

# АНАЛИЗ И СИНТЕЗ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМАМ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ КРИТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Чобанян Владимир Аршалуйсович, доктор технических наук, профессор,

академик РАРАН

Шахалов Игорь Юрьевич

Проведен анализ процесса формирования требований к системам безопасности объектов критической информационной инфраструктуры и предложена структура процесса формирования требований к СБО перспективных КИИ, учитывающая условия наиболее эффективного применения СБО КИИ на основе научно-технического прогнозирования развития СБО и использования результатов выполнения проблемных фундаментальных исследований, научного обобщения опыта разработки и эксплуатации существующих КИИ, исследований патентной и технической документации, анализа технических предложений разрабатываемых КИИ, новейших достижений и перспектив развития систем безопасности.

**Ключевые слова:** информационная безопасность, критическая информационная инфраструктура, ключевые системы, критически важный объект, КСИИ.

## ANALYSIS AND SYNTHESIS OF THE REQUIREMENTS TO THE SYSTEMS OF SAFETY OF OBJECTS OF THE CRITICAL INFORMATION INFRASTRUCTURE

Vladimir Chobanyan, Doctor of Technical Sciences, Professor, Member of the RAMAS  
Igor Shahalov

The process of formation of security requirements of objects of critical information infrastructure is analyzed. The structure for the process of forming the requirements for the critical information infrastructure is proposed.

**Keywords:** information security, critical information infrastructure, key systems, critical facility, critical Infrastructure Cybersecurity, CIC

### Анализ процесса формирования требований к системам безопасности объектов критических информационных инфраструктур.

В ходе формирования требований к системам безопасности объектов (СБО) критических информационных инфраструктур (КИИ) может быть два случая: когда КИИ имеет аналог и когда - не имеет аналога.

При определении требований к СБО вновь создаваемых КИИ необходимо учитывать следующее.

**Первое.** Современный этап развития характеризуется переходом от экстенсивных к интенсивным путям повышения эффективности за счет качественного совершенствования КИИ и их СБО. Основные направления качественного развития

КИИ наряду с повышением технического уровня и потенциальной эффективности КИИ существенно повышают требования к СБО.

**Второе.** Сложность, высокая стоимость и новизна перспективных КИИ требуют системного, комплексного подхода к решению вопросов их создания и эксплуатации на основе широкого использования современных методов управления, обеспечивающих создание КИИ с внедренными СБО с заданными технико-экономическими и эксплуатационными характеристиками при минимальных затратах.

**Третье.** Разработка СБО перспективных КИИ должна обеспечивать выполнение следующих общих требований:

- достижение конечных целей эксплуатации КИИ при минимальных затратах совокупного труда;

## **Безопасность ключевых систем**

- минимизация численности потребного личного состава;
- снижение занятости личного состава;
- сокращение общей продолжительности работ, проводимых на КИИ;
- уменьшение продолжительности понижения готовности КИИ;
- уменьшение времени восстановления готовности КИИ при проведении работ на них;
- безопасность при проведении работ на КИИ;
- защищенность КИИ от несанкционированных действий;
- повышение эффективности СБО, необходимого ресурса и срока службы КИИ и т.п.

При разработке требований к конкретным типам СБО КИИ состав перечисленных требований конкретизируется.

**Четвертое.** Процессу формирования требований к СБО КИИ должен предшествовать этап разработки сценария, т.е. качественное описание структуры создаваемой КИИ, возможных условий ее эксплуатации, целей и задач СБО, принципов формирования и реализации целевых нормативов.

**Пятое.** Проведение исследований по обеспечению формирования требований к СБО КИИ должно включать:

- формулировку целей (постановку задачи) и неформальное задание критерия оптимальности;
- построение математической модели принятия решения (определение математического выражения для критерия оптимальности (целевой функции) и ограничений), сбор данных и нормативов для решения задачи;
- определение алгоритма поиска оптимального решения;
- проверку модели и оценку решения;
- реализацию (осуществление) решения.

Проведение исследований требует, с одной стороны, широкого использования математических методов, а с другой - учета опыта разработки и реализации требований к СБО КИИ.

**Шестое.** Практические возможности применения математических моделей и методов формирования требований к СБО вновь создаваемых КИИ ограничиваются, в первую очередь, наличием факторов неопределенности исходной информации о развитии научно-технического прогресса, поведения внешней среды, и др.

Наличие фактора неопределенности исходной информации обязывает применять математические модели поэтапного принятия решений при формировании и реализации требований к СБО перспективных КИИ, обеспечивающие поэтапное устранение неопределеностей. В условиях нео-

пределенности на первый план выступают модели поиска допустимых решений, основанные на принципе удовлетворения потребностей, т.е. на принципе соответствия прогнозируемых результатов целевым нормативам.

Принцип удовлетворения потребностей при формировании требований к СБО перспективных КИИ основывается на следующих предпосылках:

а) цели развития СБО КИИ многозначны и не сводятся к единому целевому нормативу, необходимому для формирования критерия оптимальности (целевой функции);

б) при обосновании решений математическому описанию доступно ограниченное множество альтернатив, далеко не исчерпывающее всего набора условий и стратегий;

в) поиск наиболее рационального решения происходит в условиях ограниченного времени, материальных, финансовых и информационных ресурсов, что не позволяет принимать окончательные решения на ранних стадиях разработки КИИ.

