

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

Н.Б. Бехтина

**МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ
И АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ**

ПОСОБИЕ
по проведению практических занятий

*для студентов I курса
направления 25.04.01
очной формы обучения*

Москва-2016

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)**

**Кафедра аэродинамики, конструкций и прочности
летательных аппаратов
Б.Н. Бехтина**

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ

ПОСОБИЕ
по проведению практических занятий

*для студентов I курса
направления 25.04.01
очной формы обучения*

Москва-2016

ББК 518

Б 55

Рецензент д-р техн. наук, профессор В.Г. Ципенко

Бехтина Н.Б.

Б 55 Методы обработки и анализа информации: пособие по проведению практических занятий. – М.: МГТУ ГА, 2016. – 32 с.

Данное пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Методы обработки и анализа информации» по учебному плану для студентов I курса направления 25.04.01 очной формы обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 13.09.2016 г. и методического совета 11.10.2016 г.

Подписано в печать 10.11.2016 г.

Печать офсетная
1,86 усл.печ.л.

Формат 60x84/16
Заказ № 113

1,57 уч.-изд. л.
Тираж 80 экз.

Московский государственный технический университет ГА
125993 Москва, Кронштадтский бульвар, д.20
Редакционно-издательские услуги ООО «Имидж-студия Арина»
127051 Москва, М. Сухаревская пл., д. 2/4 стр.1

СОДЕРЖАНИЕ

	страница
Практическое занятие 1	4
Практическое занятие 2	12
Практическое занятие 3	16
Практическое занятие 4	22
Практическое занятие 5	28
Список литературы	32

Практическое занятие 1

О КОНЦЕПЦИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Как следует из документов ИКАО и из Воздушного кодекса РФ, для обеспечения безопасности полетов необходима эффективная работа системы обеспечения безопасной эксплуатации гражданских воздушных судов (ВС)

Главные компоненты

обеспечения безопасной эксплуатации воздушных судов

СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ	
СИСТЕМА ГОСУДАРСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ ЗА ЛЕТНОЙ ГОДНОСТЬЮ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ	СИСТЕМА ПОДДЕРЖАНИЯ ЛЕТНОЙ ГОДНОСТИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Рис. 1

В таблице 1 (по данным работы [1]) показаны главные компоненты системы контроля со стороны полномочных органов государства разработчика и государства регистрации за обеспечением безопасной эксплуатации воздушных судов и особенности национальных подходов (FAA – американский подход, JAA – европейский подход). Общеизвестно, что в обеспечении безопасности в авиации нет мелочей, поэтому указанные компоненты не исчерпывают список, и он может быть дополнен.

Как видно из таблицы 1, отечественная система контроля за обеспечением безопасной эксплуатации воздушных судов основана на поэтапном установлении (продлении) ресурса и срока службы авиатехники, что является принципиальным отличием отечественного подхода к данной проблеме от американского и европейского.

Поэтапное установление (продление) ресурса и срока службы означает, что эксплуатация воздушных судов по мере их наработки и старения разделяется на этапы. Длительность этапа обычно соответствует межремонтному ресурсу.

Таблица 1

ГЛАВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ		НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ		
		ФАА	ЈАА	Россия
государственный мониторинг летной годности ВС		НЕПОСРЕДСТВЕННАЯ И ПОСТОЯННАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ И ЛЕТНАЯ ИНСПЕКЦИЯ		контроль доказательной документации при поэтапном продлении ресурса и срока службы ВС
поэтапное продление ресурса и срока службы ВС		применяется только после достижения экземпляром ВС проектного значения ресурса или срока службы		применяется постоянно
сертификация	тип ВС	Сертификация типовой конструкции имеет высокую степень гармонизации		
	экземпляр ВС	сертификат летной годности ВС не имеет ограничения по времени	Инспекция ВС представителем (комиссией) авиационной администрации	Через процедуру поэтапного продления ресурса и срока службы экземпляру ВС
	организация ТООР	обязательно заключение разработчика обслуживаемых ВС	НЕ ТРЕБУЕТСЯ ЗАКЛЮЧЕНИЯ РАЗРАБОТЧИКА ОБСЛУЖИВАЕМЫХ ВС	
Субъекты послепродажного обеспечения		разработчик и изготовитель ВС интегрированы в одно юридическое лицо с общими коммерческими целями		разработчик и изготовитель - отдельные юридические лица со своими корпоративными целями
Аутентичность поставляемых компонентов ВС		Высокая (средняя)		Низкая

В процессе эксплуатации парка воздушных судов на каждом этапе накапливается новая информация об условиях эксплуатации, о вновь выявленных дефектах, проводятся дополнительные испытания натурной конструкции и разрабатываются технические мероприятия в виде дополнительных условий (либо подтверждение существующих условий) продления ресурса и срока службы для последующего этапа эксплуатации

В пределах очередного этапа установления ресурса и срока службы выявляются практически все недостатки проектирования изготовления, технического обслуживания и ремонта. Дальнейшее продолжение эксплуатации возможно только после устранения обнаруженных недостатков.

**ОСНОВНЫЕ РАБОТЫ ПРИ УСТАНОВЛЕНИИ (ПРОДЛЕНИИ)
РЕСУРСА И СРОКА СЛУЖБЫ ВКЛЮЧАЮТ:**

1. Анализ технического состояния парка воздушных судов.
2. Разработку программы исследования технического состояния воздушного судна.
3. Исследование технического состояния воздушного судна.
4. Оценку фактической эксплуатационной нагруженности, включающую анализ повторяемости перегрузок на конкретных трассах, и определение их воздействия на основные элементы планера.
5. Анализ индивидуальных критических мест конструкции планера воздушного судна.
6. Уточнение условий эксплуатации (оценку параметров фактического типового полета и его сравнение с типовым полетом по Техническому заданию при проектировании и с «полетом» на ресурсных стендах).
7. Анализ результатов проведенных стендовых испытаний на основе уточненных фактической эксплуатационной нагруженности и фактических условий эксплуатации.
8. Анализ отказобезопасности и последствий возможных отказов агрегатов и систем.

