадок оборудования, человеческих ошибок и внешних воздействий природного и техногенного характера;
- определить сценарии возможных крупных аварий на объекте;
- оценить количество опасных веществ;
- обосновать применяемые методы расчета и физико-математические модели истечения, распространения и аварийного воздействия опасных веществ.

**При оценке возможных последствий аварии необходимо:**

- определить вероятные зоны поражения (разрушения) с учетом основных поражающих факторов при различных сценариях аварии;
- оценить возможное число пострадавших среди персонала предприятия и населения при аварии;
- привести вероятностные оценки последствий аварии при различных сценариях аварии (качественные или количественные) [7; 20].

## ***7.2. Федеральный закон об экологической безопасности***

### **Статья 1. Сфера применения настоящего Федерального закона**

1. Общий технический регламент «Об экологической безопасности» устанавливает требования в сфере охраны окружа-

ющей среды ко всем видам продукции, процессам ее производства, эксплуатации, хранения, перевозки и утилизации. Он устанавливает также правила и формы оценки соответствия, необходимые для обеспечения экологической безопасности продукции и процессов ее производства, эксплуатации, хранения, перевозки и утилизации, предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей.

2. Требования настоящего регламента являются обязательными и действуют непосредственно на всей территории Российской Федерации.

## **Статья 2. Основные понятия**

Для целей настоящего Федерального закона используются следующие основные понятия.

**1. Объект хозяйственной и иной деятельности** — стационарный или передвижной технический объект, на котором осуществляются один или более видов деятельности по производству, хранению, перевозке, утилизации продукции, технически объединенные с деятельностью, осуществляемой на данном объекте.

**2. Действующий объект хозяйственной и иной деятельности** — эксплуатируемый объект или существовавший до даты вступления настоящего технического регламента в законную силу. Это объект, на эксплуатацию которого имеются необходимые разрешения или для которого получение такого разрешения необходимо, при условии, что эксплуатация объекта начнется не позднее чем по истечении одного года, начиная с даты вступления настоящего технического регламента в силу.

**3. Требования экологической безопасности** — обязательные для исполнения требования, устанавливаемые в виде нормативов в области охраны окружающей среды, предписаний, ограничений или запретов и предъявляемые ко всем видам продукции, процессам ее производства, эксплуатации, хранения, перевозки и утилизации в целях предотвращения вреда окружающей среде.

**4. Обеспечение экологической безопасности** — система технологических, технических и организационных мер, направленных на недопущение причинения вреда окружающей среде при использовании, производстве, хранении, перевозке и утилизации продукции [7; 20].

### **7.3. Взаимосвязь проблем экологии и безопасности химических производств**

**Химическое производство является одним из немногих, оказывающих на окружающую природную среду (ОПС) повышенную нагрузку. Основными направлениями развития химического производства являются:**

1. Синтез новой и расширение ассортимента выпускаемой продукции.

2. Разработка и внедрение принципиально новых технологических процессов и совершенствование существующих методов производства химической продукции.

3. Укрупнение агрегатов, технологических линий, отдельных видов оборудования и аппаратуры.

4. Внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами, производствами, предприятиями и отраслями.

Без продукции, выпускаемой на предприятиях химической промышленности, не обходится практически ни одна отрасль экономики.

Вместе с тем химическая промышленность является источником существенного загрязнения окружающей среды, немного уступая в этом отношении топливной энергетике, цветной и черной металлургии, транспорту. С экологической точки зрения существенным является непрерывное и постоянное нарастание количества вредных выбросов в окружающую среду, что наносит немалый ущерб биосфере. Несмотря на это, без продукции химической промышленности в настоящее время невозможно практическое осуществление природоохранных мероприятий. Именно химическая промышленность производит различные реагенты, коагулянты, флокулянты, сорбенты, ионообменные смолы и другие вещества и материалы, без которых невозможна очистка воды и газов.

Химическая промышленность относится к отраслям, потребляющим большое количество сырья, воды, энергии и имеющим сложные многостадийные процессы. В процессе переработки сырья в готовую продукцию образуются большие количества побочных продуктов, которые не всегда могут быть



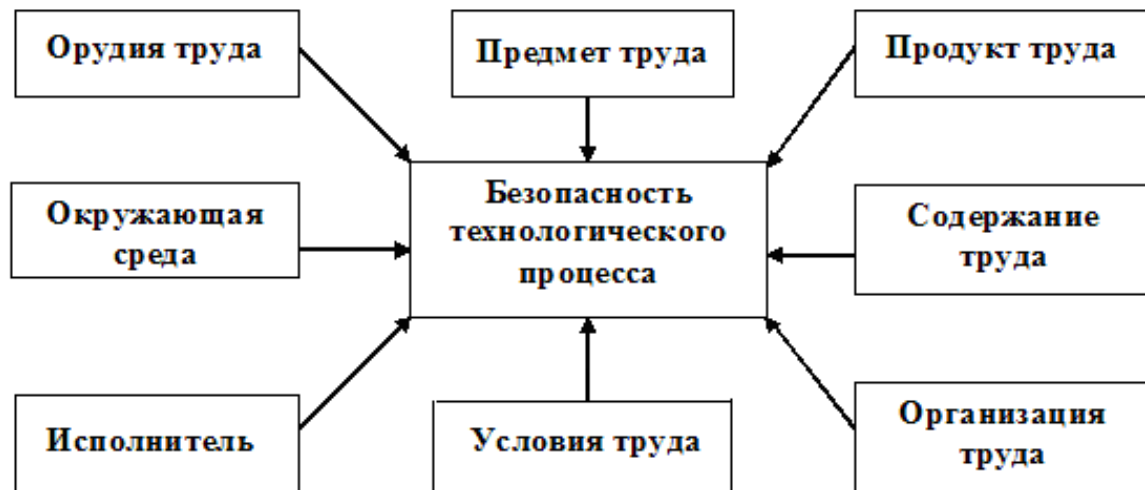
использованы в качестве вторичных сырьевых материалов. Во многих случаях отходы требуют полного уничтожения в силу их высокой токсичности. Наряду с неорганическими отходами, образующимися иногда в количестве нескольких миллионов тонн в год, имеется небольшое количество очень токсичных отходов, которые не могут быть сброшены даже в системы биохимической очистки. К этому нужно добавить высокую степень изменчивости отходов в связи с частым изменением номенклатуры выпускаемой продукции, что затрудняет их обезвреживание.

**Все это обуславливает, что основные направления повышения безопасности и экологической устойчивости химических производств должны состоять в следующем.**

1. Совершенствование существующих технологических процессов.
2. Разработка принципиально новых процессов, направленных на повышение выхода целевых продуктов и снижение количества отходов.
3. Возможное снижение количества стадий производственного цикла.
4. Ресурсо- и энергосбережение и комплексное использование сырья.
5. Создание экологически чистых и комплексных малоотходных технологий.
6. Повышение надежности химического оборудования, средств контроля и управления.
7. Использование современного надежного природоохранного оборудования для снижения негативного воздействия на биосферу.
8. Рациональное размещение производств по критериям безопасности.
9. Предупреждение и своевременная ликвидация аварийных ситуаций [7].

## **7.4. Управление безопасностью технологических процессов и химических производств**

Объектом управления в данном случае определяется «**безопасность технологического процесса**». В самом общем виде безопасность технологического процесса можно представить в виде структурной модели (рис. 4).



*Рис. 4. Безопасность технологического процесса*

На представленной модели видно, что безопасность технологического процесса определяется многими составляющими:

- орудия труда — оборудование, оснастка, инструмент ( их безопасность во многом определяет безопасность технологического процесса);

- предмет труда — исходные и технологические материалы, детали, сборочные единицы, которые сами по себе или в процессе обработки в данном технологическом процессе могут представлять определенную опасность;

- продукт труда — окончательный вид полуфабриката, детали сборочной единицы, изделия на выходе технологического процесса, которые в соответствии со своими характеристиками могут представлять известную опасность;

- содержание труда — пооперационное содержание движений, приемов, действий работающего, характеризующееся физической и нервно-психической напряженностью труда;

- организация труда — организация рабочего места в соответствии с эргономическими требованиями, рациональная планировка участка, соответствующая организация режима труда и отдыха;

- условия труда — наличие на рабочем месте опасных и вредных производственных факторов и их параметры, наличие и эффективность средств коллективной и индивидуальной защиты;

- исполнитель — выполняющий данный технологический процесс субъект, который характеризуется соответствием индивидуальных психофизиологических особенностей содержанию и условиям труда, профессиональной подготовкой и владеет безопасными условиями труда;

- окружающая среда — коллектив с его морально-психологическим климатом, социально-бытовые условия на производстве и вне производства.

Стадии обеспечения безопасности технологического процесса или химического производства (рис. 5).



*Рис 5. Стадии обеспечения безопасности технологического процесса*

На стадии «исследование» безопасность технологического процесса должна рассматриваться и обеспечиваться при проведении теоретических исследований, определении физико-химических основ, выборе методов, исходных и технологических материалов, разработке лабораторного оборудования, исследовании технологических режимов.

На стадии «проектирование» безопасность технологических процессов должна обеспечиваться при разработке оборуду-

дования, обработке технологических режимов, разработке комплекта технической документации.

На стадии «**опытная проверка**» (эксплуатация) безопасность технологических процессов обеспечивается в процессе проверки и корректировки технологических методов, приемов, режимов обработки, устранения недостатков конструкций оборудования, внесения изменений в технологическую документацию.

В идеале три первые стадии должны обеспечить решение всего комплекса вопросов по обеспечению безопасности технологического процесса. Это необходимо, чтобы при промышленной эксплуатации он представлял собой минимум опасности для рабочих и окружающей среды.

Весь срок эксплуатации технологического процесса можно условно разделить на три периода. **Начальный период** характеризуется относительно низким уровнем безопасности, связанным с освоением технологического процесса. По мере накопления опыта персоналом и приработкой оборудования безопасность повышается и достигает верхнего уровня полной безопасности. **Второй период** характеризуется устойчивым уровнем безопасности, связанным с полным освоением технологического процесса и безотказной работой оборудования. В **третьем периоде** вновь наблюдается снижение уровня безопасности, связанное с износом оборудования. Наступает критический момент, когда снижение уровня безопасности требует прекращения эксплуатации технологического процесса и проведения комплекса ремонтных и восстановительных работ. После ремонта безопасность процесса несколько повышается, стабилизируется, но затем вновь снижается. Межремонтные периоды сокращаются, и наступает момент, когда требуемого уровня безопасности можно достичь только полной заменой оборудования [7].

## **8. Экологическая безопасность человека, биосферы и промышленных объектов в условиях техногенных чрезвычайных ситуаций (ЧС)**

### ***8.1. Устойчивость промышленных объектов***

**Под устойчивостью работы промышленного объекта** понимают способность объекта выпускать установленные виды продукции в объемах и номенклатуре, предусмотренных соответствующими планами в условиях ЧС, а также приспособленность этого объекта к восстановлению в случае повреждения. Для объектов, непосредственно не производящих материальные ценности (транспорт, связь, линии электропередач и т. п.), устойчивость определяется их способностью выполнять свои функции. **Под устойчивостью технической системы** понимается возможность сохранения ею работоспособности при ЧС.