Процесс выработки решений при формировании требований к СБО перспективных КИИ в условиях неопределенности исходной информации должен рассматриваться как серия последовательных решений, каждое из которых:

во-первых, окончательно не принимается до тех пор, пока это не вызывается объективной необходимостью,

во-вторых, при каждом последующем уточнении решения учитывается информация, накапливаемая в процессе реализации предыдущих решений.

Кроме того, в условиях неопределенности исходной информации решающее значение приобретает механизм страховки на случай неопределенных изменений условий эксплуатации КИИ. Наконец, в условиях неопределенности исходной информации при формировании требований важная роль принадлежит заказчикам, которые решают вопрос о выборе оптимального варианта требований к СБО перспективных КИИ из множества предлагаемых вариантов.

Таким образом, процесс формирования требований представляет собой сложный, динамичный процесс принятия решений в условиях неопределенности исходной информации и ограничений по ресурсам, срокам разработки и ввода в эксплуатацию КИИ.

Итак, перечисленные обстоятельства обуславливают необходимость разработки алгоритма (структуры) процесса формирования требований к СБО в перспективных КИИ.

## **Некоторые важные аспекты и структура процесса формирования требований к СБО перспективных КИИ**

Процесс формирования требований к СБО перспективных КИИ осуществляется в совокупности взаимосвязанных по месту, времени и содержанию работ, обеспечивающих эксплуатацию КИИ в заданном состоянии готовности, а также применение КИИ по назначению.

Анализ СБО существующих и разрабатываемых КИИ, целей ее функционирования, структуры и взаимосвязи между элементами позволяет отнести ее к большим и сложным системам.

В частности, система защиты информации КИИ различных типов обладает следующими признаками больших систем:

- наличием цели функционирования системы, которая определяет ее основное назначение и характер функционирования;
- участием в системе большого количества объектов, предназначенных для выполнения задачи;
- наличием иерархической структуры системы, состоящей из нескольких уровней подсистем и элементов;
- наличием целей функционирования для каждой подсистемы, этапа эксплуатации, соподчиненностью их целей общесистемным целям;
- наличием управления в системе, представляющего собой процесс целенаправленного воздействия на систему и проявляющегося через взаимодействие элементов системы;
- наличием большого числа внутренних связей в каждой подсистеме между ее элементами;
- непрерывным изменением состояния элементов подсистем и системы в целом, состоящим в изменении законов распределения времени и направлений перехода подсистем и элементов из одного состояния в другие без изменения числа элементов в подсистемах.

Система защиты информации, ее элементы и отношения между ними обладают определенными свойствами, проявляющимися в определенных условиях. Эти свойства могут быть оценены как количественными (детерминированными и стохастическими) показателями, так и качественными признаками. Количественные показатели или качественные признаки свойств СБО и ее элементов, которые проявляются в процессе эксплуатации КИИ, определяя затраты материальных средств, труда и времени, будем называть **характеристиками СБО**.

В соответствии с приведенным определением множество характеристик СБО включает подмножество следующих характеристик:

**надежности** - показатель надежности СБО КИИ в период эксплуатации;

**назначения** - продолжительность приведения СБО КИИ в готовность к применению, время восстановления готовности систем к применению после устранения неисправностей в процессе эксплуатации и др.;

**обслуживаемости** - тип и виды проверок и устранения неисправностей, доступность, объем работ по устранению неисправностей и отказов, количество и состав используемого оборудования, загрузка личного состава, продолжительность и периодичность проведения работ по техническому обслуживанию;

**состава и структуры** - степень централизации личного состава и оборудования, необходимых для проведения работ, размещение, состав и порядок пополнения ЗИП, суммарная численность личного состава, необходимого для технического обслуживания СБО КИИ и др.;

**долговечности** - назначенный срок службы, гарантийный срок службы и др.;

**экономичности** - затраты на эксплуатацию СБО КИИ за установленный период эксплуатации, затраты на эксплуатацию систем в течение года и др.

Здесь же следует отметить, что поскольку КИИ являются многоуровневыми системами, построенными по иерархическому принципу, характеристики СБО дифференцируются по иерархическим уровням КИИ, этапам и процессам эксплуатации, что предопределяет иерархичность структуры требований к СБО КИИ. При этом каждому иерархическому уровню отвечает определенная структура и состав характеристик СБО.

В связи с тем, что СБО КИИ предназначена для обеспечения в течение гарантированного срока эксплуатации КИИ требуемого уровня характеристик назначения, их задаваемые значения определяют выходные характеристики КИИ и составляют высший (I) уровень иерархии.

Состав и структура требований к СБО КИИ, обеспечивающие задаваемые характеристики высшего уровня, будут определять характеристики СБО второго уровня (II).

Примерный качественный состав и структура (номенклатура) задаваемых характеристик СБО различных уровней иерархии КИИ приведены в табл. 1.

Требования к СБО КИИ задаются в виде качественных и количественных характеристик.

Структура и состав задаваемых требований на разрабатываемые СБО КИИ приведены в табл. 2.

