

КОМПЛЕКС АБСТРАКТНЫХ И МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СВОЙСТВ И ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

COMPLEX OF ABSTRACT AND MATHEMATICAL MODELS FOR STUDYING PROPERTIES AND PARAMETERS OF SPECIAL-PURPOSE COMMUNICATION SYSTEMS

A. Burdin
G. Baiseitov
S. Krivtsov
O. Duisembekov
V. Dmitriev

Summary. the paper considers a set of abstract and mathematical models of special-purpose communication systems. General methodological principles of research of communication systems, as well as the principles of construction of conceptual, content and mathematical models of communication systems for special purposes.

Keywords: special purpose communication system, decision-making process, official, decision-makers, principles of communication systems research, conceptual model, informative model, mathematical model.

Бурдин Александр Георгиевич

К.в.н., доцент, ФГКВОУ ВО «Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Будённого» (г. Санкт Петербург)
staskriv1979@yandex.ru

Байсаитов Гани Нуралиевич

К.т.н., ФГКВОУ ВО «Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Будённого» (г. Санкт Петербург)
bayyseitov.ganinurgalievich@rambler.ru

Кривцов Станислав Петрович

Старший преподаватель, ФГКВОУ ВО «Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Будённого» (г. Санкт Петербург)
staskriv@mail.ru

Дуйсембеков Оркен Авайсканович

Адъюнкт, ФГКВОУ ВО «Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Будённого» (г. Санкт Петербург)
arlan070707@mail.ru

Дмитриев Владимир Иванович

Д.т.н., профессор, ФГКВОУ ВО «Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Будённого» (г. Санкт Петербург)
Vidmitriev949@yandex.ru

Аннотация. в работе рассмотрен комплекс абстрактных и математических моделей систем связи специального назначения. Общие методологические принципы исследования систем связи, а также принципы построения концептуальных, содержательных и математических моделей систем связи специального назначения.

Ключевые слова: система связи специального назначения, процесс принятия решения, должностное лицо, лицо принимающие решение, принципы исследования систем связи, концептуальная модель, содержательная модель, математическая модель.

Системы связи специального назначения (СССН) являются человеко-машинными системами и относятся к классу целенаправленных управляемых систем, управляющая роль в которых принадлежит человеку или лицу, принимающему решение (ЛПР). Такими системами занимается кибернетика и, в частности, теория исследования операции. При использовании термина исследование операции, имеется в виду применение различных методов для моделирования существенных свойств систем и анализа их параметров (характеристик), между тем СССР — сложная иерархическая струк-

тура, состоящая из большого множества систем связи по звеньям управления, существенно различающихся по оперативнотактическим условиям функционирования, предъявляемым функциональным требованиям и коренным образом отличающихся от гражданских систем[1].

В процессе принятия решения выявляется процедуры формулировки (определения) целей систем связи специального назначения, выбора показателей степени достижения цели, синтеза возможных альтернатив пове-

дения и выбора из них наиболее рациональных. Для них характерны высокая степень ответственности за принятые решения часто влекущая за собой серьёзные последствия. а также высокая степень неопределенности исходных данных. Важную роль в этих условиях играет выбор аппарата оценки эффективности принимаемых решения должностными лицами, а также некоторую долю уверенности в правильности определенных путей и направлении развития рассматриваемых систем.

Наиболее общим методологическим принципам исследования системы связи, рассматриваемым в статье, в настоящее время является системный подход. В рамках системного подхода взаимосвязанная система связи специального назначения рассматривается как техническая основа (как составная часть) системы управления операцией (систем более высокого порядка). Методология исследования таких систем основана на сочетании методов индукции (рассмотрения от простого к сложному или от частного к общему) и дедукции (декомпозиции), то есть рассмотрение от общего к частному, от сложного к простому. Воспользуемся частным случаем такого подхода — рассмотрение системы связи в рамках иерархической структуры, основными признаками которой являются:

- ◆ последовательное вертикальное расположение подсистем (сетей связи), составляющих данную систему (вертикальная декомпозиция);
- ◆ приоритет действий или право вмешательства подсистем верхнего уровня;
- ◆ зависимость действий подсистем верхнего уровня от фактического исполнения нижними уровнями своих функций.

При описании системы связи специального назначения целесообразно рассмотреть три вида иерархии:

- ◆ иерархия описания или абстрагирования;
- ◆ иерархия цели;
- ◆ иерархия принятия решение.

Иерархия описания или абстрагирования системы связи вводится как способ разрешения противоречий между простотой описания и необходимостью учета многочисленных (поведенческих) характеристик системы.

В данном случае система задается множеством моделей, каждая из которых формируется с точки зрения различных уровней абстрагирования.