Основные направления повышения устойчивости объектов экономики в военное время следующие:

- снижение риска возникновения и тяжести последствий аварий, катастроф;
- обеспечение защиты населения и его жизнедеятельности в условиях ЧС;
- рациональное размещение производительных сил на территории региона;
- подготовка отраслей к работе в условиях ЧС и к восстановлению объектов экономики;
- подготовка систем управления сил и средств Российской системы ЧС (РСЧС) к ликвидации последствий аварий и стихийных бедствий.

Прежде всего анализируют устойчивость и уязвимость элементов объекта в условиях ЧС, а также оценивают опасность выхода из строя и вероятность разрушения элементов или всего объекта в целом:

- надежность установок и технологических комплексов;
- последствия аварий отдельных систем производства;

- распространение ударной волны по территории предприятия при взрывах сосудов, коммуникаций, ядерных зарядов и т. п.;
- распространение огня при пожарах различных видов;
- рассеивание опасных веществ, высвобождающихся при ЧС;
- возможность вторичного образования токсичных, пожароопасных и взрывоопасных смесей и т. п.

Затем разрабатывают мероприятия по повышению устойчивости и подготовке объекта к восстановлению после ЧС. Составляется план-график повышения устойчивости объекта, в котором указывают объём и стоимость планируемых работ, источники финансирования, основные материалы и их количество, машины и механизмы, рабочую силу, ответственных исполнителей, сроки выполнения и т. д.

**Исследование устойчивости функционирования объекта начинается на стадии его проектирования.** Такое же исследование объекта проводится соответствующими службами на стадии технических, экономических, экологических и иных видов экспертиз. Каждая реконструкция или расширение объекта также требует нового исследования устойчивости. Таким образом, исследование устойчивости — это не одноразовое действие, а длительный, динамичный процесс, требующий постоянного внимания со стороны руководства, технического персонала, служб гражданской обороны.

Поскольку проекты производств выполняются по единым нормам технологического проектирования (средний уровень плотности застройки обычно 30–60 %), то это дает основание считать, что для всех промышленных объектов, независимо от профиля производства и назначения, характерны общие факторы, влияющие на устойчивость объекта и подготовку его к работе в условиях ЧС.

**На устойчивость объекта в условиях ЧС влияют:**

- район расположения объекта;
- внутренняя планировка и характер застройки территории (структура, тип, плотность застройки);
- характеристика технологического процесса (используемые вещества, энергетические характеристики оборудования, его устойчивость к пожарам и взрывоопасность и др.);

- окружающие объект смежные производства; транспортные магистрали; естественные условия прилегающей местности (лесные массивы как источники пожаров, водные объекты как возможные транспортные коммуникации или источники наводнения, зоны для преграждения огня и т. п.).

**При оценке внутренней планировки территории объекта определяется влияние плотности и типа застройки на возможность возникновения и распространения пожаров, образования завалов входов в убежища и проходов между зданиями. Источниками опасных ситуаций являются: емкости с легковоспламеняющимися жидкостями (ЛВЖ) и сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ), склады вредных веществ и взрывоопасные технологические установки; технологические коммуникации, разрушение которых может вызвать пожары, взрывы и загазованность. Прогнозируются проявления вторичных эффектов поражения от указанных факторов и предусматриваются меры защиты от них.**

**Технологический процесс разрабатывается с учетом специфики производства на время ЧС (изменение технологии, частичное прекращение производства, переключение на производство новой продукции и т. п.).** Оценивается запас и возможность замены энергоносителей; возможность автономной работы отдельных станков, установок и цехов объекта; количество и места расположения СДЯВ, ЛВЖ и горючих веществ; способы безаварийной остановки производства в условиях ЧС. Особое внимание уделяется изучению систем газоснабжения, поскольку разрушение этих систем может привести к появлению вторичных поражающих факторов.

**При исследовании систем управления производством на объекте изучают расстановку сил и состояние пунктов управления и надежности узлов связи; определяют источники пополнения рабочей силы, анализируют возможности взаимозаменяемости руководящего состава объекта.** Персонал, обслуживающий объект, должен знать о режиме его работы в случае возникновения ЧС, а также должен быть обучен выполнению конкретных работ по ликвидации очагов поражения.

**На объектах строятся убежища и укрытия, предназначенные для защиты персонала, создаётся и поддерживается в**

постоянной готовности система оповещения рабочих и служащих объекта, а также проживающего вблизи объекта населения о возникновении ЧС [7; 21; 25; 26].

## ***8.2. Масштабы и классификация чрезвычайных и аварийных ситуаций***

**Чрезвычайная ситуация (ЧС)** — состояние, при котором в результате возникновения ее источника на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей среде.

**По происхождению ЧС** можно подразделять на ситуации техногенного, антропогенного и природного характера.

**По масштабам распространения и тяжести последствий ЧС** подразделяются на группы: **локальные, местные, территориальные, региональные, федеральные и трансграничные.**

**Локальная** — это такая ЧС, в результате которой пострадало не более 10 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности не более 100 человек, либо материальный ущерб составляет не более 1 тыс. минимальных размеров оплаты труда (МРОТ) на день возникновения ЧС и зона ее не выходит за пределы территории объекта производственного или социального назначения.

К **местной** относится ЧС, в результате которой пострадало свыше 10, но не более 50 человек либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 100, но не более 300 человек. К местной относится ЧС, материальный ущерб при которой составляет свыше 1 тыс., но не более 5 тыс. МРОТ на день возникновения ЧС и зона ее не выходит за пределы населенного пункта, города, района.

К **территориальной** относится ЧС, в результате которой пострадало свыше 50, но не более 500 человек либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 300, но не более 500 человек. К территориальной относится ЧС, материальный ущерб при которой составляет свыше 5 тыс., но не более 0,5 млн МРОТ на день возникновения ЧС. Зона ее не выходит за пределы субъекта РФ.



К **региональной** относится ЧС, в результате которой пострадало свыше 50, но не более 500 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 1 000 человек, либо материальный ущерб составляет свыше 0,5, но не более 5 млн МРОТ на день возникновения ЧС и ее зона охватывает территорию двух субъектов РФ.

К **федеральной** относится ЧС, в результате которой пострадало свыше 500 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 1 000 человек, либо материальный ущерб составляет свыше 5 млн МРОТ на день возникновения. Зона ее выходит за пределы более чем двух субъектов РФ.

К **трансграничной** относится ЧС, поражающие факторы которой выходят за пределы РФ, либо ЧС, которая произошла за рубежом и затрагивает территорию РФ.

Техногенные чрезвычайные ситуации подразделяются на аварии и катастрофы.

**Авария** — это чрезвычайное событие, которое возникает по конструктивным, производственным, технологическим и эксплуатационным причинам, а также в результате внешних воздействий. Оно заключается в повреждении и разрушении технических устройств и сооружений.

#### **Типы аварий:**

1. На химически опасных объектах.
2. На радиационно опасных объектах.
3. На биологически опасных объектах.
4. На пожароопасных и взрывоопасных объектах.
5. На гидродинамических объектах.

Крупномасштабная авария, которая повлекла за собой человеческие жертвы, большой материальный ущерб и другие тяжелые последствия, называется **катастрофой** [7; 21].

### ***8.3. Специфика крупномасштабных аварийных ситуаций и ЧС***

Развитие человечества никогда не было непротиворечивым и бесконфликтным процессом. Среди множества проблем есть такие, которые являются «вечными» спутниками цивилизации.

Одной из таких проблем является противоречие между развитием цивилизации и природной средой, в которой оно происходит. На первый взгляд кажется, что катастрофы, произошедшие в различных точках земного шара, не связаны между собой. Но **общий принцип** событий можно сформулировать: **насыщение производства и сферы услуг современной техникой сопровождается резким увеличением цены человеческой ошибки или технической неполадки.** При этом наличие достаточно совершенного оборудования, оснащенного системами многократного дублирования и другими средствами обеспечения безопасности, не гарантирует абсолютной надежности эксплуатации.

Методологические ошибки, являющиеся причиной большинства аварий, можно разделить на три группы: **взрывы, обрушения, экологические катастрофы,** связанные с природными условиями, но спровоцированные некомпетентной деятельностью человека.

В первую очередь возрастает риск **аварий больших технических систем,** что связано с увеличением их числа и сложности, ростом мощностей агрегатов на промышленных и энергетических объектах, их территориальной концентрацией.

Прежде всего обращает на себя внимание то, что **увеличивается разрушительный эффект катастроф:** на конец XX в. приходится примерно 50 % погибших и 40 % раненых во время промышленных катастроф.

Другая особенность — **рост количества** стихийных бедствий и катастроф. Ежемесячно регистрируется 20–50 случаев. В 60-е гг. XX в. было зарегистрировано 14 крупных катастроф; в 1980-е гг. их число достигло 70, т. е. увеличилось в 5 раз. Общий экономический ущерб за этот период (с учетом инфляции) возрос в среднем с 3,7 до 11,4 млрд долларов в год, т. е. в 3,1 раза. Тенденция к росту количества стихийных бедствий и катастроф объясняется прежде всего увеличением численности населения Земли и концентрацией людских ресурсов.

**Особенностью техногенных катастроф является то, что они возможны даже в странах с высокими технологическими стандартами [7; 21].**

## **8.4. Фазы развития ЧС на промышленных объектах**

Чрезвычайные ситуации, в том числе и аварии, на промышленных объектах в своем развитии проходят пять условных типовых фаз:

1. Накопление отклонений от нормального состояния или процесса.

2. Инициирование чрезвычайного события (аварии, катастрофы или стихийного бедствия). Для случая аварии на производстве в этот период предприятие или его часть переходят в нестабильное состояние, когда появляется фактор неустойчивости: этот период можно назвать аварийной ситуацией — авария еще не произошла, но имеется высокая вероятность ее появления. В этот период в ряде случаев еще может существовать реальная возможность либо ее предотвратить, либо существенно уменьшить ее масштабы.

3. Процесс чрезвычайного события, во время которого происходит непосредственное воздействие на людей, объекты и природную среду первичных поражающих факторов. При аварии на производстве в этот период происходит высвобождение вещества и энергии, которые могут носить разрушительный характер. При этом масштабы последствий и характер протекания аварии в значительной степени определяются не начальным событием, а структурой предприятия и используемой на нем технологией; эта особенность затрудняет прогнозирование развития наступившего бедствия.

4. Выход аварии за пределы территории предприятия и действие остаточных факторов поражения.

5. Ликвидация последствий аварии и природных катастроф; устранение действия опасных факторов, порожденных аварией или стихийным бедствием; проведение спасательных работ в очаге аварии или в районе стихийного бедствия и в примыкающих к объекту пострадавших зонах [7; 21].