Анализ задаваемых требований к СБО КИИ показывает, что в них преобладают качественные

## **Безопасность ключевых систем**

**Таблица 1.**

*Номенклатура характеристик применения и характеристик СБО КИИ*

I-й уровень	1. Характеристики назначения КИИ. 2. Показатели надежности и готовности к применению КИИ. 3. Гарантийный срок эксплуатации КИИ. 4. Стойкость КИИ к внешним воздействиям.
II-й уровень	1. Характеристики назначения СБО КИИ. 2. Характеристики состава и структуры СБО КИИ. 3. Характеристики обслуживаемости СБО КИИ. 4. Требования к средствам эксплуатации и обеспечения СБО.

эксплуатационные требования, контролировать и оценить эффект от реализации которых затруднительно, а зачастую и невозможно. Кроме того, состав этих требований базируется в основном на опыте задания требований к СБО КИИ систем-аналогов и, естественно, не учитывает всего спектра свойств, которыми обладают другие типы пер-

спективных КИИ, что также подчеркивает необходимость разработки единых методологических основ, пригодных для формирования требований, к любым перспективным КИИ.

Создание СБО КИИ представляет собой многоэтапный итеративный процесс. Жизненный цикл системы начинается с момента зарождения идеи

**Таблица 2.**

*Состав задаваемых в технических требованиях характеристик применения и требований к СБО КИИ*

Качественные характеристики	Количественные характеристики
I-й уровень	
Характеристики назначения КИИ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Защищенность КИИ от внешних воздействий.</li> <li>2. Стоимость создания и эксплуатации КИИ.</li> <li>3. Характеристики надежности.</li> </ol>
II-й уровень	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Виды технического обслуживания (ТО).</li> <li>2. Последовательность приведения СБО КИИ в готовность к применению.</li> <li>3. Способы контроля технического состояния систем и достоверности диагностики.</li> <li>4. Порядок работ, проводимых при устранении неисправностей систем.</li> <li>5. Способы проведения технического обслуживания.</li> <li>6. Особенности разрабатываемых элементов СБО КИИ.</li> <li>7. Особенности элементов СБО КИИ по обеспечению возможности подготовки и применения КИИ.</li> <li>8. Особенности технических решений по обеспечению минимальной суммарной численности личного состава, привлекаемого к техническому обслуживанию СБО КИИ.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Характеристики назначения: <ul style="list-style-type: none"> <li>- продолжительность приведения систем в установленную готовность к применению;</li> <li>- максимальная продолжительность восстановления готовности систем к применению в условиях воздействия внешней среды.</li> </ul> </li> <li>2. Характеристики состава и структуры СБО КИИ: <ul style="list-style-type: none"> <li>- численность личного состава, привлекаемого для приведения систем в установленную готовность к применению;</li> <li>- численность личного состава, привлекаемого для устранения неисправностей на системе;</li> <li>- численность личного состава, привлекаемого для проведения технического обслуживания.</li> </ul> </li> </ol>

Качественные характеристики	Количественные характеристики
<p>9. Возможность централизации сил и средств эксплуатации СБО КИИ.</p> <p>10. Характеристики назначения СБО КИИ.</p> <p>11. Характеристики состава средств эксплуатации</p> <p>12. Способы и виды обслуживаемости элементов СБО КИИ.</p> <p>13. Характеристики условий проведения работ.</p> <p>14. Особенности применяемых материалов.</p>	<p>3. Характеристики обслуживаемости СБО КИИ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- периодичность автоматизированного контроля технического состояния;</li> <li>- продолжительность автоматизированного контроля систем;</li> <li>- среднее количество устраниемых неисправностей;</li> <li>- максимальная продолжительность устранения неисправностей СБО КИИ;</li> <li>- продолжительность технического обслуживания СБО КИИ;</li> <li>- продолжительность технического обслуживания элементов СБО КИИ.</li> </ul> <p>4. Характеристики условий проведения работ на компонентах СБО КИИ.</p>

создания нового типа КИИ и включает в себя ряд стадий (рис. 1), каждая из которых характеризуется определенной длительностью и затратами материальных и трудовых ресурсов, определяющими в совокупности полные затраты на создание и эксплуатацию СБО КИИ.

Следует отметить, что важное значение при создании СБО КИИ имеет выбор правильных решений на всех стадиях жизненного цикла, причем наиболее высока ответственность за принятие решений на ранних его стадиях.

Неверное решение, принятое, например, на научно-исследовательской и проектно-поисковой стадии, может вызвать сложности в эксплуатации, затруднить экономичное изготовление элемента СБО КИИ в заданные сроки.

Невозможность или нецелесообразность отмены на последующих стадиях создания СБО КИИ ранее принятых решений, неопределенность в некоторых случаях будущих условий эксплуатации, отмеченная ранее, постоянно возрастающая сложность КИИ, необходимость сокращения сроков ее разработки по причине быстрого морального старения, требуют применения методов системного подхода.

Необходимость использования методов системного подхода связана также с методологическими особенностями решения проблемы, которые заключаются в необходимости рассмотрения совокупности взаимосвязанных элементов, учета большого количества неформализуемых факторов, широком использовании методов прогнозирования и методов экспертных оценок, необходимости учета высокой степени неопределенности,

многокритериальности решаемой проблемы, необходимости генерирования альтернативных целей с последующей декомпозицией на частные задачи и альтернативных вариантов СБО КИИ.

