

Министерство Российской Федерации
по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям
и ликвидации последствий стихийных бедствий

Академия Государственной противопожарной службы

Н. Г. Топольский, А. В. Крючков, С. Ю. Бутузов,
Д. С. Грачёв, К. А. Михайлов

МОДЕЛИ, МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ СИНТЕЗА
СПЕЦИАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ
ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

Под общей редакцией
доктора технических наук, профессора
Н. Г. Топольского

Монография

Утверждено редакционно-издательским советом
Академии ГПС МЧС России

Москва
2019

УДК 614.841.4.004.8
ББК 38.960.1
М74

Р е ц е н з е н т ы:

С.А. Качанов, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, заместитель начальника по научной работе ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (федеральный центр науки и высоких технологий)

А.В. Фёдоров, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры пожарной автоматики ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России»

Топольский Н. Г., Крючков А. В., Бутузов С. Ю., Грачёв Д. С., Михайлов К. А. Модели, методы и алгоритмы синтеза специального программного обеспечения автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности объектов: монография / под общей редакцией д-ра техн. наук, профессора Н. Г. Топольского – М. : Академия ГПС МЧС России, 2019. – 355 с.

В монографии предложена методология синтеза специального программного обеспечения (СПО) автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности (АСПВБ) объектов на примере нефтеперерабатывающих производств. Выполнен анализ проблемы синтеза СПО АСПВБ, обоснованы пути ее решения. Показана принципиальная возможность повышения устойчивости СПО АСПВБ за счёт применения группы методов синтеза СПО. Разработан класс математических моделей, которые могут использоваться для моделирования процесса синтеза СПО АСПВБ, в которых учтены специфика и особенности разных предметных областей, отличительные особенности различных языков программирования и средств разработки СПО. На базе разработанной системы методов предложен комплекс моделей составных частей исходного программного кода единичных программных систем, построения компонент системы без программирования. Разработаны рекомендации по применению предложенной системы моделей и методов синтеза СПО автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности объектов. Монография предназначена для преподавателей и научных сотрудников, занимающихся вопросами синтеза специального программного обеспечения систем пожаровзрывобезопасности объектов различного функционального назначения, а также для курсантов, слушателей, магистрантов, аспирантов и адъюнктов.

УДК 614.841.4.004.8
ББК 38.960.1

Издано в авторской редакции

© Топольский Н. Г., Крючков А. В., Бутузов С. Ю.,
Грачёв Д. С., Михайлов К. А., 2019
© Академия Государственной противопожарной
службы МЧС России, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ СИНТЕЗА СПЕЦИАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ (СПО) АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ (АСПВБ).....	18
1.1. Описание исследуемой проблемы.....	18
1.1.1. Уточнение терминологии и актуальность проблемы синтеза СПО АСПВБ.....	27
1.1.2. Описание процесса синтеза СПО АСПВБ.....	36
1.1.3. Сущность проблемы, ее особенности и формулировка.....	42
1.2. Анализ методов решения проблемы синтеза СПО АСПВБ.....	47
1.2.1. Математическая модель процесса синтеза СПО в терминах системного анализа.....	49
1.2.2. Методы решения проблемы синтеза СПО АСПВБ. Основные противоречия и пути их преодоления.....	78
1.2.3. Современные методы синтеза СПО АСПВБ. Их достоинства и недостатки.....	83
Выводы по первой главе.....	108
ГЛАВА 2. ОБОСНОВАНИЕ ПУТЕЙ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ СИНТЕЗА СПО АСПВБ. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	110
2.1. Основные подходы к решению проблемы синтеза СПО АСПВБ.....	110
2.2. Содержание основных направлений и задач при решении проблемы синтеза СПО АСПВБ.....	113
2.3. Математическое описание процессов синтеза СПО АСПВБ.....	121
2.3.1. Определение программ и их характеристик как результата синтеза.....	121
2.3.2. Иерархическое строение СПО АСПВБ. Граф иерархии требований к СПО АСПВБ.....	125
2.3.3. Определение некоторых функций на графе иерархии требований к СПО и вероятности их реализации на инструментальном средстве.....	130
2.3.4. Математическая модель оценки влияния человека на устойчивость СПО АСПВБ, основанная на отображении представлений данных. Общая функция влияния на реализацию СПО, состоящего из нескольких единичных программных систем (ЕПС).....	137
2.3.5. Численная оценка влияния человека на устойчивость СПО АСПВБ.....	141
2.4. Теоретико-множественная модель обоснования искомых характеристик СПО АСПВБ. Математическая постановка задачи.....	148
2.4.1. Теоретико-множественное описание характеристик СПО АСПВБ.....	148
2.4.2. Теоретико-множественное обоснование показателя качества для совокупности ЕПС в АСПВБ.....	153
2.4.3. Математическая постановка задачи исследования.....	158
Выводы по второй главе.....	164
ГЛАВА 3. МЕТОДЫ СИНТЕЗА ИНФОРМАЦИОННОЙ СХЕМЫ ЕПС В СПО АСПВБ.....	166
3.1. Описание процессов в методах построения информационных моделей предметных областей ЕПС при синтезе СПО АСПВБ.....	166

3.1.1. Оценка устойчивости СПО АСПВБ при традиционном методе синтеза его информационных моделей	169
3.1.2. Признаки базового класса задач автоматизации (БКЗА), полученные на основе статистических данных	173
3.2. Анализ информационных моделей СПО задач автоматизации	180
3.3. Методы реализации информационных моделей СПО АСПВБ при помощи объектно-ориентированных технологий	184
3.4. Методы синтеза информационной схемы ЕПС в СПО АСПВБ	187
3.4.1. Определение БКЗА и методы построения для него информационных моделей	187
3.4.2. Метод группирования требований к информационной модели приложения	194
3.4.3. Метод спецификации требований к информационной модели БКЗА, не зависящей от инструментального средства и структуры предметной области	195
Выводы по третьей главе	201
ГЛАВА 4. МЕТОДЫ СИНТЕЗА СЕМАНТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ИНТЕРФЕЙСА ЕПС В СПО АСПВБ	203
4.1. Определение требований к устойчивому взаимодействию оператора объекта с СПО АСПВБ на основе известных методов	206
4.1.1. Частный пример синтеза интерфейса пользователя с помощью методологии SADT	207
4.1.2. Синтез интерфейсной части ЕПС учета документов с помощью методологии UML	214
4.1.3. Синтез интерфейсной части ЕПС учета документов на основе методологии реинжиниринга	215
4.1.4. Технологические схемы построения СПО	222
4.2. Оценка полноты состава выявленного набора семантических элементов интерфейса в ЕПС АСПВБ	225
4.3. Анализ особенностей и аспектов применения интерфейсной части СПО	227
4.5. Повышение устойчивости АСПВБ с помощью метода организации взаимодействия оператора с ЕПС при применении базового алгоритма работы с применением УПСЭИ	243
Выводы по четвертой главе	246
ГЛАВА 5. МЕТОДЫ СИНТЕЗА ОБОБЩЕННОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ПРОГРАММИСТА В СПО АСПВБ. МЕТОДОЛОГИЯ СИНТЕЗА СПО АСПВБ	248
5.1. Анализ и обобщение опыта построения СПО на различных инструментальных средствах различными программистами. Концепция системы без программирования (СБП-системы)	250
5.2. Обобщение синтеза СБП-системы АСПВБ в терминах методов построения архитектур СПО с помощью компонент .NET и J2EE/EJB	263
5.3. Состав и структура компонентов СБП-системы. Повышение устойчивости СПО АСПВБ за счёт применения обобщенных методов синтеза компонентов СБП-системы	266
5.3.1. Повышение устойчивости СПО АСПВБ за счёт применения метода синтеза компонентов ввода и корректировки данных	267
5.3.2. Повышение устойчивости СПО АСПВБ за счёт применения метода синтеза компонентов описания экранов	271