## **8.5. Основные причины крупных техногенных аварий и ЧС. Проблема анализа последствий ЧС**

1. Отказы технических систем из-за дефектов изготовления и нарушений режимов эксплуатации; многие современные потенциально опасные производства спроектированы так, что вероятность крупной аварии на них очень высока и оценивается величиной риска  $10^{-4}$  и более.

2. Ошибочные действия операторов технических систем; более 60 % аварий происходит в результате ошибок обслуживающего персонала.

3. Концентрация различных производств в промышленных зонах без должного изучения их взаимодействия.

4. Высокий энергетический уровень технических систем (энергетическая насыщенность производства).

5. Внешние негативные воздействия на промышленные объекты.

**Оценка опасности** становится полной лишь тогда, когда последствия потенциальной ЧС ясно представляются. Прежде чем планировать предупредительные мероприятия, необходимо знать, какое потенциальное повреждающее действие окажет конкретная ЧС на персонал, население, материальные ценности и окружающую среду. Поэтому **анализ последствий должен включать следующее:**

- описание потенциально возможных ЧС;
- оценку их вероятности;
- количественную оценку возможных последствий, например проливов и выбросов, обладающих повреждающими свойствами;
- расчет рассеивания выбросов и испарение проливов;
- оценку других повреждающих факторов;
- суммарную оценку ущерба.

Если первые два пункта могут быть выполнены исходя из результатов анализа опасностей, то для выполнения других пунктов нужно использовать специальные модели.

Нанесенный ЧС материальный ущерб складывается из **прямого ущерба** (разрушение промышленных объектов) и **косвенного ущерба** (недополученный доход, товары, материальные ценности).

**В настоящее время существуют два основных направления минимизации вероятности возникновения и последствий ЧС на промышленных объектах:**

- первое направление заключается в разработке технических и организационных мероприятий, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала современных технических систем;

- второе направление заключается в подготовке объекта, обслуживающего персонала, служб гражданской обороны и населения к действиям в условиях ЧС, формирование планов действий в ЧС.

Предупреждение и ликвидация ЧС предусматриваются нормативно-технической документацией, в частности Постановлением Правительства РФ от 3.08.1996 г. «О силах и средствах Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».

К силам и средствам наблюдения и контроля относятся службы (учреждения) и организации федеральных органов исполнительной власти, осуществляющие наблюдение и контроль состояния окружающей природной среды, обстановки на потенциально опасных объектах:

- формирования гражданской обороны и санитарно-эпидемиологического надзора РФ; ветеринарная служба и служба защиты растений Министерства сельского хозяйства и продовольствия РФ;

- службы наблюдения и контроль качества пищевого сырья и продуктов питания комитета РФ по торговле;

- геофизическая служба РАН;

- служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и подразделение Министерства РФ по атомной энергии;

- учреждения сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны [7; 21].

## **8.6. Ликвидация последствий аварий и ЧС**

**К силам и средствам ликвидации аварий и ЧС относятся:**

- военизированные и невоенизированные противопожарные, поисковые аварийно-спасательные формирования федеральных органов исполнительной власти (МЧС);
- формирования и учреждения Всероссийской службы медицины катастроф;
- формирования ветеринарной службы и службы защиты растений Министерства сельского хозяйства и продовольствия РФ;
- формирования гражданской обороны РФ;
- спасательные службы Министерства РФ по атомной энергии;
- службы гражданской авиации по спасению и поиску;
- службы морского флота РФ по спасению и поиску.

Одним из эффективных элементов комплекса мероприятий по обеспечению безопасности людей и защиты окружающей среды в РФ является принципиально новый подход, связанный с введением процедуры **декларирования безопасности** промышленных объектов. Порядок разработки декларации безопасности промышленного объекта РФ разработан с учётом замечаний заинтересованных министерств и утверждён постановлением Госгортехнадзора России от 07.09.1999 г. № 66.

В этом документе отражены характер и масштабы опасностей на промышленном объекте и выработаны мероприятия по обеспечению промышленной безопасности и готовности к действиям в чрезвычайных техногенных ситуациях.

**Декларация** разрабатывается как для действующих, так и для проектируемых предприятий. Как итоговый документ декларация безопасности включает следующие разделы:

- общая информация об объекте;
- анализ опасности промышленного объекта;
- обеспечение готовности промышленного объекта к локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- информирование общественности;
- приложения, включающие ситуационный план объекта и информационный лист.

**Декларация безопасности** действующего промышленного объекта с особо опасными производствами является обязательным документом, который разрабатывается организацией собственными силами (или организацией, имеющей лицензию на такой вид работ), представляется в органы Госгортехнадзора и МЧС России при получении лицензии на осуществление промышленной деятельности, связанной с повышенной опасностью производств.

**Ликвидация ЧС** осуществляется силами и средствами предприятий, учреждений и организаций (независимо от их организационно-правовой формы, органов местного самоуправления, органов исполнительной власти субъектов РФ, на территориях которых сложилась ЧС) под руководством соответствующих комиссий по ЧС.

Ликвидация локальной ЧС осуществляется силами и средствами самой организации; ликвидация местной ЧС — силами и средствами органов местного самоуправления; ликвидация территориальной ЧС — силами и средствами органов исполнительной власти субъекта РФ; ликвидация региональной и федеральной ЧС — силами и средствами органов исполнительной власти субъектов РФ, оказавшихся в зоне ЧС.

Ликвидация трансграничной ЧС осуществляется по решению Правительства РФ в соответствии с нормами международного права и международными договорами РФ.

К ликвидации ЧС могут привлекаться Вооружённые силы РФ, войска гражданской обороны РФ, другие войска и вооружённые формирования в соответствии с законодательством РФ.

Ликвидация ЧС считается завершённой по окончании проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ [21].

## **9. Обеспечение устойчивой работы промышленного предприятия**

### **9.1. Выбор площадки для предприятия**

Обеспечение устойчивости промышленного (химического) предприятия начинают с оптимизации его масштаба и размещения.

**Генеральные планы** химических предприятий должны составляться с учетом требований безопасности труда, санитарно-гигиенических требований и требований охраны окружающей среды.

В решения генерального плана основы безопасности закладываются на стадии выбора площадки для предприятия, распределения отдельных производств на территории, цехов, установок, путей сообщения и др. **В решениях плана должны учитываться следующие основные требования:**

- объединение отдельных производств и вспомогательных служб с учетом их технологической связи, взрывоопасности и пожароопасности выделяемых ими веществ;
- определение безопасных санитарных и противопожарных разрывов с учетом возможного изменения технологии и реконструкции отдельных цехов и установок на основе санитарной классификации и категорирования производств по взрывной и пожарной опасности;
- обеспечение естественного проветривания территории и исключение застойных зон и скопления в них вредных и опасных для работающего персонала и окружающей среды выделений с учетом рельефа местности, направления и скорости ветра.

**Площадку для предприятия** выбирают в соответствии с имеющимся или разрабатываемым проектом планировки развития данного промышленного узла. В решениях планов при выборе земельного участка должны найти отражение гидрологическая и геологическая характеристика и рельеф местности, сейсмичность района, чистота почвы и уровень грунтовых вод, устройство канализации и отвод поверхностных вод, возможность прямого солнечного освещения участка.



**Особое значение для химических предприятий** имеют климатические условия, в частности направление и скорость ветра и рельеф местности, чтобы обеспечить естественное проветривание территории и отдельных производственных помещений и цехов. Химические предприятия, потребляющие большое количество воды, размещают вблизи природных или искусственных водоемов. Не допускается располагать предприятия со значительными производственными выбросами в атмосферу на территориях, не обеспеченных естественным проветриванием (замкнутые долины, котловины, подножья гор). Такие предприятия располагают с подветренной стороны с учетом преобладающего направления ветров по отношению к жилой застройке и на расстоянии, отвечающем санитарной классификации производств. Химические предприятия со взрывоопасными и пожароопасными производствами не располагают с наветренной стороны по отношению к соседним предприятиям или внутризаводским объектам. На территории предприятия объекты внутренней застройки размещают с учетом противопожарных разрывов в соответствии с категорией производств по взрывной и пожарной опасности [10].

## ***9.2. Зонирование территории предприятий***

Сущность зонирования заключается в территориальном объединении в группы (зоны) различных объектов, входящих в состав предприятия, по признаку технологической связи и характеру присущих им опасностей.

**В химической промышленности организуют следующие зоны: предзаводскую, производственную, подсобную, складскую, сырьевую и товарных емкостей.** Примерный состав объектов, входящих в зоны, следующий:

- предзаводская зона — заводоуправление, проходная, столовая, пожарное депо, стоянки общественного и индивидуального транспорта;
- производственная зона — производственные и вспомогательные здания и сооружения;

- подсобная зона. К ней относятся ремонтные, механические, строительные, тарные цехи, газобаллонные цехи, станция перекачки стоков, лаборатория;

- складская зона — склады материальные, оборудования, химикатов, масел, готовой продукции;

- зона сырьевых и товарных емкостей — товарно-сырьевые склады горючих, ЛВЖ, газов.

Соотношение размеров зон зависит от мощности предприятия. Производственная зона мелких предприятий — 40 % общей территории. На крупных комбинатах она составляет до 70 %, складская зона и зона вспомогательных цехов сокращается до 15–20 %.

**Размещение сырьевых, товарных складов и складов химикатов.** В основе размещения складов лежит принцип специализации, ограничения количества хранимых веществ и их разделение на группы. Это достигается ограничением емкости складов, размеров резервуаров, штабелей, отсеков и секций с учетом пожароопасных, взрывоопасных и токсичных свойств хранимых веществ. Считается целесообразным располагать склады на обособленных участках, удаленных от основной производственной площадки на расстояние 500 м и более.

**Размещение внутризаводских коммуникаций.** Современные химические и нефтехимические заводы оснащены разветвленной сетью технологических коммуникаций, материалопроводов, кабелей электропитания, связи и сигнализации, канализации, трубопроводов пароснабжения и водоснабжения, теплофикации и др. Возможно *подземное, наземное и надземное* их расположение, каждое из которых имеет особенности в отношении условий безопасности.

**Подземные сети.** Допускается прокладка газопроводов с небольшим давлением вместе с другими трубопроводами и кабелями связи при условии устройства вентиляции и освещения. Не допускается прокладка в общем канале: газопроводов и кабелей силовых и освещения, теплопроводов и трубопроводов ЛВЖ и горючих жидкостей (ГЖ), трубопроводов противопожарного водоснабжения и трубопроводов ЛВЖ и ГЖ, трубопроводов горючих газов и силовых кабелей.

**Наземная укладка** газопроводов, хозяйственно-бытовой канализации, трубопроводов для транспорта веществ, которые при утечке могут вызвать пожар или взрыв или заражение воздуха, не разрешается.