Рассмотрим принципы, которые составляют основу системы поддержания летной годности воздушных судов (см. Рис 1, БЛОК 2).

В соответствии с документами ИКАО, поддержание летной годности предполагает осуществление комплекса мероприятий, которые гарантируют, что в любой момент своего ресурса воздушное судно соответствует действующим требованиям к летной годности и его техническое состояние обеспечивает безопасную эксплуатацию. Эти мероприятия, осуществляемые под контролем соответствующих полномочных органов гражданской авиации государства разработчика и государства регистрации должны предусматривать:

1. Проектирование таких конструкций воздушного судна, которые:
 - а) обеспечивают безопасность эксплуатации конструкции (в том числе по условиям прочности в течение всего срока службы);
 - б) обеспечивают необходимую эксплуатационную технологичность для проведения осмотров с высокой эффективностью возникающих дефектов;
 - в) позволяет использовать установленные методы и способы выполнения технического обслуживания;
2. Подготовку разработчиком воздушного судна необходимой эксплуатационной документации;
3. Разработку эксплуатантом Руководства по техническому обслуживанию, используя для этого предоставленную разработчиком информацию;
4. Представление эксплуатантом разработчику, в соответствии с требованиями государства регистрации, данных о дефектах и прочей существенной информации, касающейся технического обслуживания и эксплуатации авиатехники;
5. Анализ разработчиком, государством разработчика и государством регистрации дефектов, происшествий и информации, касающейся технического обслуживания и эксплуатации, а также разработку и передачу информации (в виде директив по летной годности или бюллетеней) о рекомендуемых или обязательных действиях, принимаемых по результатам этого анализа;

6. Рассмотрение эксплуатантом и государством регистрации информации, представленной разработчиком или государством разработчика, и осуществление необходимых действий в связи с этой информацией, обращая особое внимание на действия, указанные в качестве обязательных;
7. Выполнение эксплуатантом всех обязательных требований, касающихся воздушного судна, и, в частности, соблюдение условий отработки ресурса, связанных с прочностью (усталостью, коррозией и т.п.), а также проведение любых специальных проверок или инспекционных осмотров, предусмотренных процессом сертификации или признанных необходимыми впоследствии для обеспечения целостности конструкции;
8. Подготовку и выполнение программ дополнительных инспекционных осмотров конструкции стареющих воздушных судов.

Изложенная концепция ИКАО по поддержанию летной годности гражданских воздушных судов, как правило, имеет национальные особенности при ее реализации. Например, в России принята концепция единого регламента технического обслуживания, в соответствии с которой п.3 концепции ИКАО российским эксплуатантом практически не выполняется; в связи с существованием в России системы поэтапного продления ресурса и срока службы авиатехники п.7 приобретает исключительно важное значение.

Таким образом, главные компоненты системы поддержания летной годности воздушных судов представлены на Рис. 2

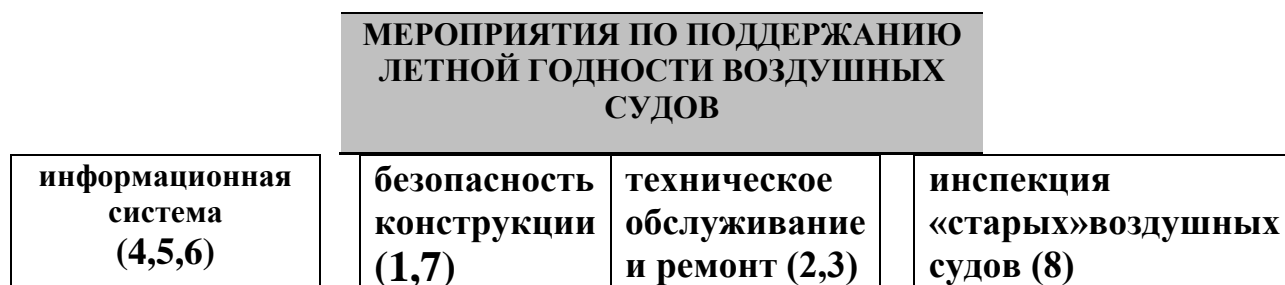


рис. 2 Главные компоненты системы поддержания летной годности воздушных судов (в скобках указаны номера перечисленных ранее пунктов концепции ИКАО)

Известно, что все свойства воздушного судна закладываются при проектировании, реализуются в производстве и поддерживаются при эксплуатации, поэтому на Рис. 1 особо выделены мероприятия (1 и 7) по проектированию и изготовлению воздушного судна, конструкция которого при установленных методах и способах выполнения технического обслуживания обеспечивает необходимую безопасность эксплуатации. иными словами, конструкция должна быть спроектирована таким образом, чтобы при эксплуатации воздушного судна обеспечивался высокий уровень безопасности его эксплуатации.

Концепция поддержания летной годности воздушного судна в части его конструкции может быть детализирована в виде концепции безопасности конструкции по условиям прочности – в пределах установленного ресурса (срока службы) в ожидаемых условиях эксплуатации (окружающая среда, типовой спектр нагрузок и т.д.) должны быть практически невероятны аварийные и катастрофические ситуации из-за усталости конструкции, повреждения коррозией и из-за случайных факторов.

Безопасность конструкции по условиям прочности (для краткости – безопасность конструкции:

обеспечивается:

- а) соответствующей конструкцией воздушного судна;
- б) технологическими процессами изготовления воздушного судна;
- в) техническим обслуживанием и ремонтом;
- г) соблюдением установленных правил и условий эксплуатации;

и подтверждается:

- а) результатами соответствующих расчетов;
- б) исследованием фактических условий эксплуатации, в том числе характеристик среды и действующих нагрузок;
- в) результатами летно-прочностных испытаний;

г) результатами лабораторных и стендовых испытаний натуральных конструкций, и частей, конструктивных элементов и материалов;

д) опытом эксплуатации самолетов данного типа и (или) воздушных судов аналогичных типов.