5.3.3. Повышение устойчивости СПО АСПВБ за счёт применения метода синтеза компонентов описания данных.....	273
5.3.4. Повышение устойчивости СПО АСПВБ за счёт применения метода синтеза компонентов описания расчетов	276
5.3.5. Повышение устойчивости СПО АСПВБ за счёт применения метода синтеза компонентов описания отчетов	280
5.3.6. Повышение устойчивости СПО АСПВБ за счёт применения метода синтеза компонентов описания условий (ввода, расчетов и вывода).....	283
5.3.7. Повышение устойчивости СПО АСПВБ за счёт применения метода синтеза компонентов описания условий отбора и упорядочения данных (компонентов формирования фильтров и индексов).....	284
5.3.8. Повышение устойчивости СПО АСПВБ за счёт применения метода синтеза компонентов описания меню	287
5.3.9. Повышение устойчивости СПО АСПВБ за счёт применения метода синтеза компонентов описания свойств предметной области	289
5.3.10. Повышение устойчивости СПО АСПВБ за счёт применения метода синтеза компонентов, используемого БКЗА в качестве вспомогательного средства.....	291
5.4. Методология синтеза устойчивого СПО АСПВБ.....	292
5.5. Рекомендации по применению методологии	297
Выводы по пятой главе.....	300
ГЛАВА 6. ОЦЕНКА СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА НА СПО АСПВБ	302
6.1. Общий подход к оценке снижения влияния человека синтез СПО АСПВБ в зависимости от трудозатрат на синтез программного проекта (ПП) ЕПС.....	307
6.1.1. Количественный расчёт совокупного фактора влияния персонала на устойчивость СПО АСПВБ на основе оценок трудозатрат на синтез программного проекта ЕПС.....	308
6.1.2. Вероятностная оценка совокупного фактора влияния в зависимости от трудозатрат на синтез ПП ЕПС	313
6.2. Оценка совокупного фактора влияния на синтез ПП ЕПС при применении заранее разработанного инструментария программиста (СБП-системы)	316
6.3. Анализ процесса синтеза СПО АСПВБ при применении разработанных методов с помощью факторов влияния персонала по методике оценки СОСОМО	319
Выводы по шестой главе	324
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	325
ЛИТЕРАТУРА.....	328
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	353

ВВЕДЕНИЕ

В монографии предложена методология синтеза специального программного обеспечения (СПО) автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности (АСПВБ) объектов [445, 44] на примере нефтеперерабатывающих производств.

Современные производства несут в себе потенциальные угрозы. Большое число пожаров и чрезвычайных ситуаций (ЧС) возникает на предприятиях нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Нефтеперерабатывающие производства (НПП) ввиду особенностей своих продуктов переработки становятся одними из самых опасных в этом смысле.

В современных условиях накоплен значительный опыт по проектированию, монтажу и эксплуатации автоматизированных систем управления противопожарной защитой (АСУППЗ) [445] различных объектов, в том числе и на НПП. Однако, устойчивость работы автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности на НПП и в целом АСУ технологическими процессами (АСУТП) является ключевым фактором обеспечения безопасности населения и окружающей среды.

При функционировании АСПВБ НПП в ходе пожаров и ЧС или при нарушении основных параметров технологического процесса обычно происходит разрушение связей в управлении противопожарной защитой объектов. Кроме того, из-за усложнения систем управления, роста числа изменений в них и элементов технического обслуживания при ремонте и замене оборудования, модернизации систем в течение их жизненного цикла, а также изменений в динамике технологических процессов снижаются возможности управления ими, контроля и адекватной реакции оператора АСПВБ. Поэтому очень важно не допускать снижения устойчивости в работе таких систем даже в условиях ускорения научно-технического прогресса.

С точки зрения системного подхода АСПВБ НПП – сложная динамическая система, описание и исследование которой необходимо вести согласно общей теории систем [43, с. 11]. АСПВБ на действующих объектах нефтепереработки помимо управляющей подсистемы и автоматизированных рабочих мест (АРМ) операторов включают в себя в качестве подсистем следующее оборудование:

- шкафы сигнализации установок пожаротушения;
- шкафы управления пуском модулей газового, порошкового и аэрозольного пожаротушения;
- силовые шкафы управления исполнительными механизмами установок водяного и пенного пожаротушения;
- пожарные извещатели;
- приемно-контрольные приборы и др.

В современных условиях при бурном развитии цифровых технологий в АСПВБ всё чаще применяются средства вычислительной техники (СВТ) и различное программное обеспечение (ПО). Поэтому и она сама, и её составные части могут с определёнными допущениями рассматриваться в качестве большой информационной системы (ИС).

Так как состав и классификация ИС определяются их аппаратной составляющей (локальными вычислительными сетями – ЛВС, персональными ЭВМ – ПЭВМ, и иными средствами), то по числу пользователей ИС или их АРМ такие системы условно делят на мелкие (до 10 АРМ), средние (до 100), крупные (свыше 100). В соответствии с данной классификацией (классификацией по масштабу) АСПВБ НПП – это крупная ИС [82].

Сегодня ПО становится ключевым элементом АСПВБ, критическим образом влияющим на её работу [44]. Оно одновременно является и подсистемой, и составной частью любой ИС. В соответствии с ГОСТ 34.003-90 [111] его принято разделять на общее (ОПО) и специальное (СПО). Первое используется для обеспечения работы на ЭВМ. Второе – это программы на АРМ, через которые операторы АСПВБ осуществляют свои функции.

Основными факторами нарушения устойчивости СПО АСПВБ являются:

- 1) разрушение связей между зависимыми элементами инфраструктуры;
- 2) нарушение согласованной работы СПО в ходе миграции его составных частей на новые платформы.

Поэтому решение вопросов, связанных с развитием методов синтеза специального математического обеспечения, пакетов прикладных программ и типовых модулей функциональных и обеспечивающих подсистем приобретает особое значение для повышения устойчивости АСПВБ.

Первый фактор риска устойчивости СПО преодолеть сложно. Для преодоления второго необходимо провести исследование процесса синтеза СПО. Этот процесс достаточно долго считался творческим и не подвергался серьёзному изучению на предмет возможных стандартизации и унификации, несмотря на достаточно большое количество систем и средств разработки. Он представляет собой комплекс организационных и технических мероприятий, каждое из которых существенно влияет на устойчивость АСПВБ в целом, и предполагает использование информационных технологий (ИТ), в состав которых входят инструментальные средства для работы программистов: системы программирования (СП) и языки программирования (ЯП).

Анализ результатов научных исследований систем пожаровзрывозащиты показывает, что при возникновении данных аварий, программно-аппаратная часть АСПВБ должна реагировать на возрастание избыточного давления при дефлограционных взрывах в течение 10^{-4} с, а при

детонационных – 10^{-7} с. В течение указанного времени избыточное давление возрастает по линейному закону. Если успеть сбросить избыточное давление за данное время, то ещё существует вероятность спасти жизнь производственному персоналу и сохранить технологическое оборудование.

Но исследования по функционированию специального программного обеспечения быстродействующих АСПВБ не проводились. Исследования адаптивных свойств специального программного обеспечения никогда не предусматривали возможности его оперативного перестроения или модификации. Большинство созданных в настоящее время систем или методик его синтеза предусматривает проведение при его синтезе или модификации продолжительных процедур, так, например, в нормативных документах определены процедуры подготовки технического задания, алгоритмизации, кодирования и тестирования. Как правило, длительность каждой такой процедуры исчисляется человеко-месяцами.

Но реалии АСПВБ НПП требуют переключения отдельных элементов СПО в течение времени порядка 10^{-5} с. Следовательно необходимо проведение исследований по возможности такой унификации процессов синтеза, которые позволят их алгоритмизировать и сделать доступными системам автоматического управления АСУТП или подсистемам АСПВБ.

Вместе с тем проведение работ в данном направлении затруднено не только потому, что несовершенна нормативная база, определяющая основные составляющие процесса синтеза СПО. Для проведения обобщений в выбранном направлении необходим целый комплекс научных исследований на стыке наук, объединяющий в себе экономические, технические, психологические и иные аспекты.