При компоновке генерального плана предприятия предпочтение отдается **надземному расположению** материалопроводов на эстакадах и кронштейнах зданий и сооружений. Не допускается прокладка следующих надземных сетей:

- трубопроводов с горючими жидкими и газообразными продуктами в галереях, если смешение продуктов может вызвать взрыв или пожар;
- газопроводов горючих газов по сгораемым перекрытиям и стенам зданий, в которых размещены взрывоопасные материалы;
- через отдельно стоящие здания и сооружения, не связанные с потреблением газа;
- по территории, занятой складами ГЖ и ЛВЖ, а также вместе с электропроводами [8; 10; 18].

### **9.3. Вынос оборудования на открытые площадки**

Вынос оборудования на открытые площадки создает ряд предпосылок для увеличения степени безопасности предприятия при его сооружении и эксплуатации. При этом улучшаются условия монтажных работ, создается возможность применения мощных кранов, мачт и других подъемных устройств, внедрения индустриальных методов строительства технологических установок. Преимущества размещения на открытой площадке состоят в следующем.

1. Вынос технологического оборудования на открытые площадки позволяет снизить вероятность появления веществ вредных и взрывоопасных концентраций. При размещении оборудования вне помещения вероятность возникновения взрывоопасных и токсичных концентраций значительно снижается, особенно для газов и паров, плотность которых меньше плотности воздуха.

2. Вынос оборудования на открытые площадки позволяет уменьшить воздействие тепловыделений на обслуживающий пер-

сонал, исключить необходимость устройства дорогостоящей вентиляции, снизить опасность отравления токсичными веществами.

Для защиты оборудования, вынесенного на открытые площадки, от опасного воздействия метеорологических факторов разработана система проверенных практикой мероприятий.

Продуктопроводы в зависимости от назначения и расположения обеспечивают изоляцией, водяные линии снабжают штуцерами для быстрого спуска жидкости при остановке или угрозе замерзания. В качестве теплоносителей применяют пар и горячую воду, в том числе отходящую от технологических установок. Трубопроводная арматура должна быть только стальной.

В летнее время оборудование, вынесенное на открытую площадку, защищают от прямого солнечного света, ветра, осадков. Для этого предусматривают местные укрытия из легких съемных разборных передвижных конструкций. Для обеспечения вентиляции площадки в нижней и верхней частях щитов и панелей оставляют проемы по всей их длине.

Оборудование большого объема защищают от солнечной радиации и атмосферной коррозии специальным покрытием. Лучшим отражающим покрытием является алюминиевая краска.

Необходимо предусматривать автоматическое управление оборудованием и аппаратами, расположенными на открытых площадках, чтобы исключить необходимость постоянного пребывания около них обслуживающего персонала. В тех случаях, когда автоматическое управление технологическим процессом невозможно, контрольно-измерительные приборы и управляющие механизмы должны быть вынесены на щиты и пульта управления, расположенные в помещении операторной [8; 10; 18].

#### ***9.4. Совершенствование технических систем и технологических процессов***

Современные технологические процессы химической промышленности являются сложными.

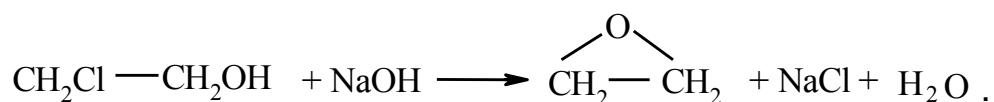
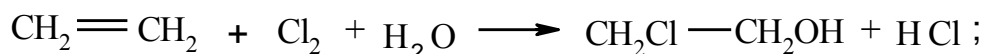
Для обеспечения их эффективности и безопасности их проведения необходимо определить взаимодействие параметров в количественной мере, выбрать те, отклонения от которых могут

создать аварийные ситуации, найти границы, в которых проявляются опасные возмущения, определить способы предотвращения опасных последствий.

**1. Многостадийные и одностадийные технологические процессы.** Многие технологические процессы состоят из ряда последовательных размещенных в пространстве и времени производственных стадий, через которые проходят исходные и промежуточные вещества.

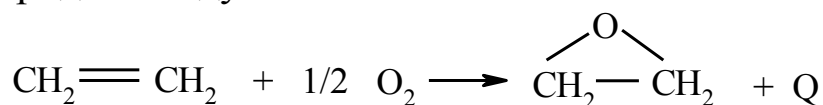
**Одностадийные** технологические процессы позволяют повысить не только эффективность производства, но и его безопасность. Это обусловлено тем, что улучшается управление технологическим процессом, облегчается переход от периодических к непрерывным схемам производства, уменьшается число аппаратов, емкостей, коммуникаций. Это увеличивает общий уровень герметизации производства. При одностадийных процессах удастся устранить агрессивные или токсичные вещества.

Применяемый ранее **многостадийный** технологический процесс получения окиси этилена включал в себя водное хлорирование этилена с последующей обработкой промежуточного продукта щелочью. В качестве побочного продукта получалась соляная кислота:



Нецелесообразность этого способа с точки зрения безопасности определялась тем, что в процессе участвовал токсичный хлор, в производстве обращались агрессивные вещества (хлор, щелочи, кислоты), но процесс легко управлялся на всех стадиях.

Другой **одностадийный** способ прямого окисления этилена кислородом воздуха по схеме



не применяли, поскольку он является неустойчивым и заканчивается взрывом, который наблюдали во время проверки на

опытных установках. После разработки надежных путей отвода тепла реакции и управления процессом этот способ внедрили в промышленность.

Синтетический этанол ранее получали методом сернокислотной гидратации. В этом **многостадийном** технологическом процессе использовали серную кислоту, опасную для персонала и проявляющую коррозионные свойства. Теперь этот метод заменили одностадийным методом прямой гидратации. Разработан также метод прямой гидратации пропилена в изопропиловый спирт также без использования серной кислоты.

**2. Периодические и непрерывные технологические процессы.** **Периодические процессы** проводят в аппаратах, в которые через определенные промежутки времени загружают исходные материалы и из которых после переработки выгружают конечный продукт.

**Непрерывные процессы** характеризуются тем, что поступление исходных материалов в аппараты и выгрузка конечных продуктов происходят одновременно и непрерывно, при этом все стадии процесса разобщены, т. е. осуществляются в различных частях одного аппарата или в различных аппаратах, составляющих одну производственную установку.

**Непрерывные процессы имеют технологические преимущества:**

- отсутствуют затраты времени на загрузку исходных материалов и выгрузку готовой продукции;
- процесс более стабилен и устойчив;
- оборудование компактнее и имеет большую производительность.

Однако переход к непрерывному процессу требует, чтобы тоннаж производства был больше некоторой определенной величины, иначе выгоды непрерывного процесса не могут проявиться в должной мере. Для непрерывного процесса также необходимо, чтобы номенклатура сырья и производимой продукции были стабильны.

С точки зрения **безопасности** непрерывное производство также имеет преимущества:

- устраняется контакт персонала и окружающей среды с реагирующими веществами;

- непрерывный процесс характеризуется равномерностью, устойчивостью и постоянством, что устраняет необходимость постоянно регулировать технологические параметры.

Это уменьшает возможность ошибок со стороны персонала. Стабильность процесса способствует уменьшению опасности образования застойных зон, местных перегревов, позволяет предотвратить завышение концентрации, возникновение побочных реакций и другие нарушения технологии.

**3. Механизация и автоматизация опасных и вредных процессов.** При **частичной механизации** отдельные производственные операции или виды работ, наиболее трудоемкие, выполняются машинами и механизмами, но при этом остается небольшая доля ручного труда.

При **комплексной механизации** ручной труд заменяется механизмами на всех основных и вспомогательных операциях технологического процесса и только на отдельных нетрудоемких операциях остается ручной труд, механизация которого не имеет существенного значения. Более высокой степенью совершенствования технологического процесса является частичная или полная его **автоматизация**.

Механизация технологических процессов химической промышленности наиболее вероятна на таких операциях, как загрузка твердых и сыпучих веществ в аппараты и машины, выгрузка готовых продуктов, удаление отходов, внутризаводское и цеховое транспортирование, очистка аппаратов, трубопроводов и емкостей, затаривание, складирование, отбор проб и замер продуктов в емкостях.

Для **автоматизации** производственных процессов используют средства автоматического контроля и сигнализации, защиты и блокировки, управления и регулирования.

Безопасность процессов нитрования, хлорирования, сульфирования, окисления органических веществ зависит от правильного дозирования реагирующих веществ, непрерывного перемешивания, поддержания заданной температуры. Неравномерность загрузки, недостаточно интенсивное перемешивание и охлаждение приводят к появлению местных зон с высокой концентрацией и температурой. Это сопровождается бурным окис-

лением сырья, выделением значительного количества побочных газообразных продуктов и может закончиться взрывом.

Скорость возникновения и распространения аварийного состояния во многих химических процессах такова, что только специальные автоматические устройства и приборы могут надежно защитить их и своевременно локализовать возможную аварию, взрыв или пожар.

**Приборы автоматического контроля** следят за рабочим процессом машин и аппаратов, регистрируют параметры технологического процесса и дают возможность персоналу своевременно принять необходимые меры, исключая отклонение процесса до опасных пределов и возможность возникновения аварии. На основе приборов автоматического контроля в условиях производства применяют три вида технологической сигнализации: контрольную, предупредительную и аварийную.

**Приборы автоматической защиты** не только сигнализируют об опасностях, связанных с отклонением от нормального хода рабочего процесса, но и при предельных значениях параметров частично или полностью останавливают процесс, прекращают подачу сырья или теплоносителя, стравливают избыток паров и газов в атмосферу, осуществляют выпуск продукта или обеспечивают другие меры ликвидации опасности.

**Автоматическая блокировка** относится к особому виду автоматической защиты, она служит для предупреждения возможности неправильных или несвоевременных включений и отключений машин и аппаратов, в результате которых могут произойти аварии.

**Автоматическое управление** обеспечивает включение аппаратов и агрегатов, их остановку, торможение, реверсирование и строгое соблюдение последовательности операций по заранее заданной программе.

**Приборы автоматического регулирования** обеспечивают без участия человека поддержание заданных параметров технологических процессов, не допускают их отклонения от заранее установленного безопасного значения.

**4. Состав веществ, участвующих в технологическом процессе.** Постоянство состава сырья и вспомогательных материалов, поступающих в производство, является условием нормаль-



ного течения технологического процесса. Технологическим регламентом определяются качественные показатели продуктов всех видов, применяемых в производстве. Эти показатели выбирают с таким расчетом, чтобы обеспечить стабильность и безопасность технологического процесса. Отклонение от них может привести к нарушению хода процесса и к аварийному состоянию.

Например, при разделении газов крекинга и пиролиза нефтепродуктов значительную опасность представляет оксид азота (II). При высоких давлениях и низких температурах она превращается в двуокись азота и азотистый ангидрид. Азотистый ангидрид, реагируя с ненасыщенными углеводородами, образует нитросоединения, которые могут разлагаться в теплообменной аппаратуре, что приводит к росту давления и возможному разрушению аппаратов. Азотистые соединения также отравляют катализаторы.