В интересующей нас области инженерной практики все чаще возникает потребность в принятии сложных решений, последствия которых бывают очень весомы, в связи с этим появляется потребность в руководстве по принятию решений, которые упрощали бы этот процесс и придавали решению большую надежность.

Такая тенденция неизбежно требует формализации процесса принятия решений, против чего у практиков могут возникнуть определенные возражения.

Дело в том, что важные решения нередко принимаются опытными людьми, довольно далеко отстоящими от математики, и особенно от ее новых методов, и опасаящимися больше потерять от формализации, чем выиграть. Кроме того, предлагаемые математические методы могут неявно использовать такие методы оценивания, к которым инженеры испытывают недоверие. Процесс формализации предлагает известное принуждение, так что применяющий их, чувствует, что его лишают свободы решения. Как раз в таких случаях становится неизбежным отказ от некоторых требований, связанных с существом дела, поскольку отказ от действенных методов может привести к еще большим потерям.

При этом становится очевидным, что адекватная формализация может оказать существенную помощь при решении практических задач.

Если принятия решений в условиях неопределенности ранее нередко удавалось избежать, требуя от заказчика более полную информацию, то теперь, имея дело со все более сложными техническими системами и процессами, проектант должен сам оценивать и устранять многие неопределенности, уточнение которых он более не может перекладывать на заказчика. Это тем более справедливо, поскольку проектант в большинстве случаев имеет возможность

получить более полную, чем, заказчик, информацию о влиянии внешних факторов на характеристики исследуемой системы и принимает на себя ответственность за соответствующие им неточности. поэтому все более возрастает требование об устранении такого рода неопределенностей при принятии решений.

в ходе научно-технической революции проблема создания больших систем (например, авиационное предприятие) и управление этими системами комплексами стала центральной проблемой как в самой науке, так и в развитии общества. Для решения этой проблемы возникла необходимость создания больших научных и производственных коллективов, владеющих методами системного подхода к решению научных и практических задач.

сложность заключается в том, что в отличие от традиционных постановок инженерно-технических задач создания систем, когда цели и критерии функционирования **считаются заданными**, при создании и эксплуатации больших систем возникают чрезвычайно сложные задачи научного обоснования таких критериев, а также согласования критерия функционирования всей системы с критериями для отдельных ее частей, которые, в свою очередь, как правило, являются сложными системами.

По сути дела рассмотрение любого объекта как системы определяется методологическим подходом к его исследованию, а не материальной природой. При создании, вводе в эксплуатацию, эксплуатации и развитии большой системы любой природы (технической, технологической, организационной, экономической, социальной) возникает необходимость, во-первых, формировать цели, определять средства и пути достижения целей; во-вторых, строить модели для отображения с помощью некоторого формального языка связей между целями, средствами, возможными результатами и последствиями ввода в действие системы; в-третьих, выбирать критерии, с помощью которых предоставляется возможность сопоставлять в каждом конкретном случае цели и

затраты и количественно обосновывать принимаемые решения, обеспечивающие достижение целей с наименьшими затратами средств.

Теория систем не дает окончательных решений, пригодных для всех случаев жизни. Она позволяет получить лишь исходные количественные данные для принятия решений, что же касается принятия окончательных решений, то при этом должны учитываться многие факторы, не поддающиеся математической оценке, и непременно здравый смысл, который всегда играет первостепенную роль при решении научных и практических задач.

Практическое занятие 2

ПРЕДМЕТ, ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ТЕОРИИ СИСТЕМ

Теория систем представляет собой область научного исследования, связанную с разработкой методологических принципов исследования и конструирования сложноорганизованных объектов как систем разных типов и классов в природе и обществе.

Подход к объектам исследования как к системам выражает одну из главных особенностей современного научного познания.

Значение системных исследований и проблематики теории систем объясняется следующими причинами:

1. большинство традиционных научных дисциплин в последнее время существенно трансформировали предметы своего исследования, в качестве которых стали обычно выступать множества взаимосвязанных элементов, представляющих целостные образования (системы);
2. технический прогресс, внедрение автоматизации привели к тому, что главным объектом технического проектирования и конструирования оказались системы управления (большие системы), которые выступают как системные объекты;
3. гигантское возрастание сложности технических объектов привело к тому, что в процессе их создания оказались связанными в единое целое тысячи предприятий,

сотни тысяч исполнителей. Появились сложные организации по созданию, производству и эксплуатации таких объектов.

По мере развития системных исследований стало очевидным, что речь идет о новом направлении исследовательской деятельности, выработке системы принципов научного мышления, формирования нового подхода к объектам исследования в науке, технике и организации производства.

ЗАДАЧИ ТЕОРИИ СИСТЕМ ДЕЛЯТСЯ НА СОБСТВЕННЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ.

СОБСТВЕННЫЕ ЗАДАЧИ:

1. формирование системы понятий, необходимых и достаточных для построения системного языка и выработки системного мышления;
2. построение моделей различных классов систем, пригодных для проведения теоретических и экспериментальных исследований. Эта задача заключается в том, чтобы заменить систем, изучение которых непосредственно невозможно, системами, достаточно полно отражающими свойства систем оригиналов;
3. разработка методов декомпозиции систем, т.е. расчленения исходных систем на относительно обособленные части. изучение которых соответствующим способом позволяет получить необходимую информацию о всей системе;
4. разработка методов агрегирования (объединения) показателей с целью замены нескольких показателей одним сводным показателем для оценки эффективности принимаемых решений;
5. формирование стратегии принятия решений. связанной с необходимостью прогнозирования возможных результатов функционирования и развития систем. а также последствий от реализации принимаемых решений.