К настоящему времени в мире накоплен богатый опыт синтеза СПО, чему посвящено большое число работ [445], [44], [95], [465], [138], [139], [477], [463], [422], [180], [63], [367], [343], [401], [81], [82] и др. В них отмечается, что данный процесс содержит в себе следующие основные фазы. Это анализ требований, проектирование, разработка, тестирование, опытная эксплуатация и сдача ПО заказчику. Все они, в свою очередь, представляют собой сложный комплекс организационно-технических мероприятий.

Задачи, стоящие перед составными частями АСПВБ, используемыми на НПП, требуют устойчивой их работы. Переход НПП на ИТ «Индустрия 4.0» требует постоянной доработки существующего СПО и синтеза новых его элементов, особенно в той его части, которая касается управляющих частей автоматики и скорости их реакции на пожары и взрывы. Для снижения влияния человека на СПО АСПВБ и повышения его устойчивости необходимо контролировать процесс его синтеза, что сейчас представляет собой серьезную проблему. Проведение исследований в этой области для

получения обобщённых рекомендаций в настоящее время крайне затруднительно ввиду наличия множества неизвестных в указанной задаче. Некоторые из особенностей процесса синтеза СПО АСПВБ нефтеперерабатывающих производств приведены ниже:

- необходимость ведения продолжительных работ над исходным кодом каждого из АРМ СПО АСПВБ;
- наличие большого числа разных подходов к синтезу СПО АСПВБ;
- сложность и отрицание возможности формализации и унификации таких творческих процессов, как процесс синтеза исходного кода СПО АСПВБ при помощи различных инструментальных средств;
- нежелание вести исследования в этой области по коммерческим соображениям и вынужденное использование инструментальных средств зарубежного производства;
- случайность выбора средств синтеза при проведении модернизации существующих элементов СПО АСПВБ и быстрая смена поколений этих средств;
- более быстрый по сравнению с темпами синтеза СПО АСПВБ темп изменения предметных областей на НПП;
- отсутствие единых регламентирующих органов, определяющих существенные характеристики процесса синтеза;
- наличие большого числа разнородных нормативных документов в области синтеза СПО АСПВБ.

Перечисленные особенности подтверждают, что в настоящее время существуют серьёзные пробелы в теоретической и практической проработке вопросов синтеза СПО АСПВБ, а также обобщений системного характера в условиях перехода НПП на ИТ «Индустрия 4.0». Актуальность разработки новых подходов к набору методов повышения устойчивости СПО АСПВБ за счёт разработки таких методов синтеза СПО, которые снизят влияние на него человеческого фактора, продиктована также необходимостью обеспечения требуемой скорости реакции пожарной автоматики на пожары и взрывы и необходимостью поддержки управления в АСУТП. Синтезом СПО в соответствии с нормативной базой следует называть совокупность процессов проектирования, разработки и анализа программ и программных систем, их верификации и тестирования, проводимые в ходе синтеза СПО АСПВБ.

Учитывая масштаб АСПВБ НПП и переход их автоматики на новые ИТ, проблема повышения устойчивости эксплуатируемого в ней СПО при его синтезе становится особенно актуальной. В зарубежной технической литературе сходная проблема именуется «проблемой больших проектов». Суть её заключается в том, что синтез СПО для АСУТП традиционными способами имеет непредсказуемый результат из-за влияния человека на

процесс синтеза СПО, его невозможно синтезировать в приемлемые сроки, а также гарантировать его устойчивую работу и надёжность в подсистемах АСПВБ.

Целью настоящей работы является разработка моделей, методов и алгоритмов синтеза специального программного обеспечения автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности объектов на примере нефтеперерабатывающих производств.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд следующих задач.

1. Провести анализ современных информационных технологий для определения особенностей методов синтеза СПО АСПВБ с их помощью, исследовать предлагаемые в настоящее время средства реализации единичных программных систем (ЕПС) в программном коде и установить их возможную пригодность к реализации поставленной в работе цели имеющимися средствами.

2. Разработать класс математических соотношений (декларативных моделей), которые могут использоваться для моделирования процесса создания СПО АСПВБ.

3. Разработать концепцию синтеза ЕПС в СПО АСПВБ объектов на примере нефтеперерабатывающих производств на основе предположений о её структуре, полученных в результате создания математических моделей. Провести анализ требований к обобщённой предметной области и построить обобщённую структурную модель информации для ЕПС.

5. Предложить конструктивно-технологический подход к интерфейсу пользователя ЕПС АСПВБ. Разработать модель состава и структуры компонентов программного кода, составляющего основу ЕПС.

6. Разработать рекомендации по применению разработанных моделей и методов. Провести сравнительный анализ повышения устойчивости СПО при использовании традиционных и разработанных методов.

Первая глава «Анализ проблемы повышения устойчивости программного обеспечения АСПВБ» содержит комплексный и развёрнутый анализ проблем при синтезе СПО вообще, как способа повышения его устойчивости. Это особенно актуально для нефтеперерабатывающих производств, где его отказ может привести к пожарам, взрывам, жертвам и большому материальному ущербу. Само по себе СПО – это сложный научно-технический продукт, который создаётся в течение продолжительного времени. Квалификация синтезирующих его людей должна быть достаточно высокой для того, чтобы они могли самостоятельно писать программы на различных средствах программирования. Тысячи программ АСПВБ создаются многими людьми продолжительное время. Поэтому устойчивость СПО АСПВБ сильно зависит от человеческого фактора. Общие исследования показывают,

что из-за того, что в больших проектах по синтезу СПО принимает участие большое количество людей с высокой квалификацией, а также в связи со сложностью управления многими процессами в ходе синтеза, устойчиво работающее и надёжное СПО может быть получено только в 15% случаев [268]. Комплексный подход к решению, задающий построение обобщённого функционального преобразователя такой системы и определение вектора интегральных показателей качества представлен в виде последовательности шагов. Данный процесс повторяется до тех пор, пока не будет найдено некоторое значение, свёртки вектора значений интегральных показателей качества СПО, которое будет не хуже определённого заданного значения устойчивости.

В данной главе приводится анализ применяемых в ходе процесса синтеза СПО инструментальных средств и методов работы с ними программистов с учётом отечественного и зарубежного опыта синтеза программных систем данного класса. При анализе положительных результатов применения различных средств разработки СПО в данной главе предложена математическая модель синтеза программных систем на основе методов системного анализа.

Вторая глава «Обоснование путей решения проблемы повышения устойчивости СПО АСПВБ. Математическая постановка задачи исследований» содержит развитие обобщений для теоретического абстрактного моделирования процесса синтеза, данных в первой главе. В ней даны обоснование подходов к решению проблемы, содержание основных направлений исследования и формальная математическая постановка задачи. Она выполнена на основе теоретико-множественной модели процессов при синтезе СПО. В данной главе подробно рассмотрены подходы для синтеза СПО АСПВБ, которые следует использовать как основу повышения устойчивости СПО АСПВБ. Их дальнейшая конкретизация с учётом введения понятия «абстрактного программиста» позволяет сформулировать три основных направления исследования:

- обобщение требований по получаемой, выдаваемой и хранимой информации в ЕПС и создание спецификаций для каждого вида информации;
- определение спецификаций к формам взаимодействия оператора с ЕПС (элементом СПО) и их возможное обобщение;
- обоснование структуры и методов синтеза исходного кода ЕПС на инструментальном средстве, с учётом результатов решения первых двух задач.

С учётом определения подходов к решению данных трёх задач, в данной главе приводятся исследования математических объектов самого СПО и выдвинутых предположений о независимом от человеческого

фактора процессе его синтеза. Для них разработаны соответствующие математические модели.

Уточнённые три группы исследуемых методов подробно рассмотрены в следующих трёх главах. На основании полученных результатов по каждой из групп выработаны практические рекомендации.