**5. Замена токсичных и огнеопасных веществ менее опасными веществами.** На предприятиях химической промышленности в производстве полиэтилена низкого давления метанол, являющийся основным промывным раствором, заменяют изопропиловым спиртом. Замена метанола (ПДК = 50 мг/м<sup>3</sup>) изопропиловым спиртом (ПДК = 200 мг/м<sup>3</sup>) привела к значительному оздоровлению условий труда, уменьшению негативного воздействия на окружающую среду, оказалось возможным регенерировать спирт, уменьшить количество шлама, а его удаление сделать безопасным.

Применяемые в производстве катализаторы часто являются токсичными и огнеопасными. В технологическом процессе алкилирования фенола в качестве катализатора применяли серную кислоту и хлорид алюминия. Затем их заменили катионообменной смолой КУ-2, более безопасной для рабочего персонала и окружающей среды.

**6. Предотвращение образования взрывоопасных концентраций.** По данным Гостехнадзора, из общего количества аварий, связанных со взрывами парогазовых смесей, более 50 % происходит в закрытой аппаратуре и трубопроводах, причем они сопровождаются большими разрушениями.

Многие продукты крупнотоннажного синтеза получают окислением паров органических веществ кислородом (воздухом,

техническим кислородом, смесью кислорода и азота), азотной кислотой, оксидами азота и другими веществами. В процессах окисления и во многих других процессах в аппаратах образуются взрывоопасные смеси горючего и окислителя, способные взрываться в присутствии инициатора.

Предотвращение взрыва достигается главным образом регулированием и поддержанием состава смеси, с тем чтобы содержание в ней горючего компонента было ниже нижнего либо выше верхнего концентрационного пределов воспламенения. Нижний концентрационный предел воспламенения большинства газов составляет небольшую величину, и проведение процесса при еще более низкой концентрации невозможно. Поэтому в закрытой аппаратуре процесс проводят при концентрации горючего компонента выше верхнего концентрационного предела.

В тех случаях, когда по технологическим причинам процесс нужно вести при концентрации горючего компонента в области пределов воспламенения, в смесь вводят добавочные компоненты — **флегматизаторы**, в присутствии которых смесь становится негорючей. Флегматизаторы могут представлять собой инертные компоненты и быть ингибиторами.

**Инертные компоненты** не принимают прямого участия во взаимодействии горючего с окислителем, но понижают температуру горения и влияют на концентрационные пределы воспламенения. При разбавлении инертным компонентом горючей смеси нижний и верхний пределы воспламенения сближаются и соединяются в определенной точке. В этой точке смесь становится невоспламеняемой при любом соотношении горючего компонента и окислителя. В качестве инертных флегматизаторов обычно применяют двуокись углерода, пары воды, азот, отработанные дымовые газы.

**Ингибиторы горения** являются отрицательными катализаторами, тормозящими реакцию при неизменной температуре горения. Механизм их воздействия заключается в обрыве цепных реакций горения. В качестве ингибиторов применяют главным образом галогенпроизводные (чаще бромпроизводные). Действие галогенпроизводных в 2–3 раза эффективнее действия инертных компонентов.

**7. Инертные газы как средства безопасности технологических процессов.** Инертные газы применяют не только в качестве флегматизаторов, но и для предупреждения взрывов и пожаров. Их применяют в химическом производстве в следующих случаях:

- для продувки аппаратов и коммуникаций в процессе подготовки их к ремонту и чистке, а также перед пуском системы после остановки, вскрытия, нарушения герметизации;
- при передавливании сжиженных газов и ЛВЖ;
- для создания инертной «подушки» или инертного «дыхания»;
- при производстве огневых работ на резервуарах с остатками ЛВЖ и горючих продуктов;
- для снятия вакуума в системах со взрывоопасными средами;
- в устройствах для сухого размола, рассеивания, грохочения горючих веществ;
- в качестве транспортирующего агента при пневматическом транспорте взрывоопасных веществ;
- для испытания оборудования на герметичность, защиты от статического электричества и пожаротушения.

**8. Система сбрасывания и ликвидации взрывоопасных и токсичных газов.** При проведении многих технологических процессов из аппаратуры и емкостей иногда удаляется значительное количество газов, часто взрывоопасных и токсичных. Для безопасного проведения этих процессов обычно применяют систему сбора, использования или уничтожения этих газов (факельная система).

На некоторых нефтехимических предприятиях количество сбрасываемых газов при аварийных ситуациях иногда достигает 10–15 тыс. м<sup>3</sup>/ч. Аварийные ситуации могут возникнуть и при небольших выделениях газов, приводящих к локальным очагам вспышек, загораниям, взрывам. Чтобы исключить аварийные ситуации, необходимо предотвращать выход газов наружу, собирать возможные выделения газа и организованно сжигать их на факеле.

Вынужденное сжигание газов, представляющих ценное химическое сырье, является экономически неоправданным. Поэтому организуют систему сбора газов, при которой максимальное их количество можно возвращать в производство. В случае аварийных выбросов, на которые система не рассчитана, весь из-

лишний газ необходимо сжигать на факеле. Основной задачей, от которой зависит работоспособность системы, является создание регулирующего устройства, позволяющего автоматически и надежно поддерживать равновесие между объемами используемых в производстве и сжигаемых на факеле газов. Другой задачей является безопасное использование факельной установки.

**9. Меры борьбы с нежелательными образованиями, нарушающими технологические процессы.** При проведении некоторых технологических процессов образуются вещества, забивающие оборудование и коммуникации, что приводит к снижению их проходимости, повышению давления в системе, нарушениям технологического режима и созданию аварийной ситуации. Очистка аппаратуры от этих отложений представляет трудоемкую и опасную операцию. Некоторые из подобных веществ имеют пирофорные свойства. Наиболее опасны продукты полимеризации и осмоления, а также вещества, забивающие трубопроводы. К таким веществам относят гидраты сжиженных углеводородных газов.

Общими мерами безопасности являются применение ингибиторов процессов полимеризации и поликонденсации и ведение технологических процессов в мягких режимах (при низких оптимальных температурах и давлениях, под вакуумом и др.). В качестве ингибиторов применяют древесносмоляной антиполимеризатор (ДСА), представляющий собой фенол и его производные, получаемые при сухой перегонке древесины; при перевозке бутадиена в железнодорожных цистернах применяют ингибитор *n*-трет-бутилпирокатехин в количестве 0,02 %.

Некоторые продукты полимеризации диеновых углеводородов имеют пирофорные свойства, и их отложения в аппаратах и коммуникациях при вскрытии оборудования могут воспламениться. Поэтому до вскрытия необходимо разрушить эти отложения, что достигается продувкой оборудования водяным паром, промывкой водой и продувкой азотом, после чего полимеры и смолы превращаются в каучукоподобные массы или твердые осадки, которые удаляются с большим трудом.

**Основные меры предупреждения образования кристаллогидратов:**

- предварительная подготовка газа перед транспортированием его по газопроводам путем отстаивания от воды;

- обогрев перекачиваемых продуктов в начале газопровода и на отдельных его участках;
- уменьшение на газопроводе числа запорных, замерных и регулирующих устройств;
- применение ингибиторов, предотвращающих образование кристаллогидратов (в поток вводят метанол, этиленгликоль, пропанол и другие спирты) [8; 10; 18].

### ***9.5. Надежность оборудования, систем диагностики и управления для обеспечения безопасности химических производств***

**1. Понятие надежности. Отказы систем и их классификация.** Под надежностью понимают свойство системы (или ее элементов) выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени. Надежность системы обуславливается прежде всего ее безотказностью, то есть свойством сохранять работоспособность в течение некоторого времени без вынужденных перерывов.

Для непрерывных химико-технологических процессов характерны длительные сроки непрерывной работы оборудования — от 300 до 1 000 суток и более. Если время безотказной работы системы автоматизации меньше срока непрерывной работы производства, то вследствие этого может произойти аварийная остановка производства. В результате потерь, сопровождающих отказ системы автоматизации, ее экономическая эффективность резко снижается, причем тем значительно, чем больше производительность оборудования. Установлено, что для создания экономически эффективных высокоавтоматизированных химико-технологических производств необходимо использовать в системе автоматизации элементы, надежность которых характеризуется примерно 3–5 тысячами суток безотказной работы.

Надежность систем автоматического управления закладывается при проектировании, обеспечивается при изготовлении и

выявляется в эксплуатации. **Техническое содержание проблемы надежности заключается в следующем:**

- разработка и выпуск средств автоматизации с определенной и гарантированной надежностью;
- разработка способов для обеспечения надежности систем управления производством;
- разработка и внедрение методов эксплуатации, обеспечивающих сохранение надежности на запроектированном уровне в течение всего времени эксплуатации объекта.

Одним из основных понятий в теории надежности является **отказ**. **Отказом называется событие, после появления которого определяющие характеристики системы выходят за допустимые пределы, в результате этого система не выполняет возложенные на нее функции.** Момент наступления отказа не может быть заранее определен, он является случайным. Отказы могут быть независимыми и зависимыми, появляющимися при отказе других элементов.

**Отказы** делятся на группы:

- **внезапные** (в большинстве случаев это механические или электрические повреждения элементов, мгновенно приводящие к отказу всей системы);
- **постепенные** (они возникают вследствие изменения характеристик или параметров элементов).

По степени нарушения нормального функционирования системы различают **полные** отказы, делающие невозможным дальнейшее использование системы, и **частичные**, до устранения которых система может частично выполнять свои функции.

В зависимости от возможных последствий отказы разбиваются на **необратимые**, приводящие к прекращению функционирования объекта, управляемого данной системой, и **обратимые**, для устранения которых не требуется обязательного прекращения функционирования объекта.

По характеру устранения отказы разделяются на **окончательные**, которые являются следствием необратимых процессов в элементах и требуют специальных мер для устранения, и перемежающиеся, **самоустраняющиеся** (сбои).

Отказы систем управления процессами химической технологии приводят к нарушениям технологического режима и в за-

висимости от возможных последствий, связанных с характером самого процесса, могут быть разбиты на две группы:

- к первой группе следует отнести необратимые отказы, появление которых связано с возможностью возникновения катастроф с тяжелыми последствиями и людскими жертвами;
- отказы второй группы приводят к частичному или полному прекращению процесса, появлению брака.

**2. Количественные характеристики надежности.** В качестве количественных характеристик безотказности используют вероятность отсутствия отказа, вероятность отказа, частоту отказов, интенсивность отказов, наработку на отказ.

**Вероятностью отсутствия отказа** называется вероятность того, что при определенных условиях эксплуатации в пределах заданной продолжительности работы отказ не возникает.

**Вероятность отказа** — вероятность того, что при этих условиях в течение заданного времени отказ возникает. Состояние исправности (отсутствие отказа) и неисправности (наличие отказа) системы являются несовместимыми и противоположными событиями.