Следует отметить, что важное значение при создании СБО КИИ имеет выбор правильных решений на всех стадиях жизненного цикла, причем



*Рис. 1. Стадии создания перспективных СБО КИИ*

## **Безопасность ключевых систем**

наиболее высока ответственность за принятие решений на ранних его стадиях.

Неверное решение, принятое, например, на научно-исследовательской и проектно-поисковой стадии, может вызвать сложности в эксплуатации, затруднить экономичное изготовление элемента СБО КИИ в заданные сроки.

Невозможность или нецелесообразность отмены на последующих стадиях создания СБО КИИ ранее принятых решений, неопределенность в некоторых случаях будущих условий эксплуатации, отмеченная ранее, постоянно возрастающая сложность КИИ, необходимость сокращения сроков ее разработки по причине быстрого морального старения, требуют применения методов системного подхода.

Необходимость использования методов системного подхода связана также с методологическими особенностями решения проблемы, которые заключаются в необходимости рассмотрения совокупности взаимосвязанных элементов, учета большого количества неформализуемых факторов, широком использовании методов прогнозирования и методов экспертных оценок, необходимости учета высокой степени неопределенности, многокритериальности решаемой проблемы, необходимости генерирования альтернативных целей с последующей декомпозицией на частные задачи и альтернативных вариантов СБО КИИ.

Всестороннее исследование проблемы возможно только при использовании в совокупности следующих аспектов системного подхода:

**функционального**, определяющего функции, которые должна выполнять СБО КИИ и ее элементы, и изучающего функциональные зависимости между элементами системы;

**элементного**, предусматривающего изучение состава системы на основе выделения ее элементов, взаимодействие которых обеспечивает присущие системе качественные особенности. Это изучение необходимо для обоснования анализа и обеспечения на основе последующего синтеза целостности системы;

**структурного**, предполагающего изучение внутренних связей и взаимодействия элементов системы и устанавливающего структуру системы, цель для каждой ее структурной части. Этот аспект является одним из важных, определяющим впоследствии принимаемые технические решения;

**интегративного**, предусматривающего изучение системообразующих механизмов, присущих данной системе, факторы, обуславливающие ее функционирование и развитие;

**коммуникационного**, изучающего систему во взаимодействии с другими системами, окружающей средой и факторы, оказывающие на нее возмущающее воздействие;

**исторического**, учитывающего ретроспективы и перспективы развития системы.

При формировании требований к СБО КИИ необходимо также учитывать особенности решения проблемы. Следует отметить, что определение всей совокупности характеристик СБО не может быть полностью сведено к системе формализованных процедур, так как многие из них требуют, прежде всего, качественного анализа. Существенную помощь в решении таких вопросов оказывает использование одного из основных эффективных методов системного анализа - метода структуризации, основанного на расчленении исследуемой проблемы на элементы, конкретизации целей СБО КИИ, пути и средств их достижения, предусматривающего привлечение компетентных экспертов для выявления различных способов и средств решения конкретных задач. Анализ проблемы с использованием метода структуризации должен рассматриваться как стадия, предшествующая разработке взаимосвязанной системы конкретных моделей и методов обоснования принимаемых решений.

При решении проблемы формирования требований к СБО КИИ необходимо учитывать такие принципы системного анализа, как:

принцип первичности функции по отношению к структуре СБО КИИ и ее характеристикам,

подчиненность характеристик СБО КИИ основным функциям, выполняемым КИИ,

необходимость рассмотрения различных вариантов этих требований для отбора тех, которые обеспечивают выполнение стоящих перед КИИ задач при наименьших затратах.

С учетом изложенных аспектов системного подхода и стадий жизненного цикла СБО КИИ последовательность решения рассматриваемой проблемы может состоять из следующих основных этапов:

формирование облика СБО КИИ;

определение целей задания требований, построение дерева целей и выбор путей их достижения, разработка требований и значений характеристик СБО;

оценка альтернативных вариантов СБО КИИ, выбор варианта требований к СБО КИИ и характеристикам СБО для их задания в ТТ.

Остановимся подробно на перечисленных основных этапах формирования требований к СБО КИИ.

Облик СБО КИИ формируется с учетом результатов прогноза их развития и имеющихся научно-

## *Анализ и синтез требований к системам безопасности объектов...*

исследовательских и проектно-поисковых проработок. При этом предварительно устанавливаются структура перспективной КИИ (перечень наименований и количество составных частей, возможные функционально-конструктивные решения), условия эксплуатации (перечень характеристик, определяющих условия использования и включающих характеристики среды, в которой должны действовать системы, и характеристики вероятного внешнего воздействия). Для проведения дальнейших исследований на рассматриваемом этапе целесообразно уточнить время, отведенное на создание системы, условия ее развертывания (ожидаемые темпы ввода), ожидаемый гарантийный срок службы системы.