Третья глава «Повышение устойчивости СПО АСПВБ с помощью методов синтеза информационной схемы ЕПС» посвящена решению первой из описанных выше трёх частных задач. Она содержит анализ построения информационных схем прикладных программ, из которых состоит СПО АСПВБ на основе реальных данных процесса синтеза СПО программных систем. В данной главе на основе анализа практической деятельности в ходе синтеза СПО с использованием традиционных средств и на основании статистической информации, делается заключение о возможности обобщения, которое получило названия базового класса задач автоматизации (БКЗА). БКЗА – это унифицированный набор спецификаций к ЕПС в составе СПО, основанный на предположении о том, что СПО АСПВБ – это система, в состав которой входит большая группа элементов со сходными характеристиками. БКЗА есть набор ЕПС с одинаковыми свойствами. Структуры данных ЕПС внутри БКЗА одинаковы. Эта гипотеза подтверждается математической моделью второй главы и практикой работы. Главным свойством ЕПС в БКЗА при этом является наличие в ЕПС единственной («стержневой») таблицы, содержащей основную информацию данной предметной области. Другим свойством БКЗА является общность функционала интерфейса, который нужен для работы с одинаковыми по структуре данными. Для БКЗА используются одинаковые модели исходного кода для разных предметных областей.

Для структур данных ЕПС в БКЗА вводятся понятия «дерева информационной структуры приложения» (ДИСП) и информационной единицы хранения (ИЕХ) в ДИСП. При этом ДИСП в ЕПС внутри БКЗА представляет собой набор ИЕХ одинаковой структуры. На основании полученных данных исследуется подход к построению структуры данных для ИЕХ. Подробное рассмотрение ИЕХ с точки зрения анализа практического опыта и математических построений позволило сделать вывод о том, что возможно эмпирическое решение задачи обобщения ER-моделей для различных предметных областей. Предложенная простая ER-модель, полученная на основе сравнения анализа практических результатов синтеза СПО реализованных программных систем, была улучшена в соответствии с полученными теоретическими данными. В результате чего была получена полная ER-модель предметной области для описания структуры БД и программирования. Такой подход позволил построить единый паспорт ИЕХ предметной области для любых задач в БКЗА.

Использование подобной структуры данных позволяет заранее разработать ту часть исходного кода ЕПС, которая связана с вводом, корректировкой, поиском и отображением данных. Эта часть программной оболочки ЕПС будет одинаковой для большого числа АРМ АСПВБ. С одной стороны, это сократит влияние человеческого фактора на СПО. С другой – это позволит существенно повысить устойчивость разработанного кода при синтезе новых ЕПС.

В четвертой главе «Повышение устойчивости СПО АСПВБ с помощью методов синтеза семантической части интерфейса ЕПС» выполнен анализ средств интерфейсной части ЕПС. Для этого рассмотрена классификация различных видов интерфейсов, используемых в настоящее время в качестве основы для взаимодействия операторов с СПО, а также форм взаимодействия программных компонентов ЕПС между собой. Интерфейс сильно зависит от способа реализации, поэтому в нём особенно сильно проявляется влияние человеческого фактора на синтез СПО. Модели интерфейсов для конкретных ЕПС в СПО выбираются произвольно. При этом одинаковые функции ЕПС реализованы в СПО АСПВБ через различные точки доступа. Это не только снижает внимание оператора, приводя к невынужденным ошибкам, но может существенно затруднить выполнение задачи с помощью эксплуатируемого СПО АСПВБ в критической ситуации (невынужденная ошибка оператора может привести к серьёзным последствиям в ЧС). Поэтому для решения данной задачи необходимо детально определить методы работы оператора с СПО, зафиксировав их в виде отдельного объекта.

Анализ синтеза приложений традиционными методами и методами новых ИТ позволил выявить нужные детали данной обобщённой спецификации. Интерфейс пользователя для каждой ЕПС в СПО зависит от структуры данных, алгоритмов и методов работы с ней, функций ЕПС, методов работы программиста и выбранного инструментального средства. Эти выводы следуют из рассмотренной в главе 1 модели процесса синтеза СПО. Так как их влияние сложно проследить в общем виде, решение следует выполнить сначала на частном примере – одном из наиболее распространённых АРМ учёта документов. Следует отметить при этом, что задачи учёта документов в различных областях, архивах, библиотеках и т.п. отличаются друг от друга составом структур данных (ИЕХ). Анализ АРМ проводится с помощью технологии SADT и принципов реинжиниринга и позволил выделить в полученных моделях одинаковые функционально значимые действия оператора при работе с АРМ.

Исходя из данных частного примера, были предложены технологические схемы проектирования СПО в АСПВБ как на известных технологиях, так и на новых принципах. Отличия первых от вторых заключаются

в том, что при проектировании СПО на новых принципах программист занимается не воссозданием определённой части кода для ЕПС, а его настройкой.

Для подтверждения выполненного обобщения, позволившего зафиксировать семантический набор элементов интерфейса ЕПС, были собраны статистические данные, и рассмотрены научные работы по данной тематике. Проведенный анализ позволил сделать обобщение для нескольких предметных областей. В результате сформулирована концепция об универсальном наборе характеристик их доменной модели, интерпретирующей интерфейсную часть различных ЕПС. Такой набор характеристик был взят за основу при построении универсального перечня семантических элементов интерфейса (УПСЭИ). По мнению экспертов, данный перечень достаточно полон. Его следует использовать при разработке нормативно-технических документов, регламентирующих процесс синтеза СПО. УПСЭИ не зависит от реализации СПО в инструментальном средстве и является составной частью решения проблемы повышения устойчивости СПО АСПВБ за счёт снижения влияния на него человеческого фактора. Наличие УПСЭИ и паспорта ИЕХ предметной области позволяет сформулировать базовый сценарий реализации большого набора ЕПС АСПВБ для БКЗА, который также стал элементом решения данной научной проблемы. УПСЭИ позволяет упростить контроль исполнения задач по синтезу ЕПС непрофессионалами.

В пятой главе «Повышение устойчивости СПО АСПВБ за счёт применения методов синтеза обобщенного инструментария программиста. Методология синтеза СПО» дан ряд определений, необходимых для корректного описания дальнейших построений в работе. К ним относятся: программный проект ЕПС, среднестатистический программист и абстрактное инструментальное средство, которое программист использует для синтеза ЕПС.

Фаза реализации СПО на инструментальных средствах наступает после получения упорядоченного списка требований к СПО, разработки для него информационного и логического обеспечения и определения состава интерфейсной части. Однако, после получения этих данных, которые в современной технической литературе принято связывать с фазой высокоуровневого и детального проектирования, проблемы только начинаются. Потому что именно в этой части влияние человеческого фактора на устойчивость СПО максимально. В данной главе выполнено исследование ряда СП, используемых для написания кода. Получены следующие результаты, влияющие на устойчивость СПО при синтезе:

- различия в подходах, реализующих базовую парадигму программирования, между инструментальными средствами с точки зрения

использующего их программиста достаточно условны, особенно когда дело доходит до реализации конкретного проекта программирования (ПП) ЕПС;

- инструментальные средства, чтобы лучше продаваться, реализуют в себе несколько таких подходов;

- реализованные различными компаниями версии инструментальных средств имеют многочисленные технические особенности, исключающие совместное использование исходных кодов ЕПС одинаковой предметной области, реализованные на одинаковых ЯВУ разных компаний.

В качестве средства снижения влияния человеческого фактора на устойчивость СПО предложена концепция системы без программирования (СБП-системы). Это класс объектов, состоящих из набора составных частей программного кода ЕПС, реализующих строго заданную отдельную функциональность, которая определена на основе ДИСП, паспорта ИЕХ, УПСЭИ, а также ряда требований, описанных в данной главе. Используя данные анализа различных реализаций при синтезе ЕПС с помощью инструментария СБП-системы, применяется вариант компонентной сборки ЕПС, дается краткое описание компонентов, составляющих СБП-систему, приводится описание ее прототипа в качестве инструмента унифицированного синтеза ЕПС.