**Частота отказа** — отношение числа систем, отказывающих в единицу времени, к числу всех испытываемых систем при условии, что они не восстанавливаются и не заменяются исправными.

Плотность распределения, учитывающая предшествующее состояние случайной величины, называется условной плотностью. **Интенсивность отказов** является условной плотностью распределения времени отказа, представляющей собой мгновенную частоту отказов системы в момент времени при условии отсутствия отказов до этого времени. Статистически она определяется как отношение числа систем, отказавших в единицу времени, к среднему числу систем, исправно работающих в данный отрезок времени, при условии, что отказавшие системы не восстанавливаются и не заменяются исправными.

При условии, что каждый отказ устраняется каким-либо способом, можно говорить о числе отказов, происходящих в рассматриваемой системе в течение некоторого промежутка времени, а также о среднем времени между отказами, называемом **наработкой на отказ**. Теоретически выделяют два предельных случая:

- наработка на отказ подчиняется нормальному закону распределения с дисперсией, близкой к нулю;
- наработка на отказ подчиняется экспоненциальному закону распределения (закон редких явлений).

Все реальные случаи на производстве лежат в интервале между этими двумя предельными случаями.

**3. Методы резервирования элементов и систем.** При построении сложных систем проблема надежности выдвигается на первый план, так как увеличение числа элементов, повышение сложности системы почти всегда связано со снижением ее надежности.

Для обеспечения и поддержания надежности систем на требуемом уровне используют следующие методы:

- выбор наиболее простого конструктивного и схемного решения в каждом конкретном случае;
- выбор наиболее надежных элементов;
- создание благоприятного режима работы элементов, правильный подбор параметров;
- использование унифицированных узлов и элементов, выпускаемых специализированными предприятиями;
- соблюдение технологического процесса, технический контроль и общая культура производства при изготовлении устройства;
- разработка рациональных методов эксплуатации;
- тренировка элементов перед их использованием;
- резервирование.

Основным направлением решения задач создания систем с требуемой степенью надежности из данных элементов является общее резервирование элементов и систем.

**Резервирование** заключается в том, что в систему вводят избыточные элементы, выполняющие те же функции, которые возлагаются и на основные. Так как введение избыточных элементов может привести к снижению надежности, большое значение имеет выбор рациональных методов и способов резервирования. Выделяют следующие методы резервирования, отличающиеся один от другого способом включения резервных устройств: **постоянное резервирование** и **резервирование с применением логических схем.**



При **постоянном резервировании** все резервные устройства постоянно включены в схему, отказ одного или нескольких устройств не влияет на работу всей системы, а отказавшее устройство до момента ремонта остается включенным. Недостатком постоянного резервирования является изменение параметров схемы и режимов работы, а также трудности, возникающие при учете вида отказов.

**Резервирование с применением логических схем** позволяет избежать недостатков постоянного резервирования. Указанные методы резервирования осуществляются несколькими способами, которые можно свести к двум в зависимости от функций, выполняемых элементами. Это **общее** и **раздельное** резервирование. **Общее** резервирование заключается в резервировании всей системы. При **раздельном** резервировании применяют резервирование отдельных элементов.

В зависимости от режимов работы различают три вида резервирования: **нагруженный, ненагруженный и облегченный**. При **нагруженном** резерве условия работы для основных и резервных устройств совпадают. **Облегченный** резерв характеризуется тем, что резервные устройства нагружены не полностью, т. е. находятся в облегченных условиях работы. При **ненагруженном** резерве резервные устройства отключены от источников энергии до момента отказа основных и включаются в работу только после отказа рабочей цепи.

#### **4. Количественное обеспечение безаварийности при отказах технологической аппаратуры.**

Для количественного обеспечения безаварийности при интенсификации потенциально опасных процессов можно использовать функциональную надежность минимально необходимых обслуживающих систем, а также специальное противоаварийное резервирование. Противоаварийными резервами могут служить любые системы, действие которых направлено на предотвращение аварий, — всевозможные ограничители, предохранительные клапаны, противовзрывные мембраны, более развитые системы автоматической защиты. Действие противоаварийных резервов сводится к частичной или полной предупредительной остановке защищаемого процесса.

**С точки зрения безаварийности наиболее неблагоприятными являются периодические процессы.** Это обусловлено большими загрузками реагентов в периодические реакторы и изменением статических и динамических свойств объектов в ходе реакции. При этом авария может быть вызвана отказом систем автоматического регулирования и отказом технологической аппаратуры.

**Основной причиной отказов технологической аппаратуры является ее износ.** Это приводит к изменению надежности технологических аппаратов, устройств и систем от одного рабочего периода к другому при одинаковой продолжительности периодов. При этом предполагается, что авария может возникнуть только в течение рабочих периодов, в начале которых аппаратура, определяющая безаварийность процесса, находится в исправном состоянии. Соответствующая подготовка аппаратуры выполняется до начала каждого последовательного рабочего периода [8; 10; 18].

## **10. Производственный экологический и аналитический контроль химических производств**

Все лаборатории, осуществляющие **производственный экологический и аналитический контроль химических производств (ПЭАК)**, входят в систему экологической службы предприятия. Положение о лаборатории является обязательным приложением к документации, регламентирующей ПЭК (**производственный экологический контроль**).

### **10.1. Основные задачи ПЭАК**

1. Получение информации о качественном и количественном содержании загрязняющих веществ в объектах контроля.

2. Передача руководству экологических служб предприятия информации о показателях физических и биологических параметров объектов для организации природоохранной деятельности.

3. Обеспечение полноты, требуемой точности, объективности результатов при проведении измерений.

4. Оперативность контроля и передачи информации, обеспечивающие возможность принятия немедленных решений по снижению или ликвидации негативных воздействий на окружающую среду, в том числе при аварийных ситуациях.

**Охрана окружающей среды входит в сферу распространения государственного метрологического контроля и надзора (ст. 13 Закона Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений» от 27.04.1993 г. № 4871-1).**

**В соответствии с этим**

1. **Средства измерений (СИ)**, применяемые при осуществлении **ПЭАК**, должны подвергаться испытаниям для целей утверждения типа и испытаниям на соответствие утвержденному типу и подлежат внесению в Государственный реестр СИ (ГОСТ Р 8.568-97 «Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения» (с изменениями № 1 от 2002 г.).

2. Применяемые СИ должны подвергаться периодической поверке территориальными органами государственной метрологической службы.

3. Методики выполнения измерений (МВИ) должны быть аттестованы в установленном порядке в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96 «ГСИ. Методики выполнения измерений» (с дополнениями № 1, 2001 г., и № 2, 2002 г.).

4. Применяемые СИ должны быть обеспечены средствами их поверки, включенными в государственную поверочную схему.

5. Применяемые СИ должны соответствовать требованиям обеспечения единства измерений (результаты измерений должны быть выражены в узаконенных единицах величин, и погрешности не должны выходить за установленные границы с заданной вероятностью).

6. При назначении СИ должен быть обоснованно выбран коэффициент точности измерений, определяемый соотношением между погрешностью СИ и диапазоном допущенного изменения значения контролируемого параметра (ПДК, ОБУВ и т. д.).

7. Соблюдение условий и требований нормативной документации по отбору проб, стабилизации их химического состава, транспортировке и хранению.

8. Соблюдение периодичности Государственной поверки СИ.

9. Соответствие применяемых методов и СИ, а также методик выполнения измерений и тестирования установленным требованиям.

10. Обеспечение внутрилабораторного и внешнего контроля погрешности (и ее составляющих) и статистического контроля качества результатов измерений.

11. Соблюдение порядка учета, маркировки, регистрации проб.

Лаборатории предприятия, проводящие ПЭАК, должны пройти проверку состояния измерений с целью установления соответствия условий выполнения измерений требованиям российского законодательства в области обеспечения единства измерений в соответствии с МИ 2427-97 «Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Оценка состояния измерений в испытательных и измерительных лабораториях» 2002 г. или быть аккредитованы. Привлекаемые сторонние лаборатории должны быть аккредитованы [19].

## **10.2. Оценка состояния измерений**

### **Цели проведения оценки состояния измерений:**

1. Установление соответствия достигнутого уровня метрологического обеспечения измерений современным требованиям.

2. Для проведения работ может быть создана комиссия (при небольшом объеме допускается возложение этих работ на отдельного специалиста).

3. Оценка состояния измерений для установления соответствия достигнутого уровня метрологического обеспечения измерений современным требованиям проводится в соответствии с МИ 2240.

4. Официальное удостоверение наличия в лаборатории условий, необходимых для выполнения измерений (например, для получения лицензии на вид деятельности и т. п.). Оценка состояния измерений для официального удостоверения наличия в лаборатории условий, необходимых для выполнения измерений, проводится на договорной основе организациями:

- метрологической службой федеральных органов исполнительной власти (службой главного метролога, головной организацией метрологической службы, базовой организацией метрологической службы) или объединений юридических лиц;

- Государственным метрологическим центром или органом Государственной метрологической службы (в лабораториях, осуществляющих ПЭК, оценку состояния измерений проводят перечисленные органы совместно с территориальными органами госконтроля или организацией, которой передано это право в установленном порядке).

5. Материалы оценки состояния могут учитываться при проведении аккредитации лаборатории (в соответствии с требованиями Системы аккредитации).

6. По инициативе лаборатории организация, осуществляющая оценку состояния измерений, может оказать методическую помощь лаборатории при ее подготовке к выполнению этих работ.

В зависимости от целей работы и выявленного состояния измерений в лаборатории в акте делают вывод о соответствии достигнутого уровня метрологического обеспечения измерений современным требованиям или наличии (отсутствии) условий

для выполнения измерений в закреплённой за лабораторией области деятельности.

**Решение об отсутствии условий для выполнения измерений принимают в случае, если выявлено одно из грубейших нарушений:**

- несоответствие используемой методики контролируемому объекту;
- нарушение правил аттестации МВИ, установленных ГОСТ Р 8.563 с изменениями № 2, 2002г.;
- неправомерность использования средств измерений, МВИ и методов испытаний или стандартных образцов;
- систематическое получение результатов испытаний и измерений с нарушением требований методик;
- отсутствие необходимых средств измерений, испытательного и вспомогательного оборудования, стандартных образцов, реактивов и материалов или несоответствие их установленным требованиям;
- недостаточная укомплектованность кадрами соответствующей квалификации;
- несоответствие помещений лаборатории установленным требованиям.

При фиксировании в акте наличия условий для выполнения измерений в закреплённой лабораторией области деятельности, организация, ответственная за проведение оценки, оформляет свидетельство по определенной форме и в течение месяца направляет его в лабораторию.

В случае если недостатки относятся только к части заявленных объектов, приложение к свидетельству оформляют только для тех объектов и показателей, для которых обеспечены условия выполнения измерений.