Следующим этапом решения проблемы формирования требований к СБО КИИ в соответствии с принципами системного подхода является формирование основных целей функционирования системы. При формировании целей необходимо учитывать, что они должны в максимальной степени соответствовать перспективным возможностям, вытекающим из сложившихся тенденций научно-технического развития, и будущим потребностям заказчика. При этом выполнение основных целей должно обеспечивать достижение главной цели функционирования СБО КИИ, которая подчинена задачам, стоящим перед создаваемыми КИИ. Состав основных целей для создаваемой конкретной КИИ согласовывается с заказчиком и при необходимости корректируется. Таким образом, осуществляется итеративный процесс согласования, который дает возможность более полно установить цели, изменить или определить их заново.

С учетом основных целей функционирования СБО КИИ на основе использования принципов системного анализа строится нормативное дерево целей и путей их достижения (структурная модель), которое охватывает элементы системы (с учетом их взаимосвязи) и этапы их эксплуатации.

На основе количественного и качественного анализа передового отечественного и зарубежного опыта, тенденций развития науки и техники, имеющегося задела новых разработок и их инженерного анализа, уровня проработанности запатентованных идей, возможностей промышленности при сроках, отпущеных на создание КИИ, необходимо оценить возможность реализации зафиксированных в деревьях целей и путей их достижения.

Построенное дерево целей позволяет определить возможный состав требований к СБО КИИ и, кроме того, возможные рекомендации по раци-

ональным вариантам отдельных конструктивно-схемных (компоновочных) решений ее элементов.

Для определения наиболее вероятного направления развития СБО КИИ необходимо:

оценить возможность качественного скачка в развитии систем на основе новых технических идей. Такое развитие наиболее вероятно в случаях, когда характеристики СБО достигли предельных значений при имеющемся заделе новых разработок, запатентованных идей, появились конкурентоспособные решения в смежных или других отраслях техники, резко изменились требования заказчика;

оценить возможность развития СБО КИИ на базе прежних решений за счет улучшения отдельных их характеристик;

определить характеристики ожидаемых условий развития КИИ в рассматриваемый период, а также установить общий ход развития их СБО.

При рассмотрении состава требований к СБО КИИ целесообразно выделить характеристики, требования к которым достигли предельно возможных значений, и характеристики, требования к которым установлены действующими нормативными документами. Это позволит определить состав остальных характеристик, требования к которым могут прогнозироваться. Прогнозирование должно осуществляться с учетом видов и объема ресурсов, необходимых для создания СБО КИИ с этими характеристиками, и дефицитности отдельных ресурсов. При этом следует определить прогрессивность и перспективность требований к характеристикам СБО. С этой целью на основе использования результатов проводимых научно-исследовательских работ по перспективам развития СБО КИИ оценивается длительность периода, в течение которого они будут в состоянии отвечать на возрастающие со временем требования к ним, а также учитывается влияние задаваемых требований к характеристикам СБО на характеристики применения.

Таким образом, изложенный подход к определению требований к СБО КИИ наряду с учетом перспектив технического прогресса стимулирует освоение новых технических идей.

Необходимым и важным условием в решении проблемы формирования требований к СБО КИИ является проверка достижения поставленных основных целей задания требований. Достижение основных целей может быть оценено по обобщенным характеристикам, к которым следует отнести показатели надежности, временные (суммарное время приведения КИИ в готовность к применению, максимальная продолжительность

## Безопасность ключевых систем

устранения неисправностей, периодичность и продолжительность технического обслуживания, периодичность проверок систем и т. д.) и ресурсные показатели.

Обобщенные характеристики могут быть определены с помощью соответствующих математических моделей, которые конкретизируются для каждого нового образца КИИ. Эти характеристики должны определяться для одной КИИ или всей совокупности создаваемых КИИ в условиях их развертывания по прогнозируемым значениям частных количественных эксплуатационных характеристик.

Из полученного множества характеристик целесообразность задания требования к каждой из обобщенных и частных характеристик может быть оценена экспертным методом. При этом, как показывает опыт задания требований и отработки СБО КИИ, необходимо учитывать:

возможность прямой оценки выполнения требований по данной характеристике СБО. Предпочтение следует отдавать требованиям, степень реализации которых можно оценить прямым путем на всех стадиях создания СБО КИИ. Этому требованию должна быть подчинена и форма задания требований к характеристикам СБО;

имеющийся опыт задания и отработки требований к существующим СБО КИИ, а также возможности их оценки за сроки, отведенные на ее отработку;

относительную важность требований. Предпочтение отдается тем требованиям, которые влияют на выполнение нескольких основных целей.

В общем случае в результате отбора требований получается несколько их альтернативных вариантов, из которых для последующего анализа необходимо отобрать варианты, удовлетворяющие ограничениям на разработку СБО КИИ, определяемым и согласовываемым с заказчиком. Такими ограничениями, например, могут быть:

сроки разработки, изготовления и ввода системы в эксплуатацию;

суммарные затраты на проектирование, разработку, производство и развертывание СБО КИИ;

затраты на эксплуатацию совокупности создаваемых КИИ;

численность личного состава и его загрузка и др.

Таким образом, на этом этапе конкретизируется облик СБО КИИ, осуществляется ее формализованное описание и анализ требований, определяющих достижение поставленных целей, осуществляется исследование функционирования вариантов СБО КИИ с определением оценок ее обобщенных характеристик.