Построенные из элементов инструментария программиста (ЭИП) крупные компоненты составляют основу предлагаемого в работе набора методов синтеза исходного кода СПО АСПВБ. Модель исходного кода, создаваемого из крупных компонентов, позволяет достичь в процессе синтеза СПО более высокой степени повторного использования кода. Чем больше ЕПС создается с их помощью, тем выше показатели надёжности и устойчивости для компонентного прототипа ЕПС.

Таким образом, методология синтеза СПО АСПВБ, полученная в монографии, объединяет в себе следующую совокупность математически обоснованных моделей и методов:

- модели описания программ и их характеристик, как результата синтеза;

- модели иерархии требований к специальному программному обеспечению АСПВБ;

- модели оценки вероятности реализации специального программного обеспечения АСПВБ;

- модели оценки устойчивости специального программного обеспечения АСПВБ;

- модели оценки влияния человека на устойчивость специального программного обеспечения АСПВБ;

- метод количественного расчёта совокупного фактора влияния персонала на устойчивость СПО АСПВБ;
- метод стандартизованного описания требований к предметным областям, не зависящего от структуры и состава информации в каждой из них;
- метод построения интерфейса пользователя на основе УПСЭИ;
- метод оценки неквалифицированным пользователем реализации функциональности СПО по конкретному АРМ в соответствии с УПСЭИ;
- метод реализации унифицированного сценария разработки ЕПС;
- метода унифицированного синтеза ЕПС на основе концепции СБП-системы;
- метод подготовки инструментального средства к синтезу СБП-системы;
- метод определения требований к исполнителям в ходе синтеза СПО.

Приводимые в данной главе рекомендации по применению методологии разбиты на организационные и технические. В предлагаемых рекомендациях даны основные мероприятия, которые необходимо проводить для эффективного использования разработанных методов для повышения устойчивости СПО АСПВБ.

Шестая глава «Сравнительная оценка повышения устойчивости СПО АСПВБ» содержит оценку количества влияния программистов на синтез ЕПС. Расчёты выполнены для традиционных и новых, предлагаемых в монографии способов синтеза с использованием математического аппарата численных методов и теории вероятности. Доказано, что использование технологии СБП-систем при синтезе ЕПС снижает влияние программистов на процесс на всех этапах жизненного цикла СПО.

Для комплексной оценки предлагаемых методов была привлечена модель оценки трудоёмкости СОСОМО. (COConstructive COst Model – конструктивная модель стоимости). Данная модель была разработана в Центре по разработке ПО Южно-Калифорнийского университета и является одной из самых известных и хорошо документированных моделей оценки процессов синтеза СПО. Данная модель содержит уравнения, позволяющие определять сроки разработки, стоимость СПО и влияние человеческого фактора на трудоёмкость синтеза.

Полученные результаты оценки показывают, что использование разработанной методологии даёт снижение значения влияния персонала на код для одной ЕПС до 10 раз (факторов влияния, связанных с персоналом). Выполненные расчёты с применением указанной методики оценки показывают снижение влияния персонала в 10,54 раза при синтезе одного ЕПС.

При синтезе всего комплекса ЕПС для АСПВБ, в СПО которой сотни и тысячи ЕПС, эффект снижения влияния персонала станет ещё значительнее.

Данная работа имеет основной целью показать принципиальную возможность повышения устойчивости СПО АСПВБ за счёт применения группы методов синтеза СПО. Разработанные методы позволяют снизить влияние человека на устойчивость и надёжность работы СПО при проведении его модернизации и его миграции на новую программную платформу. Это позволяет повысить устойчивость работы всей АСПВБ в целом.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ СИНТЕЗА СПЕЦИАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ (СПО) АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ (АСПВБ)

1.1. Описание исследуемой проблемы

Развитие энергетики в нашей стране требует появления дополнительной инфраструктуры. Нефтеперерабатывающая промышленность – одна из её составляющих. Её активное развитие и высокая энергонасыщенность ее предприятий увеличивают количество пожаров, способствуют росту их масштабов и наносимого ими ущерба. Поэтому важным и актуальным вопросом сегодняшнего дня становится повышение пожаровзрывобезопасности нефтеперерабатывающих производств (НПП). Проведение работ в этом направлении обеспечивает более высокий уровень защищенности населения и окружающей среды от угроз техногенного характера [445, 44].

Техногенная опасность со стороны НПП должна учитываться в будущем при развитии энергетики, отвечающей различным требованиям безопасности: энергетическим, экономическим, экологическим и т.п. Увеличение удельного веса углеводородного топлива (нефть, газ, конденсат) в мировом экономическом балансе – сложившаяся закономерность, и в обозримой перспективе эта тенденция сохранится. Поэтому актуальность повышения пожаровзрывобезопасности предприятий нефтеперерабатывающей промышленности объясняется следующими факторами:

- концентрацией химических энергоносителей, нефти и нефтепродуктов, их способностью гореть, взрываться и загрязнять опасными выбросами атмосферу;
- наличием потенциальных опасностей, вызывающих материальные и людские потери;
- опережающим развитием объемов производства по сравнению с совершенствованием природоохранных мероприятий;
- появлением трудно утилизируемых, а в некоторых случаях и балластных отходов производства, применение и способы переработки которых пока не найдены;
 - изменением ассортимента нефти;
 - высокой энергонасыщенностью НПП;
 - ростом единичных мощностей аппаратов, вследствие чего такие параметры, как температура, давление и содержание пожаровзрывоопасных веществ в них растут и приближаются к критическим;
- несовершенством технологий сбора и утилизации компонентов нефтепродуктов, попавших в окружающую среду.

Создание высокоинтенсивных технологических процессов по переработке нефти и установок большой мощности породили принципиально новый набор требований к безопасности НПП:

- обеспечение высокой надежности функционирования производств с целью уменьшения аварийных выбросов пожаровзрывоопасных веществ в окружающую среду;
- организация оптимальной работы каждого аппарата, системы и всей технологической схемы с учетом совокупных требований энерготехнологии, экономики и экологии;
- оптимальное распределение нагрузок по аппаратам, реакторам, подсистемам, обеспечивающее наиболее полную регенерацию энергетических потоков и эффективное использование материальных ресурсов с целью полной утилизации всех возможных выбросов пожаровзрывоопасных веществ в окружающую среду.

Повышение уровня пожаровзрывобезопасности неразрывно связано с комплексным решением экологических проблем НПП в настоящее время. Ранее проводимые экспериментальные исследования возникающих при нефтепереработке пожаровзрывоопасных зон относились в основном к изучению загазованности воздушной среды промплощадок нефтебаз и НПП при нормальном режиме работы оборудования [80, 285, 468]. Однако, эти исследования носили локальный характер и базировались в большей части на определении размеров взрывоопасных зон, образованных одним или несколькими точечными источниками утечки и выбросов.

На самом деле к пожарам и взрывам на НПП приводят разъединение каналов распространения потоков сырья и продуктов нефтепереработки. Эти события происходят вследствие превышения критических показателей основных параметров технологического процесса (давление, температура, концентрация и т.д.). Для их предупреждения необходимы расчеты, оценки, наблюдения, сравнения значений наиболее важных показателей с допустимыми значениями, контроль превышения допустимых значений и отклонений параметров, при которых аварийный участок отключается от основного процесса.

Существующий математический аппарат моделирования таких ситуаций не может в полной мере обеспечить комплексное решение данных задач, так как используемые для таких расчётов уравнения не учитывают структуры связей элементов и изменений процессов [50, 373, 446]. Поэтому логично разработать новую модель функционирования подсистемы оперативного прогнозирования пожаровзрывоопасных ситуаций на НПП, реализовав ее в виде программ специальной системы управления – автоматизированной системы пожаровзрывобезопасности НПП [445, 44]. Эта важная составляющая пожарной безопасности на НПП поможет не только

правильно оценивать и прогнозировать критические ситуации, но и позволит включить сами расчётные показатели в рабочие процессы её операторов. Именно поэтому в ней основную роль играет специальное программное обеспечение (СПО). Для его создания необходимо правильно подобрать не только математические методы, но и правильно распределить структуру и состав входящих в СПО автоматизированных рабочих мест (АРМ) операторов АСПВБ, реально участвующих в технологических процессах на НПП. В настоящее время, когда во всех устройствах управления возрастает роль искусственного интеллекта, СПО становится основным ресурсом АСПВБ.