Для обеспечения точности результатов ПЭАК, а также сопоставимости результатов производственного и государственного экологического контроля применяемые **методики выполнения измерений (МВИ)** и тестирования должны быть аттестованы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.563-96.

Преимущественно должны использоваться методы, приведенные в международных, региональных или национальных стандартах. Лаборатория должна удостовериться, что она ис-

пользует последнее действующее издание стандарта, кроме случаев, когда оно не подходит или это невозможно сделать.

При отсутствии аттестованной МВИ на конкретные показатели загрязнения или физические параметры, подлежащие ПЭАК, временно до переработки и аттестации, допускается использование не аттестованной МВИ. Разработанные или принятые лабораторией методы могут быть использованы, если они пригодны и оценены. Оценка пригодности — подтверждение путем исследования и предоставления объективных доказательств того, что конкретные требования к специфическому целевому использованию выполняются. При этом в таблицу «Варианты расчета метрологических характеристик» заносятся результаты расчетов характеристики погрешности и нормативы оперативного контроля.

Формы актов выдачи результатов измерений (по конкретным объектам контроля и средам) являются обязательным приложением к «Руководству по качеству» аккредитованной лаборатории или имеющей свидетельство об оценке состояния измерений.

**При возникновении техногенной или природной ЧС порядок ПЭАК за источниками загрязнения изменяется. Он переходит также от планового (дискретного) наблюдения к постоянному наблюдению за развитием событий [19].**

### ***10.3. Первичный учёт и отчетность по охране окружающей среды***

Согласно действующему законодательству, иным нормативным актам, методическим и инструктивно-техническим документам на предприятиях организуется и осуществляется учет:

- источников промышленных выбросов, сбросов и отходов производства и потребления;
- первичной отчетной документации;
- всех выполненных мероприятий по охране окружающей среды;
- договоров страхования риска ответственности за причинение вреда окружающей среде при эксплуатации опасного производственного объекта.

С этой целью предприятия ведут следующие **учетные формы.**

**Формы взаимодействия производственного экологического контроля (ПЭК) и государственного экологического контроля включают:**

- регулярное представление данных ПЭК в органы государственного и муниципального экологического контроля; порядок представления данных определяется «Положением о производственном экологическом контроле» субъектов хозяйственной и иной деятельности и планами-графиками осуществления ПЭК;
- согласование планов-графиков ПЭК с органами государственного и муниципального экологического контроля области; обмен информацией;
- организацию обучения и повышение квалификации специалистов экологической службы, осуществляющей ПЭК;
- оперативное информирование органов государственного и муниципального экологического контроля о производственных инцидентах, авариях и чрезвычайных ситуациях с экологическими последствиями [19].

#### ***10.4. Порядок обмена информацией***

**Порядок обмена информацией устанавливается:**

1. Государственной статистической отчетностью (формы 2-тп (водхоз), 2-тп (воздух), 2-тп (отходы) и т. п.).
2. Требованиями к предоставлению информации об аварийных ситуациях, иных непредвиденных случаях негативного воздействия на окружающую среду и их последствиях.
3. В рамках предоставления уведомлений о выполнении предписаний, выданных по результатам государственного контроля.
4. Порядком предоставления информации об изменениях в используемых технологиях, используемых опасных химических веществах, биопрепаратах и утверждённых регламентах их применения.

Порядок регулирует взаимоотношения субъектов хозяйственной и иной деятельности и контролирующих природо-



охранных органов в процессе согласования, движения и обобщения указанных материалов.

**Порядок разрабатывается на основании:**

1. Положения о государственном учете вредных воздействий на атмосферный воздух и их источников, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 373 от 21.04.2000 г.

2. Постановления Госкомстата России об утверждении формы федерального государственного статистического наблюдения 2-тп (отходы) «Сведения об образовании, использовании, обезвреживании, транспортировании и размещении отходов производства и потребления» № 157 от 25.07.2002 г.

3. Постановления Госкомстата России «Об утверждении статистического инструментария для организации МПР России статистического наблюдения за запасами полезных ископаемых, геологоразведочными работами и их финансированием, использованием воды и начисленными платежами за загрязнение окружающей среды» № 110 от 13.11.2000 г.

4. Постановления Правительства РФ от 28.08.1992 г. № 632 «Об утверждении Порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов и другие виды вредного воздействия».

5. Постановления Правительства РФ от 12.06.2003 г. № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и водные объекты, размещение отходов производства и потребления».

**Заполнение форм отчетности осуществляется на основании следующих документов.**

1. Инструкции по заполнению формы федерального государственного статистического наблюдения 2-тп (воздух) от 29.09.2000 г. № 90.

2. Дополнения и изменения к Инструкции по заполнению формы федерального государственного статистического наблюдения 2-тп (воздух) «Сведения об охране атмосферного воздуха», утвержденные Постановлением Госкомстата России от 27.07.2001 г. № 53.

3. Инструкции о порядке составления статистического отчета об использовании воды по форме 2-тп (водхоз) от 24.07.1985 г. № 42/4.

4. Инструкции по заполнению формы федерального государственного статистического наблюдения 2-тп (отходы) от 19.09.2002 г. № 180.

5. Инструктивно-методических указаний по взиманию платы за загрязнение окружающей природной среды, согласованных с Минфином и Минэкономки в 1993 г., утвержденных Минприроды РФ 26.01.1993 г. и зарегистрированных Минюстом РФ 24.03.93 г. № 190.

**Достоверность сведений и результатов измерений при осуществлении ПЭК.** Ответственность за полноту и достоверность сведений о составе и свойствах контролируемых объектов, декларируемых в документах, представленных на согласование в органы государственного и муниципального экологического контроля и подтвержденных данными инвентаризации источников загрязнения; а также ответственность за полноту и достоверность данных о технологии производства, материальных балансах, об используемых в производстве материалах, сырье, реагентах, препаратах и их вещественном составе **несет предприятие (в лице руководителя).**

По мере пополнения информации перечень контролируемых объектов и показателей может уточняться и дополняться.

**Оценка достоверности сведений и результатов измерений ПЭК осуществляется при следующих действиях:**

- при контроле за юридическими и физическими лицами, в том числе лабораториями, субъектами хозяйственной и иной деятельности органами государственного экологического контроля (или организациями, которым это право передано в установленном порядке), в пределах их компетенции;

- при государственном метрологическом надзоре органами Госстандарта России;

- при внешнем контроле со стороны вышестоящей ведомственной метрологической службы;

- при инспекционном контроле за деятельностью аккредитованных лабораторий со стороны органа по аккредитации, проводившего аккредитацию данной лаборатории.

Отсутствие ПЭК, отдельных его элементов или признание результатов ПЭК недостоверными (на основании заключений органов государственного и муниципального экологического контроля или арбитражного заключения) является основанием для применения к субъекту хозяйственной и иной деятельности мер ответственности, установленных законодательством Российской Федерации.

В этом случае количественные характеристики о массах сбросов и выбросов загрязняющих веществ, объёмах размещения отходов и другие сведения могут быть установлены органами государственного и муниципального экологического контроля в установленном порядке [19].

## **Заключение**

Химическая безопасность общества (равно как и любая другая разновидность безопасности: радиационная, биологическая, пожарная и т. п.) определяется способностью государства на национальном уровне к созданию и поддержанию таких условий, выработке такой политики, включая соответствующую нормативную правовую базу и механизмы ее реализации, при которых обеспечивается гарантированный уровень безопасности каждого его гражданина.

Создание действенной и эффективной национальной системы химической безопасности представляет собой сложную многофакторную задачу в одном из ключевых секторов национальной безопасности, без решения которой последняя теряет свою универсальность и общегосударственный масштаб.

Многоуровневая комплексная система химической безопасности является организационным и структурообразующим началом национальной системы химической безопасности; функциональным механизмом для обеспечения корректной постановки и решения многообразных задач в области парирования существующих и прогнозных угроз химической направленности, выработки и реализации на практике комплексов мероприятий по защите населения и территорий от воздействия поражающих факторов химической природы.

Представленные в настоящем пособии теоретические принципы создания КСХБ, алгоритмические схемы формирования и обеспечения решения проблемных вопросов в области химической безопасности направлены на адекватное осмысление на современном этапе развития российского общества феномена химической угрозы; на создание гибкого механизма ее нейтрализации в целях совершенствования защищенности граждан и доведения ее до социально значимого уровня, непреложным приоритетом которого является сохранение жизни и здоровья каждого члена общества [22].

## Вопросы к зачету

1. Химическая безопасность. Анализ проблемы.
2. Понятие химической безопасности.
3. Современные угрозы химической направленности.
4. Анализ современного уровня химической безопасности в России.
5. Принципы построения комплексной системы химической безопасности (КСХБ). Характеристика и признаки объектов и субъектов химической опасности.
6. Детализированные идентификационные признаки объектов и субъектов химической опасности.
7. Технологическая составляющая химической опасности.
8. Организационная составляющая химической опасности. Организационная составляющая химической безопасности.
9. Структура и функционирование комплексной системы химической безопасности (КСХБ). Элементный состав комплексной системы химической безопасности.
10. Принципы формирования структуры КХСБ. Функционирование КХСБ.
11. Информационная поддержка принятия решений в области обеспечения химической безопасности.
12. Классификационные схемы химических чрезвычайных ситуаций.
13. Типовые источники химической опасности, закономерности их воздействия на население и территории и пути его снижения.
14. Понятие об экологической безопасности. Взаимосвязь химической и экологической безопасности.
15. Основные термины в сфере экологической безопасности. Приоритетные направления деятельности по обеспечению экологической безопасности в Российской Федерации.
16. Обеспечение экологической безопасности. Экологическая безопасность территории.

17. Разработка концепции экологической безопасности территории нефтегазодобывающего региона.

18. Глобальная экологическая безопасность и ее обеспечение.

19. Основные отрасли промышленности и их негативное воздействие на окружающую среду и человека: электроэнергетика; черная металлургия; цветная металлургия; нефтедобывающая промышленность; нефтеперерабатывающая промышленность; химическая и нефтехимическая промышленность; угольная промышленность.

20. Основные отрасли промышленности и их негативное воздействие на окружающую среду и человека: газовая промышленность; лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность; микробиологическая промышленность; промышленность строительных материалов; машиностроение; легкая промышленность; транспорт; жилищно-коммунальное хозяйство.

21. Место химических производств в «Концепции устойчивого развития». Обеспечение промышленной и экологической безопасности.

22. Федеральный закон об экологической безопасности. Взаимосвязь проблем экологии и безопасности химических производств.

23. Управление безопасностью технологических процессов и химических производств.

24. Экологическая безопасность человека, биосферы и промышленных объектов в условиях техногенных чрезвычайных ситуаций (ЧС). Устойчивость промышленных объектов.

25. Масштабы и классификация чрезвычайных и аварийных ситуаций.

26. Специфика крупномасштабных аварийных ситуаций и ЧС. Фазы развития ЧС на промышленных объектах.