К основным особенностям этого этапа исследований следует отнести необходимость построения формализованных моделей СБО КИИ и процесса ее функционирования, учета данных экспериментов, проводимых разработчиками на ранних стадиях создания СБО КИИ, учета прошлого опыта при исследовании аналогичных КИИ и определение возможности его использования для новых типов СБО КИИ, направленность результатов исследования на обеспечение принятого решения. Основу данного этапа составляют методы математического моделирования.

Задача выбора варианта требований СБО к КИИ относится к задачам теории принятия решения по нескольким критериям. Формальным обобщением процесса выбора решений служит векторная модель оптимизации общего вида

$$W_o = \text{opt } W(x)$$

где:

$W_o$  – оптимальное решение  
 $x = (x_1, x_2, \dots, x_k)$  – вектор частных эксплуатационных требований, а  $D_x$  – подмножество их допустимых значений;

$W = (W_1, W_2, \dots, W_n)$  – вектор обобщенных эксплуатационных требований, а  $D_W$  – подмножество их допустимых значений;

$\text{opt}$  – оператор оптимизации вектора  $W$ , имеющий смысл отношения порядка и определяющий правила выбора принципов оптимального решения, позволяющих учитывать качество решения по всем рассматриваемым обобщенным требованиям.

Реализация данной модели может быть проведена любыми способами и не обязательно с использованием математической модели оптимизации, но обязательно при участии лица, принимающего решение.

В том случае, если представляется возмож-

## *Анализ и синтез требований к системам безопасности объектов...*

ность выделить в качестве главной (доминирующей) одну из обобщенных характеристик (например, численность личного состава), а на остальные требования наложить ограничения, то выбор наилучшего варианта из числа допустимых (соответствующих наложенным ограничениям) производится по главному требованию.

Выбранные таким образом варианты требований к СБО КИИ предлагаются в виде технических требований (ТТ) для проработки предприятиям-разработчикам на стадиях проведения научно-исследовательских (проектно-поисковых) работ и разработки технических предложений.

Целями такой проработки являются:

обоснование научных, экономических и организационных возможностей создания СБО КИИ с характеристиками, удовлетворяющими требованиям ТТ;

анализ возможности разработки системы с более высокими, чем заданные, характеристиками СБО, а также сравнения создаваемой СБО КИИ по основным эксплуатационным характеристикам с другими существующими и разрабатываемыми отечественными и зарубежными системами;

выработка обоснованных предложений о внесении изменений в проект ТТ.

Материалы технических предложений являются основой либо для окончательного выбора варианта требований, предлагаемых для включения их в ТТ, либо для обоснования необходимости внесения изменений и дополнений в технические предложения (или разработки новых технических предложений). При этом целесообразно учитывать предложения предприятия-разработчика о внесении изменений в ТТ, а также информацию, содержащуюся в технических предложениях и включающую сведения:

о проработках возможных вариантов СБО КИИ, особенностях функционирования и эксплуатации ее элементов, обосновании основных технических решений и выборе варианта компоновки системы, ее составных частей и основных элементов с учетом надежности и технико-экономических показателей КИИ;

сравнительном анализе технического уровня создаваемой системы с достижениями отечественной и зарубежной науки и техники;

структурных и функциональных схемах надежности КИИ и ее основных элементах, расчетах основных показателей надежности;

возможностях унификации, стандартизации и использования существующих и разрабатываемых элементов СБО КИИ;

оценке технико-экономических показателей

системы и др.

Окончательный вариант требований к СБО создаваемой КИИ, выбираемый на основе проводимых работ, согласовывается с заказчиком и включается в ТТ.

Таким образом, предлагаемая структура процесса формирования требований к СБО перспективных КИИ учитывает условия наиболее эффективного применения СБО КИИ на основе научно-технического прогнозирования развития СБО и использования результатов выполнения проблемных фундаментальных исследований, научного обобщения опыта разработки и эксплуатации существующих КИИ, исследований патентной и технической документации, анализа технических предложений разрабатываемых КИИ, новейших достижений и перспектив развития отечественной и зарубежной техники.

При разработке СБО КИИ первичным является целевой анализ, т.е. выявление цели (целей) СБО КИИ, уяснение того, что объективно нужно для обеспечения требуемой эффективности КИИ, характеризующейся совокупностью показателей.

Требуемый уровень показателей эффективности может быть достигнут только при условии обеспечения основных характеристик СБО КИИ в течение гарантийного срока ее эксплуатации. Поэтому организация эксплуатации СБО КИИ должна обеспечивать поддержание в течение гарантийного срока эксплуатации требуемого уровня их основных характеристик.

Следовательно, в качестве показателя эффективности СБО КИИ на этапах применения должна быть рассмотрена вероятность выполнения задачи системами, которые в случайный момент времени могут быть подвергнуты внешнему воздействию, ограничивающему возможность выполнения ими задачи.

Для разработки математических зависимостей, определяющих показатель эффективности СБО КИИ с учетом возможного воздействия на этапе подготовки систем к применению, рассматривается сложная система, которая может находиться в одном из возможных состояний - исправное состояние, состояние проверки, устранение неисправности, состояние технического обслуживания и т. д.