Современные подходы к обеспечению промышленной безопасности базируются на концепции «оптимального риска» [292]. Оценка риска включает оценку вероятности опасного события в сочетании с анализом последствий и позволяет представить количественное выражение опасности через величину риска. При оценке риска важным этапом является определение моделируемых событий. Для оценки их вероятностей существует два основных подхода:

- использование имеющихся сведений об авариях на НПП или отказах систем (анализ аварийности);

- анализ протекания аварии с целью синтеза необходимой вероятности.

В этих подходах предусматривается расчленение основного события на составляющие. А сам риск определяется как функция вероятностей возможных событий и связанных с ними последствий. Оценка вероятностей событий проводится с использованием информации или синтезированием. Если инициирующим событием станет утечка содержимого, то следующие за ним события (например, воспламенение горючих веществ) уже можно смоделировать.

Логические зависимости, устанавливающие связь между событиями и их составляющими, обычно представляют в виде дерева ошибок или дерева отказов. Для вершины дерева (анализируемого события, например, аварии), строится дерево отказов; на каждой стадии определяются причинные события, связанные с первоначальной стадией. Частота такого события может оцениваться с помощью метода Монте-Карло.

Для многих опасных событий дерево является тривиальным, так как преобладающий вклад в их частоту вносится простыми случаями. Поэтому для его анализа выбираются такие события, при которых могут произойти крупные выбросы (например, значительные потери содержимого из резервуара с опасным веществом). Остальные события (поломки трубопроводов и т.д.) оцениваются на основе рассмотрения приемлемых данных по коэффициентам отказов. Во многих случаях данных по последним не существует. В этих случаях вероятность аварии оценивается как наиболее

подходящая классам компонентов нефтепродуктов, для которых известны данные по коэффициентам отказов.

Перечисленные выше подходы к оценкам событий на НПП являются важным, но не единственным элементом СПО АСПВБ. Во многом её структура повторяет структуру НПП, и поэтому в его состав должны входить не только компоненты, обеспечивающие безопасность на локальных участках и «верхнем», координирующем, уровне. В её состав необходимо включить АРМ операторов для решения задач отдельных участков НПП.

Так, например, снабжение НПП нефтью происходит из различных источников [44]. Нефть поступает в сырьевые резервуары; далее на установки электрообессоливания и обезвоживания, где происходит выделение солей из нефти. Кроме того, в переработке активно используются электрообессоливающие установки и блок управления ими. Обессоленная нефть поступает на установки первичной переработки нефти: атмосферную и атмосферно-вакуумную перегонку. В процессе первичной переработки из нефти извлекаются компоненты (бензин, керосин, дизельное топливо, вакуумный газойль) и получают тяжелые остатки (мазут и гудрон). Продукты первичной переработки нефти направляются на вторичную переработку: каталитический крекинг, каталитический риформинг, гидроочистку, изомеризацию, производство окисленных битумов. Бензиновые прямогонные фракции поступают на установки каталитического риформинга с целью повышения октанового числа бензинов. Компоненты дизельного топлива содержат значительное количество сернистых соединений. Для очистки их от серы проводится гидроочистка. Остаток перегонки, мазут и гудрон, поступает на установку получения дорожных и строительных битумов. Для очистки отходящих с установок газов и сточных вод в схему завода включены:

- факельное хозяйство, предназначенное для сжигания сбросов и продувок при аварийных и нормальных остановах технологических установок, а также для обезвреживания постоянных и периодических выбросов;
- очистные сооружения для механической и флотационной очистки сточных вод;
- система оборотного водоснабжения, обеспечивающая технологические установки охлаждающей водой, в которую входят нефтеловушки, камеры горячей и холодной воды, градирни и насосные помещения.

Как видно из этого краткого описания, опасность пожаров и взрывов на НПП в наибольшей степени обусловлена концентрацией на технологических установках большого количества энергонасыщенных сырья и готовой продукции. Кроме того, образование взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом происходит, как правило, за сравнительно короткое

время и взрывы этих смесей обладают большой разрушительной силой. Сила такого взрыва определяется условно рассчитанной энергией, приведенной к тротиловому эквиваленту [67, 366]. Суммарный энергетический потенциал НПП оценивается по общему количеству нефтепродуктов, находящихся в единовременном обращении.

Описание всех перечисленных процессов требуют в СПО не только вычисления параметров безопасности, но и автоматизации процедур персонала, участвующего в технологических процессах.

Многие годы безопасность промышленных объектов обеспечивалась применением инженерных решений с обратной связью. Функционирование действующих объектов поддерживалось введением ряда практических мероприятий, а также специальной подготовкой персонала НПП по технике безопасности. Надзор соответствующих компетентных организаций завершал эту систему мероприятий, что соответствовало концепции абсолютной безопасности (обеспечению нулевого риска). Однако, опыт эксплуатации промышленных объектов показал, что существующий подход не только не обеспечивает их полную безопасность и безопасность населения, но зачастую не позволяет определить меры по снижению риска. На НПП основная угроза пожаров и взрывов исходит не только от большого количества находящихся там нефти и нефтепродуктов. Кроме этих, специфических источников пожаровзрывоопасности, на НПП имеются обычные для промышленного предприятия любой отрасли, классифицируемые как пожароопасные, административные, хозяйственно-бытовые и другие здания, помещения, сооружения, конструкции, сеть электроснабжения, аппаратура и электрические приборы и т.д. В критических условиях такой инфраструктурой необходимо управлять в автоматическом (или автоматизированном) режиме.

Поэтому система пожаровзрывобезопасности (СПВБ) НПП должна учитывать все существующие потенциальные опасности и предусматривать применение адекватных сил и средств. Она в полной мере должна соответствовать закону РФ «О пожарной безопасности» [447] и общим требованиям к таким системам [97]. СПВБ НПП должна представлять собой совокупность взаимоувязанных сил и средств, а также мер правового, организационного и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами и сопровождающими их объемными взрывами топливно-воздушных смесей. Согласно [97] пожаровзрывобезопасность НПП должна обеспечиваться системами предотвращения пожаров и взрывов, пожаровзрывозащиты, а также организационно-техническими мероприятиями.

Предотвращение пожаров и взрывов должно достигаться:

- предотвращением образования взрывоопасной газо- и паровоздушной среды;

- предотвращением образования горючей среды;
- предотвращением образования во взрывоопасной и горючей средах (или внесении в них) источников зажигания.

В СПВБ ключевую роль играет автоматизация, позволяющая повысить эффективность защиты людей и материальных ценностей от угрозы пожаров и взрывов. Автоматизация СПВБ НПП осуществляется по двум направлениям:

- внедрение автоматических средств пожаровзрывозащиты, функционирующих без вмешательства человека по заранее заданным программам (датчиков, пожарных извещателей, установок пожаротушения, систем локализации и подавления взрывов, систем противодымной защиты и др.);
- внедрение автоматизированных систем (АС), решающих с использованием вычислительной техники большой комплекс управленческих, информационных, проектных, административно-хозяйственных, кадровых и других задач (СПО операторов АСПВБ).

АСПВБ НПП входит в состав СПВБ как его информационно-управляющая часть, которая обеспечивает автоматизированное выполнение функций СПВБ, увязку отдельных элементов, обеспечивающих пожаровзрывобезопасность НПП, в единую систему, их необходимое функциональное взаимодействие, их функциональную интеграцию. Образно говоря, АСПВБ является мозгом и нервами системы пожаровзрывобезопасности, ее интеллектуальным ядром. Рассматривая СПВБ НПП в целом, трудно найти такую ее отдельную функциональную систему нижестоящего уровня, которая не нуждалась бы в автоматизации.

АСПВБ состоит из функциональных АС нижестоящего уровня, являющихся информационно-управляющими частями соответствующих функциональных систем СПВБ, и обеспечивающих систем, называемых также видами обеспечения. Общая схема АСПВБ объекта представлена на рисунке 1 [445].