Решение перечисленных **собственных** задач теории систем нацелено на создание методологии и построения инструментария решения прикладных задач создания, функционирования и развития систем различных классов.

К ПРИКЛАДНЫМ задачам теории систем относятся задачи, решаемые специалистами, работающими в различных организациях в области создания, эксплуатации и развития различного класса систем. К таким задачам относятся:

1. технико-экономический анализ и обоснование принципиальной возможности и экономической целесообразности создания и развития конкретных систем;
2. разработка технических заданий на создание новых и реконструкцию действующих систем и программ их практической реализации;
3. разработка проектов создания и реконструкцию действующих систем и программ их производства и экспериментальной отработки элементов;
4. разработка рабочей документации для организации серийного производства и ввода в эксплуатацию основных элементов;
5. разработка документации для ввода в действие обеспечения эксплуатации систем и их элементов.

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ СФОРМУЛИРОВАННЫХ ВЫШЕ ЗАДАЧ ТЕОРИИ СИСТЕМ ПРЕДПОЛАГАЮТ:

1. рассмотрение объекта деятельности (теоретической и практической) как системы, т.е. отграниченного множества взаимодействующих элементов;
2. определение состава, структуры и организации элементов и частей системы, обнаружение ведущих взаимодействий между ними;
3. выявление внешних связей системы, выделение из них главных;
4. определение функций системы и ее роли среди других систем;
5. анализ диалектики СТРУКТУРЫ и функций системы и обнаружение на этой основе закономерностей и тенденций развития системы.

К ПРИКЛАДНЫМ ЗАДАЧАМ ТЕОРИИ СИСТЕМ

относятся задачи, решаемые специалистами, работающими в различных организациях в области создания, эксплуатации и развития различного класса систем.

К таким задачам относятся:

1. технико-экономический анализ и обоснование принципиальной возможности и экономической целесообразности создания и развития конкретных систем.
2. разработка технических заданий на создание новых и реконструкцию действующих систем и программ их практической реализации.
3. разработка проектов создания и реконструкцию действующих систем и программ их производства и экспериментальной отработки элементов.
4. разработка рабочей документации для организации серийного производства и ввода в эксплуатацию основных элементов.
5. разработка документации для ввода в действие обеспечения эксплуатации систем и их элементов.

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ СФОРМУЛИРОВАННЫХ ВЫШЕ ЗАДАЧ ТЕОРИИ СИСТЕМ ПРЕДПОЛАГАЮТ:

1. рассмотрение объекта деятельности (теоретической и практической) как системы, т.е. ограниченного множества взаимодействующих элементов
2. определение состава, структуры и организации элементов и частей системы, обнаружение ведущих взаимодействий между ними
3. выявление внешних связей системы, выделение из них главных
4. определение функций системы и ее роли среди других систем
5. анализ диалектики СТРУКТУРЫ и функций системы и обнаружение на этой основе закономерностей и тенденций развития системы.

СТЕПЕНЬ СТРУКТУРИЗАЦИИ проблемы определяется тем, насколько хорошо выделены и осознаны основные структурно-функциональные элементы объекта.

С этой точки зрения проблемы и задачи теории систем делятся на четыре типа:

1 стандартные, 2 - хорошо структуризованные, 3 - слабо структуризованные, 4 неструктуризованные

Стандартные – проблемы (задачи) отличаются полной ясностью и однозначностью в отношении всех элементов и решаются с помощью известных стандартных математических методов (это одновариантные задачи типа «дано - требуется определить»).

Хорошо структуризованные проблемы (задачи) многовариантны по своему существу, но все их элементы и связи определяются методами математического программирования. Это типичные задачи исследования операций.

Слабо структуризованные проблемы (задачи), как правило, связаны с выработкой долгосрочных курсов действий, которые решаются поэтапно. Задачи этого класса содержат, наряду с хорошо структуризованными элементами, также неизвестные и неизмеримые компоненты, испытывающие на себе сильное влияние фактора неопределенности. К слабо структуризованным задачам относятся такие задачи, как создание новых систем и комплексов, определение стратегии технического перевооружения производства, совершенствование систем управления деятельностью предприятий и организаций. Такие задачи являются типичными для системотехники, системного анализа. Основным методом их решения является метод имитационного моделирования.

Неструктуризованные задачи отличаются значительной неопределенностью и неформализуемостью как самих целей, так и возможных курсов действий. К неструктуризованным задачам относятся, например, задачи формирования долгосрочных программ и планов создания и развития технических, технологических, организационных, экономических и социальных систем. При решении этих задач важное значение имеют опыт и интуиция руководителей и исполнителей. Научные методы решения таких задач состоят в использовании идей системного анализа и эвристических методов.

Практическое занятие 3

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ

Понятие системы, как уже отмечалось в предыдущей лекции, является фундаментальным понятием теории систем и методологии системного подхода к решению научных и практических задач.

В общем виде под системой понимается совокупность (множество) элементов, находящихся в отношениях и связях между собой, образующих определенную целостность, единство.

Под системой понимается множество элементов X , на котором реализуется заранее заданное отношение R с фиксированными свойствами P . Символически это определение можно представить в следующем виде:

$$S = (X, R, P), \quad (1)$$

где S – символ, обозначающий понятие системы.

При таком определении понятия «система» любой объект реального мира, обладающий свойствами целостности, может быть представлен как система, которая существует в некоторой окружающей среде. Машина, состоящая из звеньев и деталей, живой организм, образуемый совокупностью клеток, производство как совокупность предметов, орудий, видов труда и конечной продукции – все эти объекты могут рассматриваться как системы, если их представим в виде множеств элементов X множества отношений R и множества свойств P (1).