В процессе восстановления готовности СБО КИИ к применению из различных состояний возможно случайное внешнее воздействие. Время между поступлением команды на подготовку к применению и внешнему воздействию будем считать случайным с известной функцией распределения  $F_{C(t)}$ .

## Безопасность ключевых систем

Предположим, что в произвольный момент времени  $t_k$  поступает команда на выполнение задачи за заданное время  $t$ . Предполагая, что внешнее воздействие может помешать выполнить задачу только на этапе подготовки к применению и применения, можем записать следующее выражение для определения вероятности успешного выполнения задачи СБО КИИ за заданное время  $t$ :

$$W(t) = \sum_{i=1}^n \theta_i P'(\tau_c) B(i, t) P_i(\tau_{\text{пр}}) P(\tau_3),$$

где:

- $\theta_i = \frac{\tau_i}{\tau_3}$  – вероятность нахождения систем в  $i$ -м состоянии;
- $\tau_i$  – суммарная продолжительность нахождения систем в  $i$ -м состоянии за время эксплуатации СБО КИИ;
- $P'(\tau_c)$  – вероятность доведения команды на подготовку и применение за время не более  $\tau_c$  до систем;
- $B(i, t)$  – вероятность подготовки к применению из  $i$ -го состояния за заданное время  $t$ ;
- $P_i(\tau_{\text{пр}})$  – вероятность успешной работы системы при условии, что функционирование произведено из  $i$ -го состояния;
- $P(\tau_3)$  – вероятность достижения заданной цели.

Вероятности  $B(i, t)$ ,  $P_i(\tau_{\text{пр}})$  и  $P(\tau_3)$  определяются по соответствующим методикам.

Успешная подготовка систем к работе и функционированию за время, не превышающее  $t$ , может быть осуществлена путем реализации одного из следующих событий:

подготовка и работа систем произведены за заданное время при отсутствии случайных воздействий;

подготовка и функционирование системы произведены под воздействием, которое не привело к срыву выполнения задачи, подготовка систем и работа закончились за время, не превышающее  $t$ .

При оценке эффективности СБО перспективных КИИ на ранних стадиях их создания необходимо учитывать затраты на реализацию СБО КИИ, поскольку ресурсы, выделяемые на ее разработку ограничены. Необходимость учета затрат накладывает дополнительные требования на оценку эффективности СБО КИИ. Задача в этом случае сводится к задаче поиска компромисса между характеристиками элементов СБО КИИ.

Основную роль при решении задачи оценки эффективности СБО КИИ играют методы анализа эффективности затрат. Главное назначение метода анализа эффективности затрат заключается в том, чтобы установить связь затрат с конечным результатом их использования, т.е. мерой выполнения поставленной задачи. В качестве такой меры можно использовать показатель эффективности СБО КИИ.

Для проведения анализа эффективности СБО перспективных КИИ необходимо определение следующих основных факторов:

ресурсов (материальных, людских, финансовых и др.) в стоимостном и натуральном выражении;

способов использования ресурсов (варианты СБО КИИ с учетом их особенностей);

конечных результатов (меры выполнения поставленных задач).

Общему анализу эффективности систем посвящены многие работы. С учетом рекомендаций, изложенных в этих работах, решение задачи анализа эффективности системы эксплуатации КИИ проводится в такой последовательности:

определяются условия эксплуатации КИИ, учитываются при этом также характеристики внешней среды;

определяются альтернативные варианты СБО КИИ с учетом их стоимости;

разрабатывается модель для определения затрат, позволяющая определять стоимость вариантов СБО КИИ:

$$C = f(\{Xi\})$$

где  $Xi$  – множество характеристик СБО КИИ;

разрабатывается модель для определения эффективности СБО КИИ;

анализируется соотношение стоимости и эффективности СБО КИИ;

производится сравнительная оценка вариантов СБО КИИ.

Процесс и результаты анализа эффективности затрат не предопределяют выбора конкретного варианта по возможным способам использования ресурсов.

Задача анализа заключается лишь в том, чтобы выделить возможные и целесообразные варианты СБО КИИ и получить и исходные данные для принятия окончательного решения заказчиком.