Функциональными АС нижестоящего уровня АСПВБ являются:

- АС предотвращения пожаров и взрывов (АСППВ);
- АС пожаровзрывозащиты (АСПВЗ);
- АС организационно-технических мероприятий (АСОТМ).

АСППВ предназначена для автоматизированного управления профилактическими противопожарными работами, автоматизированного решения задач по предотвращению предпожарных и взрывоопасных режимов, включая автоматизированное управление экологическим мониторингом.

АСПВЗ предназначена для автоматизированного и автоматического выполнения функций по тушению пожаров, взрывозащите, дымоудалению, оповещению и управлению эвакуацией людей из горящих зданий.

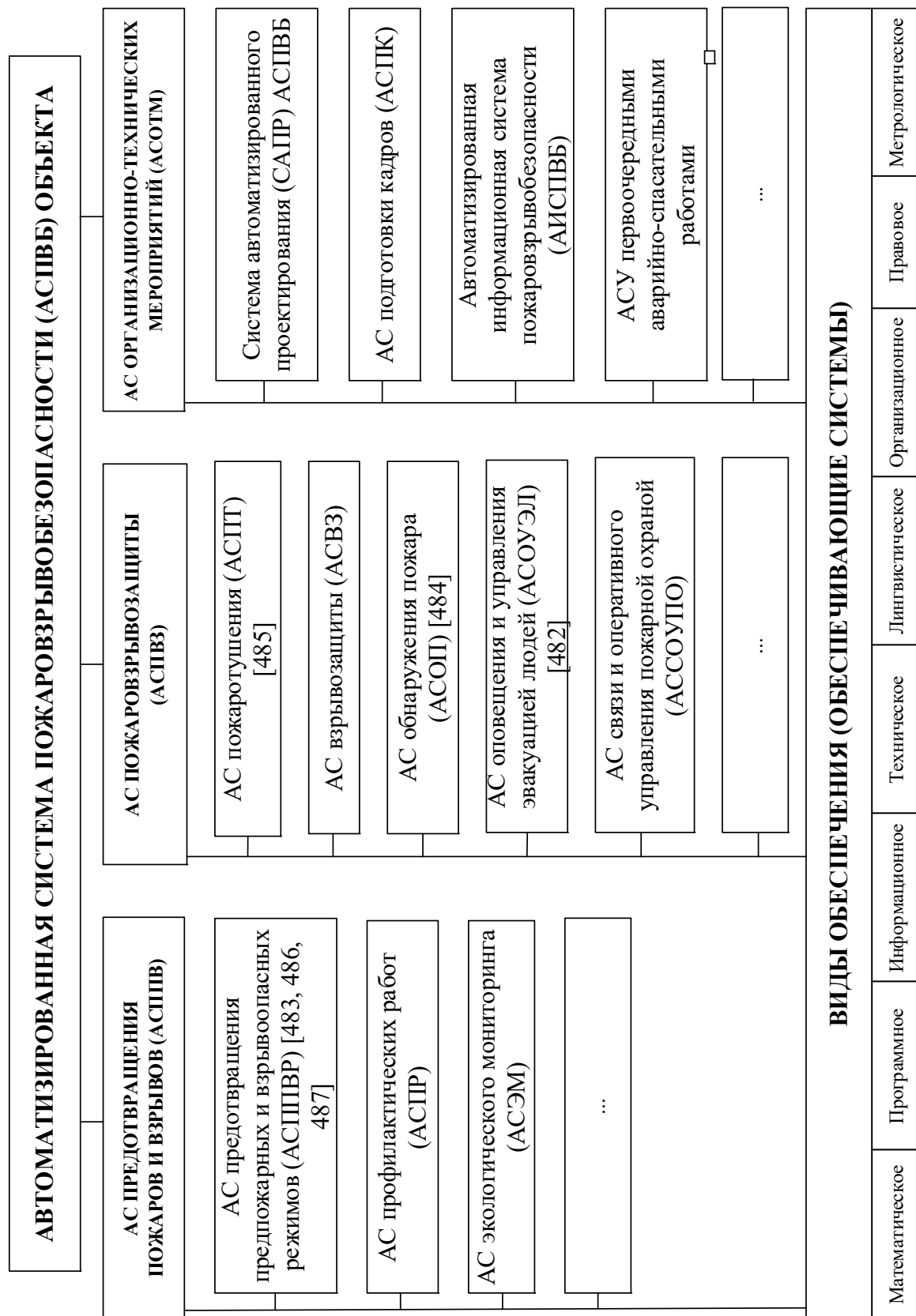


Рис. 1. Обобщенная структура АСПВБ объекта

АСОТМ предназначена для автоматизированного решения задач в интересах всей системы пожаровзрывобезопасности НПП. АСОТМ состоит из системы автоматизированного проектирования (САПР) СПВБ, АС подготовки кадров (АСПК) для пожарной охраны, автоматизированной информационной системы пожаровзрывобезопасности и АС управления первоочередными аварийно-спасательными работами.

Обеспечивающими системами АСПВБ (видами обеспечения) являются:

- система информационного обеспечения;
- система математического обеспечения;
- система программного обеспечения;
- система технического обеспечения;
- система лингвистического обеспечения;
- система организационно-правового обеспечения;
- система метрологического обеспечения [445, 44].

Ввиду того, что АСПВБ является важным компонентом НПП в целом, её следует считать составной частью АС управления технологическими процессами (АСУТП). Датчики АСПВБ сообщают операторам и персоналу АСУТП об отклонениях контролируемых параметров от установок с помощью звуковых и иных сигналов. Каждый новый поступающий сигнал (или сообщение) отличается от сигналов, которые получены ранее. Продолжительность сигнала определяется временем устранения причины отклонения параметра или временем до регистрации сигнала оператором. Групповая сигнализация операторам АСПВБ и диспетчеру пожарной части осуществляется таким способом, чтобы обеспечить быстрый поиск места возникновения аварийной ситуации, приводящей к пожару или взрыву.

К техническим средствам АСПВБ обычно относят все первичные преобразователи АСУТП, нормирующие преобразователи, распределители сигналов, вычислительные устройства и устройства распределения, хранения и передачи информации, а также линии связи.

АСПВБ НПП интегрирована с общегосударственной системой пожарной безопасности, городскими системами и службами безопасности и другими системами НПП. Построение локальных АСПВЗ в составе АСПВБ НПП требует обеспечения стыковки локальных систем с АСПВБ; приема, автоматической регистрации, хранения и отображения информации. Для решения указанных задач целесообразно использовать программируемые средства, обладающие таким достоинством – их структуру и алгоритмы функционирования можно программировать как при производстве, так и при эксплуатации.

В СПО АСПВБ следует включить программы расчёта её эффективности. Наименее определенными являются факторы возникновения

пожаров и взрывов, определяемые при проектировании систем и средств пожаровзрывобезопасности и при проведении профилактических мероприятий. Поэтому необходимо предварительное моделирование с помощью специальных математических моделей (программ АСПВБ). Помимо этого, существует необходимость определения возможных людских потерь, материального и иного ущерба в случае применения тех или иных систем и средств обеспечения пожаровзрывобезопасности, а также других характеристик эффективности СПВБ в целом или её отдельных средств (например, время ликвидации пожара, время следования пожарной техники к месту возникновения опасной ситуации). Доли потерь, относящихся к ошибкам операторов, в прогнозировании эффективности АСПВБ также должна учитываться.

Кроме того, при синтезе СПО АСПВБ для решения её задач в основу построения алгоритмов следует включить математические методы и модели процессов возникновения и развития пожаров, взрывов и их опасных факторов; газообмена, нагрева конструкций, движения людских потоков по эвакуационным путям и т.д. Для реализации таких моделей и автоматизации функций операторов совокупность компьютерных программ (СПО) АСПВБ необходимо тщательно проработать.