Следует особо подчеркнуть, что не всякое множество элементов данного объекта будет считаться системой, даже если на множестве X обнаружится некоторое отношение R . Множество элементов X образует лишь в том случае систему, если на нем будет выполняться отношение R с заданным свойством P . Только целостное единство X, R и P образуют систему.

Понятия: «множество», «элемент», «отношение», «свойство», «целостность» являются исходными, образующими понятия системы.

МНОЖЕСТВО - совокупность элементов, которые могут быть связаны в одно целое с помощью некоторого закона. Множество X считается заданным, если указано свойство P , которым обладают все его элементы и которым объекты, не принадлежащие множеству X , не обладают. То, что предмет x является элементом множества X , записывается $x \in X$ и читается « x принадлежит

X . То, что z не является элементом X , записывается $z \notin X$ и читается « z не принадлежит X ». Множество X , состоящее из элементов x, y, z записывается $X = \{x, y, z, \dots\}$. В частности, множество X может состоять из одного элемента: $X = \{x\}$. Множество называется пустым, если оно не содержит ни одного элемента. Пустое множество обозначается символом \emptyset . Множество, содержащее конечное число элементов, называется конечным, в противном случае – бесконечным. Понятие множество относится к начальным понятиям, которые строго не определяются, а поясняются примерами.

ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ – это предмет, который принадлежит множеству X , образующему систему S . Он является составной частью системы, выполняющим определенную функцию, и не подлежит дальнейшему расчленению при проведении данного исследования.

ОТНОШЕНИЕ – момент взаимосвязи всех явлений природы и общества. Существование всякой вещи, ее специфические особенности и свойства, ее развитие зависят от всей совокупности ее отношений к другим вещам объективного мира. Существенное общее отношение между явлениями выступает как закон их развития или функционирования. Человек вступает в отношения с созданными им вещами, объективным миром и с другими людьми.

В математике отношением на множестве элементов называется соответствие элементов, определяющее их взаимосвязь. Отношением на множествах X_1, \dots, X_n называется всякое подмножество R декартова произведения: $X_1 \times \dots \times X_n$.

Отношения бывают:

одноместными (унарными), вуместными (бинарными), трехместными (тернарными)....

Унарные отношения называются свойствами.

Отношение взаимной зависимости, обусловленности общности между элементами системы, которое может быть: механическим (обмен усилиями),

трофическим (обмен энергией) и сигналами (обмен информацией), называется связью или взаимосвязью элементов.

СВОЙСТВО – сторона предмета, обуславливающая его различие или сходство с другими предметами, проявляющееся во взаимодействии с ними. Всякое свойство относительно. По отношению к дереву железо твердо, а по отношению к алмазу оно мягко. Каждая вещь обладает бесчисленным количеством свойств, единство которых означает ее качество.

Свойства вещей присущи самим вещам, т.е. объективны. Отделить их от вещей можно лишь мысленно. Изучение отдельных свойств, предметов служит ступенькой к познанию их качеств.

ЦЕЛОСТНОСТЬ – внутреннее единство объекта, его отдифференцированность от окружающей среды, а так же сам объект, обладающий такими свойствами. Целостность означает, что система выступает и воспринимается относительно окружающей среды как нечто целое. Степень целостности системы определяется степенью взаимосвязи между элементами.

СТРУКТУРА – строение и внутренняя форма организации системы, выступающая как единство устойчивых взаимосвязей между ее элементами, а также законов данных взаимосвязей. Связь элементов в структуре подчиняется диалектике взаимоотношения части и целого. Свойства системы оказываются отличными от алгебраической суммы свойств ее элементов.

Существенным аспектом раскрытия содержания понятия системы является выделение различных типов систем. В теории рассматриваются различные классы систем, выделяемые по определенным признакам (основаниям).

Все системы можно разбить на две большие группы: символические (абстрактные) и материальные (реальные).

СИМВОЛИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ – включают в качестве объектов (элементов) понятия, связанные между определенными отношениями с заданными свойствами. Примерами таких систем являются системы языков,

системы счисления, геометрические системы, алгоритмы, программы для ЭВМ, системы анализа и прогнозирования, системы, математические модели и др.

РЕАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ – включают материальные (физические) объекты. Они делятся на естественные (созданные природой) и искусственные (созданные человеком). Заметим, что символические системы служат для построения моделей реальных систем. В жизни на каждом шагу встречаются реальные системы. Выделим, в первую очередь, только те, которые создаются человеком. Это - самолеты, ракеты, узлы связи, космические корабли, ЭВМ, аэропорты, предприятия, учреждения и т.д.

Создание систем означает, что они синтезируются из некоторых компонентов и конструируются (разрабатываются). Последнее предполагает разработку технических заданий, выбор альтернативных вариантов проекта.

Синтез и конструирование осуществляют в следующем порядке:

- замысел системы, анализ и выделение компонент, конструирование компонент; синтез – объединение компонент (элементов и частей) в единое целое – в систему.

Для успешного изучения системы с помощью математических методов последняя должна обладать специальными свойствами:

1. должны быть известны имеющиеся в ней связи;
2. количественно определены существенные для системы свойства (их число должно быть минимально необходимым);
3. известны при заданном множестве связей формы поведения системы.

Системы весьма разнообразны и их целесообразно разбить на минимально необходимое число классов по **степени сложности**: - простые- сложные- очень сложные.

ПРОСТЫЕ СИСТЕМЫ – характеризуются малым числом внутренних связей и легкостью математического описания. Характерной чертой простой системы является наличие только двух возможных состояний

работоспособности: при выходе из строя элементов она либо полностью теряет работоспособность, либо продолжает выполнять функции в полном объеме.

СЛОЖНЫЕ СИСТЕМЫ – имеют разветвленную структуру, большое разнообразие связей и множество состояний работоспособности (по крайней мере, больше двух). Описываются сложными зависимостями (детерминированными или вероятностными). Примерами сложных систем являются все технические действующие системы (телевизоры, автомобили, самолеты, автономные системы управления и др.).