27. Основные причины крупных техногенных аварий и ЧС. Проблема анализа последствий ЧС. Ликвидация последствий аварий и ЧС.

28. Обеспечение устойчивой работы промышленного предприятия. Выбор площадки для предприятия.

29. Зонирование территории предприятий. Вынос оборудования на открытые площадки.

30. Совершенствование технических систем и технологических процессов.

31. Надежность оборудования, систем диагностики и управления для обеспечения безопасности химических производств.

32. Производственный экологический и аналитический контроль химических производств. Основные задачи ПЭАК.

33. Оценка состояния измерений. Первичный учёт и отчетность по охране окружающей среды.

34. Порядок обмена информацией.

## Рекомендуемая литература

1. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Федер. закон РФ от 21 дек. 1994 г. № 68-ФЗ (с изменениями на 25 нояб. 2009 г.): принят Гос. думой 11 нояб. 1994 г. // Собрание законодательства Рос. Федерации. — 1994. — № 35, ст. 3648. — С. 5142–5154.

2. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федер. закон РФ от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ (с изменениями на 27 дек. 2009 г.): принят Гос. думой 20 июня 1997 г. // Собрание законодательства Рос. Федерации. — 1997. — № 30, ст. 3588. — С. 5871–5882.

3. Об охране окружающей среды: Федер. закон РФ от 10 янв. 2002 г. № 7-ФЗ (с изменениями на 27 дек. 2009 г.): принят Гос. думой Федер. Собр. Рос. Федерации 20 дек. 2001 г.; одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 26 дек. 2001 г. // Российская газета — 2002. — 12 янв.

4. Основы государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности РФ на период до 2010 года и дальнейшую перспективу: утв. Президентом Российской Федерации 04.12.2003 г. Пр-2194. — URL: <http://www.rg.ru/2004/04/07/ximbezopasost-dok.html>.

5. Положение о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: утв. постановлением Правительства Рос. Федерации от 30 дек. 2003 г. № 794 (с изменениями на 16 июля 2009 г.) // Собрание законодательства Рос. Федерации. — 2004. — № 2, ст. 121. — С. 294–308.

6. Федеральная целевая программа «Национальная система химической и биологической безопасности РФ (2009–2013 годы)»: утв. постановлением Правительства РФ от 27 окт. 2008 г. № 791 // Собрание законодательства РФ — 2008. — № 44, ст. 5093. — С. 13313–13377.

7. Абросимов, А. А. Управление промышленной безопасностью / А. А. Абросимов. — М. : КМК Лтд., 2000.



8. Абросимов, А. А. Экология переработки углеводородных систем: учебник / под. ред. М. Ю. Долomatова, Э. Г. Теляшева. — М. : Химия, 2002.

9. Аварийно химически опасные вещества (АХОВ). — URL: <http://gr-obor.narod.ru/p151.htm> (дата обращения: 14.05.2008).

10. Бебих, Г. Ф. Основная документация при разработке и внедрении новых химико-технологических процессов: метод. разработ. Вып. 1 / Г. Ф. Бебих и др. — М., 1988.

11. Бурков, В. Н. Экологическая безопасность / В. Н. Бурков, А. В. Щепкин. — М. : ИПУ РАН, 2003.

12. Владимиров, В. А. Роль Российской системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях в решении формирования безопасности среды обитания человека, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций / В. А. Владимиров // Материалы I Всероссийской науч.-практ. конф. «Проблемы формирования безопасности среды обитания человека, предупреждения и ликвидации ЧС и роль РСЧС в их решении». — М. : МЧС России, 1993.

13. Владимиров, В. А. Оценка риска и управление техногенной безопасностью / В. А. Владимиров, В. И. Измалков, А. В. Измалков — М. : Деловой экспресс, 2002. — 184 с.

14. Краткая характеристика основных АХОВ. — URL: [http://www.nntu.scinnov.ru/RUS/otd\\_sl/gochs/people\\_protect/people\\_protect\\_4.htm](http://www.nntu.scinnov.ru/RUS/otd_sl/gochs/people_protect/people_protect_4.htm) (дата обращения: 14.05.2008).

15. Легасов, В. А. Проблемы безопасного развития техносферы / В. А. Легасов // Коммунист. — 1987. — № 8.

16. Легасов, В. А. Научные проблемы безопасности современной промышленности / В. А. Легасов, Б. Б. Чайванов, А. Н. Чернопленов // Безопасность труда в промышленности. — 1988. — № 1.

17. Малинецкий, Г. Г. Управление риском / Г. Г. Малинецкий. — М. : Наука, 2003.

18. Маршалл, В. Основные опасности химических производств / В. Маршалл. — М. : Химия, 1980.

19. Методические рекомендации по организации производственного экологического контроля на территории Пермской области / сост. А. Х. Федоровская, В. Т. Васильев. — Пермь, 2005.

20. Никаноров, А. М. Экология: для студ. вузов и специалистов-экологов / А. М. Никаноров, Т. А. Хоружая. — М. : Приор, 1999.

21. Потапов, Г. П. Безопасность жизнедеятельности с учетом аспектов экономики / Г. П. Потапов. — Казань : Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2003.

22. Путин, С. Б. Комплексная система химической безопасности России: теоретические основы и принципы построения / С. Б. Путин, В. Д. Самарин — М. : Машиностроение, 2010.

23. Хоружая, Т. А. Оценка экологической опасности / Т. А. Хоружая. — М. : Книга сервис, 2002.

24. Хуршудов, А. Г. Концепция экологической безопасности ресурсной северной территории / А. Г. Хуршудов // Биологические ресурсы и природопользование. — 1997. — Вып. 1. — С. 87–98.

25. Шмаль, А. Г. Методологические основы создания системы экологической безопасности территории / А. Г. Шмаль. — Бронницы : МП «ИКЦ» БНТВ, 2000.

26. Шмаль, А. Г. Методология создания национальной системы экологической безопасности / А. Г. Шмаль // Экологический вестник России. — 2005. — № 7. — С. 57–59.

## Оглавление

<b>Введение .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Химическая безопасность .....</b>	<b>4</b>
1.1. Анализ проблемы.....	4
1.2. Понятие химической безопасности .....	5
1.3. Современные угрозы химической направленности.....	7
1.4. Анализ современного уровня химической безопасности в России .....	12
<b>2. Принципы построения комплексной системы химической безопасности (КСХБ).....</b>	<b>20</b>
2.1. Характеристика и признаки объектов и субъектов химической опасности.....	20
2.2. Детализированные идентификационные признаки объектов и субъектов химической опасности .....	22
2.3. Технологическая составляющая химической опасности.....	23
<b>3. Структура и функционирование комплексной системы химической безопасности (КСХБ) .....</b>	<b>25</b>
3.1. Принципы формирования структуры КСХБ .....	25
3.2. Функционирование КСХБ .....	25
3.3. Информационная поддержка принятия решений в области обеспечения химической безопасности .....	27
3.4. Классификационные схемы химических чрезвычайных ситуаций .....	38
3.5. Типовые источники химической опасности, закономерности их воздействия на население и территории и пути его снижения .....	42
<b>4. Понятие об экологической безопасности .....</b>	<b>46</b>
4.1. Взаимосвязь химической и экологической безопасности .....	46

4.2. Основные термины .....	49
4.3. Приоритетные направления деятельности по обеспечению экологической безопасности в Российской Федерации .....	51
<b>5. Обеспечение экологической безопасности .....</b>	<b>55</b>
5.1. Экологическая безопасность территории .....	55
5.2. Разработка концепции экологической безопасности территории нефтегазодобывающего региона .....	58
5.3. Глобальная экологическая безопасность и ее обеспечение .....	61
<b>6. Основные отрасли промышленности и их негативное воздействие на окружающую среду и человека .....</b>	<b>64</b>
6.1. Электроэнергетика .....	64
6.2. Черная металлургия .....	65
6.3. Цветная металлургия .....	65
6.4. Нефтедобывающая промышленность .....	66
6.5. Нефтеперерабатывающая промышленность .....	66
6.6. Химическая и нефтехимическая промышленность .....	67
6.7. Угольная промышленность .....	68
6.8. Газовая промышленность .....	68
6.9. Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность .....	69
6.10. Микробиологическая промышленность .....	69
6.11. Промышленность строительных материалов .....	70
6.12. Машиностроение .....	71
6.13. Легкая промышленность .....	71
6.14. Транспорт .....	72
6.15. Жилищно-коммунальное хозяйство .....	73
<b>7. Место химических производств в «Концепции устойчивого развития» .....</b>	<b>75</b>
7.1. Обеспечение промышленной и экологической безопасности .....	75

7.2. Федеральный закон об экологической безопасности ...	78
7.3. Взаимосвязь проблем экологии и безопасности химических производств .....	80
7.4. Управление безопасностью технологических процессов и химических производств .....	82
<b>8. Экологическая безопасность человека, биосферы и промышленных объектов в условиях техногенных чрезвычайных ситуаций (ЧС) .....</b>	<b>85</b>
8.1. Устойчивость промышленных объектов .....	85
8.2. Масштабы и классификация чрезвычайных и аварийных ситуаций .....	88
8.3. Специфика крупномасштабных аварийных ситуаций и ЧС .....	89
8.4. Фазы развития ЧС на промышленных объектах .....	91
8.5. Основные причины крупных техногенных аварий и ЧС. Проблема анализа последствий ЧС .....	92
8.6. Ликвидация последствий аварий и ЧС .....	94
<b>9. Обеспечение устойчивой работы промышленного предприятия .....</b>	<b>96</b>
9.1. Выбор площадки для предприятия .....	96
9.2. Зонирование территории предприятий .....	97
9.3. Вынос оборудования на открытые площадки .....	99
9.4. Совершенствование технических систем и технологических процессов .....	100
9.5. Надежность оборудования, систем диагностики и управления для обеспечения безопасности химических производств .....	109
<b>10. Производственный экологический и аналитический контроль химических производств .....</b>	<b>115</b>
10.1. Основные задачи ПЭАК .....	115
10.2. Оценка состояния измерений .....	117
10.3. Первичный учёт и отчетность по охране окружающей среды .....	119

10.4. Порядок обмена информацией .....	120
<b>Заключение.....</b>	<b>124</b>
<b>Вопросы к зачету.....</b>	<b>125</b>
<b>Рекомендуемая литература.....</b>	<b>128</b>

Учебное издание

**Сибриков Сергей Георгиевич**

**ХИМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ  
И АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ  
ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

*Учебное пособие*

Редактор, корректор М. Э. Левакова  
Верстка М. Э. Леваковой

Подписано в печать 27.03.13. Формат 60×84 1/16.

Усл. печ. л. 7,9. Уч.-изд. л. 6,0.

Тираж 70 экз. Заказ

Оригинал-макет подготовлен  
в редакционно-издательском отделе ЯрГУ.

Ярославский государственный университет  
им. П. Г. Демидова.  
150000, Ярославль, ул. Советская, 14.