Для каждого уровня иерархии существует свои особенности, переменные, законы и принципы, с помощью которых и описываются поведения системы, а также, свой собственный набор терминов, концепций и принципов.

Концептуальная модель сети связи специального назначения есть абстрактная модель, содержащая описание (преимущественно на качественном уровне) принципов построения и структуры системы, анализ её существенных свойств на предмет соответствия требованиям, а также основные вопросы организации управления системой в процессе функционирования.

К основным элементам концептуальной модели сети связи специального назначения (СССН) относятся: предназначение (цель функционирования) СССР; принципы её построения, функционирования; принципы логики; общая структура (состав элементов системы и среды, взаимосвязей и их характеристик); существенные свойства системы и реализуемого ею процесса; показатели (существенных свойств) и требования, предъявляемые к значениям этих показателей; механизм функционирования системы и её взаимодействие со средой; а также оценка (результаты) адекватности модели.

При исследовании системы связи целесообразно концептуальную модель в два этапа:

- ◆ на первом этапе строится концептуальная модель существующей (построенной на основе разных подсистем без специальных элементов взаимодействия между ними в интересах достижения основной цели) системы связи с целью определения факта наличия проблемы и описания её существа, при этом производится сравнительный анализ значения показателей существенных свойств системы с требуемыми значениями этих показателей.
- ◆ на втором этапе разрабатывается концептуальная модель вновь создаваемой системы, которая является средством решения проблемы, вскрытой при предыдущем концептуальном моделировании существующей системы связи.

Концептуальная модель в отличии от содержательной модели, является первым шагом на пути формализации системы связи. Следующим шагом является разработка собственно математических моделей. В этом случае концептуальная модель является связывающим звеном между содержательной и математическими моделями.

Содержательная модель в данной статье рассматривается как отдельная модель, важность которой считается выше важности всех вместе взятых моделей комплекса моделей, принятого для исследования.

Основными признаками, по которым модель можно отнести модели к классу содержательных моделей является:

- ◆ содержательная модель, которая выбирает и обосновывает исходные данные, уточняет их количественные значения для конкретных свойств системы связи, определяет точность исследования. Она определяется качеством выбора исходных данных. Поэтому её надо обязательно иметь в составе комплекса моделей, а её адекватность должна проверяться всеми доступными методами до полной убежденности в её соответствии объекту по выбранным существенным его свойствам.
- ◆ содержательная модель используется только как исходные данные для построения других моделей комплекса (и в первую очередь концептуальной). На её основе никакого самостоятельного результата в аспекте цели исследования получить нельзя.
- ◆ содержательная модель ССН сделана специально сверх избыточной, так как на её основе построен целый ряд моделей, каждая из которых соответствует своей отдельной цели исследования.
- ◆ содержательная модель не имеет описания симптомов проблемы и природы управляемых характеристик.

Концептуальная модель присутствует в обязательном порядке как в научных исследованиях, так и при формировании структуры взаимоувязанной системы связи, на очередную операцию, должностными лицами.

Обобщённо функциональную архитектуру ССН можно представить в виде трёхуровневой концептуальной модели, представленной на рисунке 1.

Первый уровень (внутренний) описывает функции и правила взаимосвязи при передаче различных видов информации между территориально удалёнными абонентскими системами через физические каналы связи (передачи) и реализуются транспортной сетью.

Второй уровень (промежуточный) описывает функции и правила обмена информацией в интересах взаимосвязи прикладных процессов различных абонентских систем и реализуется телекоммуникационной сетью. Телекоммуникационная сеть представляет собой единую инфраструктуру для обмена различными видами информации в интересах пользователей информационной сети.

Третий уровень (внешний) образуется совокупностью прикладных процессов, размещённых в территориально удалённых абонентских системах. Абонентские системы являются потребителями информации и выполняют её содержательную обработку. третий уровень,

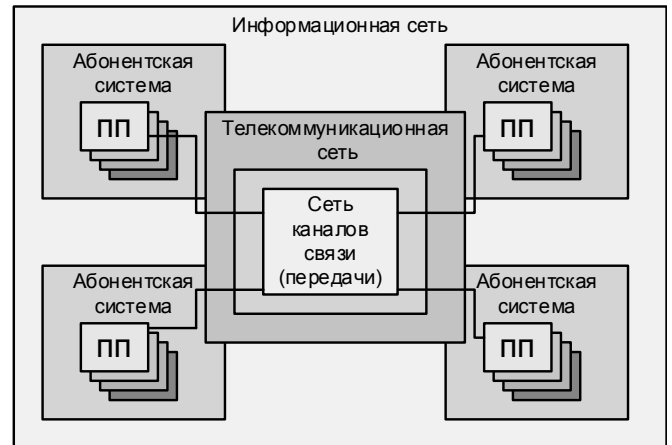


Рис. 1. Обобщённо функциональная архитектура ССН

дополняя первый и второй указанными функциями обработки информации, образует внешний облик информационной сети[1].