ОЧЕНЬ СЛОЖНЫЕ (БОЛЬШИЕ) СИСТЕМЫ – это человеко-машинные системы, не поддающиеся непосредственному математическому описанию. К большим системам относятся все технологические, экономические, социальные и организационные системы.

По обусловленности действий системы делятся на: детерминированные и вероятностные.

Детерминированные – системы, которые изучают с помощью детерминированных моделей.

Вероятностные – изучаются с применением методов теории вероятностей и математической статистики. На практике элемент случайности обычно вводится в анализ системы в том случае, когда у исследователя большое число переменных, влияющих на поведение системы, или они столь сложны для анализа, что не остается иного выхода, как изучать поведение системы, подверженной влиянию случайности. Следует указать на некоторую условность деления систем на: детерминированные и вероятностные. По мере развития и применения методов современной математики и теории систем границы сдвигаются в сторону упрощения и детерминизма. **ВАЖНО ОТМЕТИТЬ ПРИНЦИП ЦЕЛОСТНОСТИ**, который означает принципиальную несводимость свойств системы к сумме свойств ее элементов и невыводимость свойств системы из свойств ее элементов. Свойства и отношения каждого элемента зависят от его места и функций внутри системы. Чем больше система и чем

больше размах между частью и целым, тем больше вероятность того, что свойства целого будут сильно отличаться от свойств частей. Этот принцип требует движения упрощения больших систем (вероятностных) к сложным (вероятностно-детерминированным) и простым детерминированным («принцип структурности», «принцип иерархичности», «принцип множественности описания системы»).

Практическое занятие №4

МЕТОДОЛОГИЯ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К ПОСТРОЕНИЮ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ

Характерной особенностью современного познания природы и общества является подход к исследованию различных сложноорганизованных объектов как к системам.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД методологическое направление в науке, основные задачи которого состоят в разработке методов исследования и конструирования сложноорганизованных объектов – СИСТЕМ разных типов и классов.

Системный подход представляет собой определенный этап в развитии методов познания, методов исследования и конструкторской деятельности, способов описания и объяснения природы анализируемых или искусственно создаваемых объектов.

Наиболее широкое применение методы системного подхода получили при исследовании сложных развивающихся объектов – многоуровневых, иерархических, как правило, технических, технологических, человеко-машинных и т.д.

К числу важнейших задач системного подхода относятся:

1. разработка средств представления исследуемых и конструируемых объектов как систем;
2. построение обобщенных моделей системы, моделей разных классов и специфических свойств систем;

3. исследование структуры теории систем и различных системных концепций и разработок.

Существенное значение в системном подходе придается выявлению вероятностного характера поведения исследуемых объектов (больших и сложных систем).

Важной особенностью системного подхода является то, что не только объект, но и сам процесс исследования выступают как сложная система, задача которой, в частности, состоит в соединении в единое целое различных моделей объекта. При этом системные объекты не безразличны к процессу их исследования и во многих случаях могут оказывать существенное воздействие на него.

При наличии общей методологической основы - системного подхода – представляется целесообразным провести условную границу между дисциплинами, образующими область системных исследований.

СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ – это комплексное исследование системных задач, которые при всей их специфике и разнообразии сходны в понимании исследуемых объектов с точки зрения системного подхода.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ – научное направление, целью которого является разработка методов исследования операций для количественного обоснования принимаемых решений.

Основными задачами исследования операций являются:

1. оптимальное распределение ресурса,
2. выбор оптимальных запасов,
3. замена оборудования,
4. задачи поиска,
5. массовое обслуживание,
6. выбор оптимального маршрута,
7. построение и оптимизация структур,
8. принятие решений в конфликтных ситуациях.

СИСТЕМОТЕХНИКА – прикладная наука, исследующая задачи реального создания сложных управляющих систем (в первую очередь в экономике), а также основанных на ЭВМ сложных справочно-информационных систем, систем автоматизации производства, систем автоматизации проектирования, систем для автоматического сбора и обработки экспериментальных данных и т.д.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ – совокупность методов и средств, используемых при исследовании и конструировании сложных и больших систем с целью обоснования решений при проектировании, создании и управлении социальными, экономическими, человеко-машинными и техническими системами.

Теоретическую и методологическую основу системного анализа составляют системный подход и общая теория систем.

Системное исследование всегда является исследованием некоторого конкретного объекта (системы), так или иначе обособленного, отграниченного от других объектов, имеющего свои специфические закономерности функционирования и развития.

Вместе с тем представление о целостности предполагает рассмотрение данного объекта (системы) с учетом его реальных взаимосвязей с другими объектами и не позволяет ограничиваться изолированным его изучением, а тем более изучением отдельной его стороны, отдельного его аспекта.

Понятие целостности в системном подходе конкретизируется посредством представлений о сложности и об организованности объекта (системы).

СЛОЖНОСТЬ. В соответствии с представлением о сложности те или иные воздействия на целостный объект (систему) в общем случае однозначно не определяют процессы, происходящие внутри объекта (системы). Преобразования, которые он (она) претерпевает, вызываются взаимодействием, взаимопереплетением внешних и внутренних факторов, причем, чем сложнее объект (система), тем в большей мере характер происходящих с ним (ней)

преобразований определяется присущим ему (ей) внутренними закономерностями.

Основные структурно-логические элементы общей теории систем

Процесс решения любой проблемы общей теории систем в любой предметной области состоит из пяти основных структурно-логических элементов:

1. Цель или ряд целей, достижение которых будет означать, что проблема решена.

2. Альтернативные средства, с помощью которых может быть достигнута цель.

3. Модель, или модели, в которых с помощью некоторого языка (в том числе математики, формальной логики, обычного словесного, графического или машинного описания и т.п.) отображается связь между целями, средствами и результатами.

4. Критерий или критерии, с помощью которых сопоставляются в каждом конкретном случае цели, затраты, результаты и отыскивается наиболее предпочтительное решение.