Для нормальной работы СПО следует использовать общесистемные программы. Они обеспечат функционирование вычислительной техники (ВТ) в режиме реального времени, одновременное решение нескольких задач, обслуживание одновременно с решением задач многих операторов, обмен данными с другими компьютерами, управление базами данных. При выборе системы управления базами данных (СУБД) следует руководствоваться соображениями максимальной скорости доступа к информации, минимизации объема памяти для ее хранения, простоты организации и модификации БД.

Кроме того, в СПО АСПВБ необходим контроль входной информации, логический контроль и т.п., а также предусматривается режим автоматического реагирования на экстремальные ситуации. СПО позволяет оперативному персоналу получать необходимую информацию в любой момент времени и координирует его действия в АСПВБ и АСУТП при опасных ситуациях.

На современных НПП стоимостная доля СПО в общей стоимости АСПВБ достигает 80%. СПО АСПВБ целесообразно создавать по модульному принципу, обеспечивающему удобство замены, модификации, удаления и дополнения отдельных частей (модулей) этих программ. Как правило, оно включает в себя не только управляющие программы, программы управления комплексом технических средств пожаровзрывобезопасности и оперативным персоналом при пожаре, но и используется на АРМ операторов.

Там основное назначение СПО – выполнение функций операторов НПП в составе АСУТП в ходе подготовки, выпуска, приёмки и отгрузки продукции НПП.

Для типового НПП список автоматизированных функций операторов АСПВБ может исчисляться сотнями. Для каждой из них необходимо создание сложного программного комплекса, регистрирующего события, управляющего оборудованием, предлагающего альтернативы в решении задач оператора. Все эти действия могут быть реализованы только благодаря СПО. При этом основными факторами нарушения устойчивости СПО АСПВБ являются: разрушение связей между зависимыми элементами инфраструктуры в ходе ЧС и нарушение согласованной работы СПО в ходе миграции его частей на новые платформы.

1.1.1. Уточнение терминологии и актуальность проблемы синтеза СПО АСПВБ

Основными потребителями информации в АСПВБ являются её операторы на НПП. Составными элементами системы работы АСПВБ являются её подсистемы в зданиях, помещениях, сооружениях и конструкциях. Такие подсистемы строятся на базе аппаратных средств (АпСр) и ПО. Термин АСПВБ был введён с целью подчеркнуть её отличие от применяемых в ГОСТах РФ и в технической литературе терминов «автоматизированная система» (АС) и «информационная система» (ИС). Однако, программная составляющая данной системы по сути мало чем отличается от ПО в АС и ИС. Значит, для формулировки проблемы повышения устойчивости ПО АСПВБ возможно использовать термины и определения, используемые для АС и ИС. Если придерживаться нормативной терминологии, а также терминологии из технической литературы для описания проблемы и границ области ее применения, то можно увидеть следующее. Определения терминов «автоматизация» и «программирование» отсутствуют в большинстве нормативных источников. Поэтому при изучении нормативной базы вместо математически аккуратных определений следует использовать те, что есть.

Согласно принятому в [112] определению, АС – это «система, состоящая из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, реализующая информационную технологию выполнения установленных функций» (п. 1.1). Кроме того, в [133] АС определяется как «система, использующая активность человека при сохранении значительной роли технических средств» (с. 15).

АС сама по себе является сложной системой и может быть подразделена на составные части. Состав АС – это «совокупность комплекса

средств автоматизации (КСА), организационно-методических и технических документов и специалистов, использующих их в процессе своей профессиональной деятельности» [112, п. 2.1]. Есть и другие определения АС, которые исключают из нее людей. Согласно [405], АС «состоит из программно-технических, программно-методических комплексов и компонентов технического, программного и информационного обеспечений» (с. 5). Четкого определения состава АС, заданного перечислением компонент, в составе в [112] нет. КСА там определен как «совокупность всех компонентов АС, за исключением людей» [112, п. 2.12]. Двигаясь далее по ГОСТам в сторону определения проблемы исследования, видим в [112] следующее определение: компонент АС – это «часть АС, выделенная по определенному признаку и рассматриваемая как единое целое» [112, п. 2.13]. Таких компонент в АС, согласно гл. 2 [112], много, включая людей, технические средства, пользователей АС, информационные базы и многое другое (всего 22 наименования). В состав компонент АС среди прочих попадают существенные для целей данного исследования программное обеспечение (ПО), программно-технический комплекс (ПТК), программное изделие в АС, а также автоматизированное рабочее место (АРМ).

Приведём ещё ряд определений. Часть из них дана для ИС в технической литературе в различное время. Ранее ИС было принято определять как объект, позволяющий хранить и обрабатывать информацию. Согласно [191], это «комплекс, состоящий из информационного фонда и процедур: ведущей, обновления, информационного поиска и завершающей обработки – позволяющей накапливать, хранить, корректировать и выдавать информацию» (с. 19). Причем авторы говорят о понятии, а не об определении. Далее там же говорится, что ИС «является запоминающей подкомпонентой ... сложных систем управления, построенных из людей и механизмов» (с. 26). А также «предназначена для накопления сведений, хранения их и выдачи по мере необходимости» (с. 28). Помимо понятий ИС в [191] даны два определения автоматизированной ИС (АИС). Это – «составная часть АСУ» (с. 21). Это – «реализованный на ЭВМ комплекс программ решения информационных задач (в терминах прикладной математики), имеющий для этой цели информационный фонд, реализованный на физическом носителе информации» (с. 19-20).

В настоящее время определение эволюционировало. Термин ИС все чаще употребляется вместо термина АС. А затем вместо него стал употребляться термин «информационные технологии» (ИТ). Не останавливаясь на нем подробно, замечу, что он более общий и «философский», чем термин «технический» термин ИС. Вот, например, одно из определений ИТ – «совокупность средств и методов применения для целенаправленного изменения свойств информации, определяемого содержанием решаемой

задачи или проблемы» [188, с. 5]. Далее термин ИТ стал постепенно вытесняться термином «информационно-коммуникационные технологии» (ИКТ), а затем и термином «информационно-телекоммуникационные технологии». Оба термина употребляются достаточно бессистемно. Но последний из них унаследовал часть понятия «системная телеобработка данных», введенного в [106] («телеобработка данных, обеспечивающая коллективное использование ресурсов одной или нескольких территориально рассредоточенных систем обработки данных, ресурсов средств связи и передачи данных удаленными пользователями с возможностью организации вычислительных сетей»). Оба этих термина не имеют пока устоявшегося строгого технического определения. Поэтому в дальнейшем в рамках данных исследований было бы удобно использовать термин ИС в качестве основы для дальнейших уточнений и построений.

Согласно [82] ИС можно определить несколькими способами. ИС – это «совокупность функциональных и информационных процессов конкретной предметной области». ИС – это «совокупность средств и методов сбора, хранения, анализа, обработки и передачи информации, зависящих от специфики области применения». ИС – это «совокупность методов управления процессами решения функциональных задач, а также информационными, материальными и денежными потоками в предметной области» [82, с. 524]. Кроме того, ИС – это «совокупность следующих составных частей:

- системы БД вместе с СУБД (системами управления базами данных);
- прикладного ПО;
- персонала;
- организационно-методического (нормативного) обеспечения;
- технических средств» (с. 10).

Независимо от того, как трактовать ИС, включать в нее людей и информационные фонды, или нет, в ее состав в последнее время всегда в качестве составной части принято включать ПО. В последнем определении данное понятие указано как «системы БД вместе с СУБД» и «прикладное ПО». Собственно прикладное ПО (вместе с СУБД и средствами разработки) – это и есть СПО. А процесс его создания в АСПВБ есть предмет данного исследования. «Система БД» и «прикладное ПО» являются результатом процесса синтеза СПО. Данное определение достаточно простое и дано в учебнике для вузов, поэтому было бы логично называть его «базовым определением ИС» для последующей ссылки на него. Но в виду того, что данный термин трактуется по-разному, а также существует непреодолимая неоднозначность в трактовке термина «приложение» как в научном, так и в техническом (программном) смысле данного слова, требуется рассмотреть еще несколько уточняющих определений.