В комплекс моделей введено более 10 математических моделей. Это сделано только с одной целью — получить близкие к реальным значениям характеристики основных свойств взаимоувязанной системы связи.

Далее рассмотрим принципы построения математических моделей, что позволяет сделать вывод о важности математического моделирования в сложных системах специального назначения.

Принцип соответствия модели цели исследования. Создание моделей для анализа параметров свойств системы базировалась на конкретизации цели исследования (моделирования). Исключен опыт создания модели на все случаи. В основу определения цели положены принципы логики такие как:

- ◆ анализ самой системы связи, а не представление о ней;
- ◆ рассмотрение конкретной системы связи в конкретных условиях её функционирования;
- ◆ анализ только тех свойств и связей, которые существенны в условиях проведения операции.

В принципе соответствия между сложностью модели и точностью результатов используя правило — построения модели определенной сложности, с помощью которой необходимо добиться максимальной точности результатов моделирования.

При построении математических моделей используются методы по уменьшению их сложности такие как уменьшение числа характеристик возмущающих факторов, то есть из множества характеристик системы связи

исключаются те, которые могут быть определены без моделирования или которые являются вторичными, изменение природы характеристик системы, изменение функциональной зависимости между характеристиками, а также изменение ограничений.

Принцип баланса погрешностей: погрешность метода; остаточная погрешность; начальная погрешность; погрешность ограничения.

Для баланса погрешностей определены следующие составляющие: точность вычислений должна соответствовать точности самих исходных данных. а точность самих исходных данных практической потребности, для которой нужны результаты моделирования и сама модель в целом.

Для удобства процесс математического моделирования условно разбит на ряд этапов.

На начальном этапе моделирования, ибо именно здесь вырабатывается решения, которые существенным образом определяют содержание и результаты всех остальных этапов.

Непосредственно построение модели начинается с содержательного описания взаимосвязанной системы связи. Система связи описывается с позиции системного подхода. При этом определяется совокупность элементов, их возможные состояния, указываются связь между ними, даются сведения о физической природе исследуемого объекта. Создание комплекса моделей проводится с учетом требования адекватности, т.е. адекватность находится в противоречии с требованием простоты и это

всегда учитывается при проверке моделей на адекватность. Проверяются причины неадекватности моделей: это идеализация внешних условий и режимов функционирования, исключение тех или иных параметров, пренебрежение некоторыми случайными факторами. Кроме того, отсутствие точных сведений о внешних воздействиях и определенных особенностях процесса функционирования системы. принятие способы аппроксимации и различного рода допущении также ведут к уменьшению соответствия между моделью и системой связи.

Завершающим этапом моделирования является перенос результатов моделирования на реальный объект — взаимосвязанную систему связи специального назначения, для принятия решения о работоспособности системы, прогнозирования её поведения и для оптимизации её функционирования. При этом, прогноз развития системы связи является главной целью моделирования. он заключается в оценке поведения системы в будущем при определенных сочетании внешних и внутренних дестабилизирующих факторов. Оптимизация же представляет собой определения такой стратегии поведения взаимосвязанной системы с учетом среды, при которой достижение цели функционирования системы управления обеспечивалось бы при минимальном или допустимом расходе ресурсов.

В процессе построения и проектирования СССН ключевую роль играет построение абонентских и внутренних сетей связи таким образом, чтобы должностные лица пунктов управления могли в полном объеме использовать все возможности сети связи, а также с максимальным удобством пользоваться теми услугами связи, которые она может им предоставить[3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Исаков Е. Е., Мякотин А. В., Губская О. А., Кривцов С. П. Оптимальная цифровизация военных систем связи. Современная наука. Актуальные проблемы теории и практики. Серия естественные и технические науки № 3–4. 2017. С. 22–26.
2. Кутузов О. И., Татарникова Т. М. Моделирование систем и сетей телекоммуникаций. Учебное пособие. —Спб, изд. РГГМУ, 2012. С.3–7.
3. Исаков Е. Е., Мякотин А. В., Жадан А. П., Кривцов С.П, Басулин Д. В. Оценка необходимых и достаточных значений реальной пропускной способности военных систем передачи информации. Информация и космос. Радиотехника и связь. СПб. 2017. С. 133–136.

© Бурдин Александр Георгиевич (staskriv1979@yandex.ru),

Байсаитов Гани Нуралиевич (bayyseitov.ganinurgalievich@rambler.ru), Кривцов Станислав Петрович (staskriv@mail.ru),

Дуйсембеков Оркен Авайсканович (arlan070707@mail.ru), Дмитриев Владимир Иванович (Vidmitriev949@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»