5. Принятие решения, реализация которого обеспечивает при заданных ограничениях достижение цели, затраты, результаты и отыскивается наиболее предпочтительное решение.

В любой системной дисциплине присутствуют каждый из этих структурно – логических элементов системного подхода, хотя и не всегда в явном виде. Что же касается общей теории систем, то предметом ее исследований является совокупность указанных пяти структурно-логических элементов как **системы**. Степень структуризации общей теории систем определяется тем, насколько хорошо выделены и осознаны указанные пять структурно-логических элементов. Именно от этого зависит возможность применения того или иного метода решения задач.

ЦЕЛЬ. Логической основой рассмотрения любых систем является определение целей, для осуществления которых создаются и развиваются сами системы. Цель – это желаемое состояние системы или результаты ее деятельности. Независимо от специфики системы ее цели всегда относятся к двум категориям – **стабилизации и развитию.**

Цели стабилизации направлены на сохранение достигнутого уровня развития и функционирования. Цели развития направлены на создание дополнительных ресурсов, которыми данная система не обладает, или достижение новых ее состояний к которым она стремится.

Процессу формирования (разработки) целей обычно предшествует составление сценария.

СЦЕНАРИЙ - это качественное описание развития системы и ее состояния в будущем для определенных, наиболее вероятных условий внешней среды. В сценарии шаг за шагом изложен наиболее вероятный ход событий. Это динамическая модель системы в будущем, составленная на основе прогнозов. Он (сценарий) дает возможность четко сформулировать цели деятельности, пути достижения этих целей.

Функция выбора целей имеет двойственную природу. Цель выступает как конечный результат процесса, существующий в представлении человека. Сознательная цель воплощает в себе **ЕДИНСТВО** субъективного (по форме) и объективного (по содержанию). И вместе с тем цель определяет способ и характер действий человека, направленных на получение конечного результата с наименьшими затратами средств.

СРЕДСТВА достижения цели – это объективные предметы или действия, включенные в структуру целеполагающейся деятельности и обеспечивающие получение отдельного результата.

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ЦЕЛИ И СРЕДСТВ выражаются в том, что цель не только определяет тот или иной предмет как соответствующее ей средство, но

и сама выступает как нечто содержательное, конкретное лишь в связи с отношением к средству.

Взаимодействия целей и средств носят характер двусторонней детерминации. С одной стороны, в зависимости от поставленной цели, осуществляется выбор средств для ее достижения. С другой стороны, та совокупность средств, которой общество располагает на данной стадии своего развития, в общем виде предполагает и спектр целей и задач, достижение которых возможно и реально. Неправильный выбор средств предполагает невозможность достижения цели.

Гораздо важнее выбрать «правильные» цели, нежели «правильную» систему. Выбрать не ту цель, значит решить не ту задачу; выбрать не ту систему значит просто выбрать неоптимальную систему. Ценность *средства* зависит не от его собственной природы, а от его причинной связи с целью.

МОДЕЛЬ создается для изучения существенных свойств реальных систем и управления ими.

Модель огрубляет изображаемое и, как правило, отображает наиболее существенные стороны изучаемого объекта, при этом нужно следить, чтобы упрощения не препятствовали бы раскрытию сущности системы, не «обрубали» бы важных ее частей.

Особенно широко применяется моделирование при принятии решений в экологии и других предметных областях деятельности. Это обусловлено в первую очередь тем, что проведение экспериментов на реальных объектах чрезвычайно затруднено, а в ряде случаев из-за нежелательных последствий и потери времени практически невозможно. Моделирование позволяет предсказать поведение реальных объектов, не прибегая к экспериментам.

Обычно к моделям предъявляется ряд специфических требований, способствующих использованию их как инструмента исследования и принятия решений.

Сформулируем эти требования.

1. Модель должна описывать исследуемую систему с достаточной полнотой и обладать свойством эволюционности.

2. Степень абстрактности модели не должна вызывать сомнение в ее практической полезности.

3. Модель должна предусматривать возможность получения хотя бы приближенного решения к требуемому моменту времени (запоздалое решение может оказаться ненужным или ошибочным).

4. При получении решения с помощью модели должна существовать возможность использования ЭВМ.

5. В процессе построения модели должна быть возможность проверки ее правильности.

Существующие модели по характеру связи с реальным объектом, которые они имитируют можно разделить на пять типов:

1. Описательные (например, словесная модель развития объекта).

2. Изобразительные или модели геометрического подобия (например, макет цеха, предприятия, города, самолета).

3. Модели-аналоги, в которых определенные параметры (физические, геометрические и др.) используются для выявления закономерностей изменения совершенно иных параметров (графики, схемы) информационных потоков.

4. Функционирующие модели системы, в которых сохраняются существенные свойства моделируемой системы.

5. Символические модели, которые с помощью математических и логических символов (букв, чисел и других знаков) отображают свойства изучаемой системы, пользуясь для этого соответствующим математическим аппаратом.

Это самая общая классификация моделей.

Говоря о модели, мы имеем в виду некоторый продукт сознания, адекватно отображающий фрагмент объективной реальности.

Модель должна давать возможность выводить достоверные следствия. Если модель неадекватна, то все в новой информационной технологии может быть верным, однако результаты моделирования не будут отражать реальной действительности.

Поэтому вопрос об адекватности моделей является важнейшим структурно-логическим элементом теории систем.