## **Литература**

1. Проект Федерального закона "О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации". Url: [www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_PRJ\\_109240](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_PRJ_109240)
2. Агеев С.А., Саенко И.Б., Филиппов А.Г. Концептуальное моделирование управления доступом к информации в ключевой системе информационной инфраструктуры // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России". 2011. №4. С.55-60.
3. Бородакий Ю.В., Добродеев А.Ю. Проблемы и перспективы создания автоматизированных систем в защищенном исполнении // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2007. Т. 76. № 1. С. 3-6.
4. Захаренков А.И., Лазарев В.М. Модель системы мониторинга угроз информационной безопасности // Информационные и телекоммуникационные технологии. 2013. № 18. С. 54-62.
5. Калашников А.О., Ермилов Е.В., Чопоров О.Н., Разинкин К.А., Баранников Н.И. Атаки на информационно-технологическую инфраструктуру критически важных объектов: оценка и регулирование рисков / Под ред. чл.-корр. РАН Д.А. Новикова. Воронеж: ВГТУ, 2013. 220 с.
6. Кононов А.А., Черешкин Д.С. Ключевые проблемы обеспечения безопасности Национальной информационной инфраструктуры//Информационное общество. 2002. Вып. 1. С. 8-18.
7. Критически важные объекты и кибертерроризм. Часть 1. Системный подход к организации противодействия / Под. Ред. В.А.Васенина. МЦНМО, 2008. 398 с.
8. Марков А.С. Модели оценки и планирования испытаний программных средств по требованиям безопасности информации // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Приборостроение». 2011. Специальный выпуск «Технические средства и системы защиты информации». С. 90-103.
9. Математические модели и алгоритмы процессов эксплуатации сложных систем / Под общ. ред. В.А. Чобаняна и В.В. Линника. М.: ВА РВСН им. Петра Великого, 2005. 168 с.
10. Методы оценки несоответствия средств защиты информации / А.С.Марков, В.Л.Цирлов, А.В.Барабанов; под ред. А.С.Маркова. - М.: Радио и связь, 2012. 192 с.
11. Хомяков И.В. Модель элемента системы защиты критически важного объекта // Безопасность информационных технологий. 2012. № 1. С. 51-57.
12. Чобанян В.А. Методы определения и контроля эксплуатационных требований к перспективным сложным системам. М.: ВА РВСН им. Петра Великого, 2005. 344 с.
13. Шивдяков Л.А., Соловьев С.В., Язов Ю.К. Некоторые онтологические аспекты проблемы обеспечения безопасности информации в критически важных системах информационной инфраструктуры // Информация и безопасность. 2010. Т. 13. № 3. С. 411-414.

## **References**

1. Proekt Federal'nogo zakona "O bezopasnosti kriticheskoi` informatcionnoi` infrastruktury` Rossii`skoi` Federacii". Url: [www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_PRJ\\_109240](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_PRJ_109240)
2. Ageev S.A., Saenko I.B., Philippov A.G. Kontceptual'noe modelirovanie upravleniya dostupom k informatcii v cluchevoi` sisteme informatcionnoi` infrastruktury` // Vestneyk Sankt-Peterburgskogo universiteta GPS MChS Rossii". 2011. No 4. pp. 55-60.
3. Borodakii` lu.V., Dobrodeev A.lu. Problemy` i perspektivny` sozdaniia avtomatizirovanny` kh sistem v zashchishchennom ispolnenii // Izvestiia luzhnogo federal'nogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. 2007. T. 76. No 1. pp. 3-6.
4. Zaharenkov A.I., Lazarev V.M. Model` sistemy` monitoringa ugroz informatcionnoi` bezopasnosti // Informatcionny`e i telekomunikacionny`e tekhnologii. 2013. No 18. pp. 54-62.
5. Kalashnikov A.O., Ermilov E.V., Choporov O.N., Razinkin K.A., Barannikov N.I. Ataki na informatcionno-tehnologicheskuiu infrastrukturu kriticheski vazhny`kh ob``ektov: ocenka i regulirovanie riskov / Pod red. chl.-kor. RAN D.A. Novikova. Voronezh: VGTU, 2013. 220 p.
6. Kononov A.A., Chereshkin D.S. Cluchevy`e problemy` obespecheniiia bezopasnosti Natcional`noi` informatcionnoi` infrastruktury`//Informatcionnoe obshchestvo. 2002. Vy`p. 1. pp. 8-18.
7. Kriticheski vazhny`e ob``ekty` i kiberterrorizm. Chast` 1. Sistemny`i` podhod k organizacii protivodei`stviia / Pod. Red. V.A.Vasenin. MTCNMO, 2008. 398 p.
8. Markov A.S. Modeli ocenki i planirovaniia ispy`tanii` programmny`kh sredstv po trebovaniiam bezopasnosti informatcii // Vestneyk MGTU im. N.E. Baumana. Ser. «Priborostroenie». 2011. Spetsial`ny`i` vy`pusk «Tekhnicheskie sredsta i sistemy` zashchity` informatcii». pp. 90-103.
9. Matematicheskie modeli i algoritmy` protcessov e`kspluatatcii slozhny`kh sistem / Pod obshch. red. V.A. Chobaniana i V.V. Leennika. M.: VA RVSN im. Petra Velikogo, 2005. 168 p.
10. Metody` ocenki nesootvetstviia sredstv zashchity` informatcii / A.S.Markov, V.L.Tcirlov, A.V.Barabanov; pod red. A.S.Markova. - M.: Radio i sviaz', 2012. 192 p.
11. Homiakov I.V. Model` e`lementa sistemy` zashchity` kriticheski vazhnogo ob``ekta// Bezopasnost` informatcionny`kh tekhnologii`. 2012. No 1. pp. 51-57.
12. Chobanian V.A. Metody` opredeleniia i kontrolia e`kspluatatcii`kh trebovaniii` k perspektivnym slozhny`m sistemam. M.: VA RVSN im. Petra Velikogo, 2005. 344 p.
13. Shvidyakov L.A., Solov`ev S.V., Iazov Iu.K. Nekotory`e ontologicheskie aspekty` problemy` obespecheniiia bezopasnosti informatcii v kriticheski vazhny`kh sistemakh informatcionnoi` infrastruktury` // Informatciia i bezopasnost'. 2010. T. 13. No 3. pp. 411-414.