Практическое занятие №5

КРИТЕРИЙ – признак, условие, по которому выделяется наиболее предпочтительный вариант из различных вариантов решения, способов достижения поставленной цели при сопоставлении. Наиболее широко используются следующие критерии:

1. Критерии типа «затраты - эффект», которые основаны на сравнении стоимостной оценки затрат ресурсов с результатами того или иного курса действий и включающие не только измерение технико-экономических показателей, но и оценку социальных последствий того или иного курса действий;

2. «Элиминирующие» критерии, которые вводятся для того, чтобы установить диапазоны желаемых значений важнейших характеристик системы и исключить все варианты, по которым хотя бы одна характеристика не попадает в требуемый диапазон;

3. «взвешивающие» критерии, представляющие собой искусственно построенные «коэффициенты относительной важности», которые присваиваются различным важнейшим характеристикам экспертами и позволяют рассчитывать «индексы» сравнительной значимости вариантов решения.

Критерий должен отвечать следующим основным требованиям:

1. быть представительным, т.е. учитывать все главные стороны деятельности системы;

2. быть чувствительным к изменению исследуемых параметров (показателей), т.е. при их сравнительно малых изменениях меняться в ощутимых пределах;
3. быть по возможности простым, если только простота не наносит ущерба точности;
4. быть эффективным в статистическом смысле, т.е. должен обладать сравнительно небольшой дисперсией и, следовательно, определяться с достаточной достоверностью и точностью;
5. быть мерой эффективности системы (надежности, производительности, экономичности).

Желательно иметь единый критерий эффективности, однако это не всегда удается и часто оказывается необходимым рассматривать ряд критериев вместо одного.

При выборе критерия необходимо выполнять следующее условие:

критерии, используемые для задач низшего уровня, должны соответствовать, логически совпадать с критериями, используемыми на следующем, более высоком уровне.

Процесс формирования критериев должен идти сверху вниз при условии, что снизу вверх поступает необходимая информация.

Следует подчеркнуть, что формирование системы критериев эффективности является краеугольным камнем теории систем. От правильного выбора критериев зависит научная и практическая ценность результатов определения и контроля эффективности систем.

РЕШЕНИЕМ в теории систем называется выбор одной или нескольких альтернатив из множества возможных вариантов. Этот выбор осуществляется по **некоторым критериям**, которые позволяют оценивать альтернативы с точки зрения одной или нескольких *целей*.

Критериям решения соответствуют определенные количественные или порядковые **ШКАЛЫ** оценок.

Для принятия решений необходимы:

1. четко сформулированная цель;
2. список альтернативных возможностей (стратегий);
3. знание факторов, которые могут повлиять на последствия реализации выбранного варианта решения.

Решение, принимаемое по единственному критерию, называется простым. Критерий простого решения может быть представлен системой, состоящей из целевой функции и комплекса ограничений. Он может быть выражен также определенным профилем предпочтения, позволяющим упорядочить альтернативы в смысле «лучше» - «хуже». Наиболее важный тип решения оптимальное решение, т.е. наилучшее по заданному критерию.

Решение, которое удовлетворяет ограничениям, но необязательно является наилучшим, называется допустимым решением, но не оптимальным.

Любое решение не является окончательным. Изменения условий и целей всегда могут поставить вопрос о корректировке принятого решения. Корректировка важна для успешного внедрения моделей в практику.

Решение, принимаемое по нескольким, не сводимым к одному критериям называется сложным (многокритериальным).

Символически система структурно-логических элементов любой проблемы (задачи) общей теории систем в соответствии с рис.2 может быть представлена как:

$$S_{ТС} = (X_{ТС}, R_{ТС}, P_{ТС}), \quad (2)$$

где $S_{ТС}$ - система структурно-логических элементов теории систем, построенная на принципах системного подхода.

МНОЖЕСТВО ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ:

$$X_{ТС} = (Ц, С, М, К, Р) \quad (3)$$

где: Ц – цель; С – средства; М – модель; К – критерий; Р – решение.

МНОЖЕСТВО СВЯЗЕЙ элементов (отношений соответствия элементов):

$$R_{отс} = \begin{Bmatrix} R_{рц} & R_{сц} & R_{мц} & R_{кц} & R_{рс} \\ R_{кс} & R_{мс} & R_{рм} & R_{км} & R_{рк} \end{Bmatrix}, \quad (4)$$

где $R_{рц}, R_{сц}, R_{мц}, R_{кц}$ – отношения соответствия результата, средств, модели, критерия, цели.

$R_{рс}R_{кс}R_{мс}$ - отношения соответствия результата, критерия, модели средствам.

$R_{рм}R_{км}$ – отношения соответствия результата и критерия модели;

$R_{рк}$ - отношения соответствия результата критерию

МНОЖЕСТВО СВОЙСТВ заданных свойств отношения \mathcal{P}_i отношений R_i может быть представлено следующим образом:

$$\mathcal{P}_{отс} = \left\{ \begin{array}{cccc} \mathcal{P}_{рц} & \mathcal{P}_{сц} \mathcal{P}_{мц} & \mathcal{P}_{кц} & \mathcal{P}_{рс} \\ \mathcal{P}_{кс} & \mathcal{P}_{мс} \mathcal{P}_{рм} & \mathcal{P}_{км} & \mathcal{P}_{рк} \end{array} \right\} \quad (5)$$

где $\mathcal{P}_{рц}$ - заданное свойство отношения $R_{рц}$; $\mathcal{P}_{сц}$ заданное свойство отношения $R_{сц}$ и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бутушин С.В., Никонов В.В., Фейгенбаум Ю.М., Шапкин В.С. обеспечение летной годности воздушных судов гражданской авиации по условиям прочности: учебник М.:МГТУГА, 2013. – 772с.
2. Кубланов М.С. Математическое моделирование задач летной эксплуатации воздушных судов на взлете и посадке: монография. М.РИО МГТУГА, 2013.270с.
3. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. –М.: Радио и связь, 1982г.
4. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами Matlab. –М: Горячая линия-Телеком, 2007.
5. Васильев В.И., Романов Л.Г., Червонный А.А. Основы теории систем: Конспект лекций. – МГТУГА, 1994. – 104с.
6. Муштик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений: Пер. с нем. – М.: Мир, 1990. – 208 с.