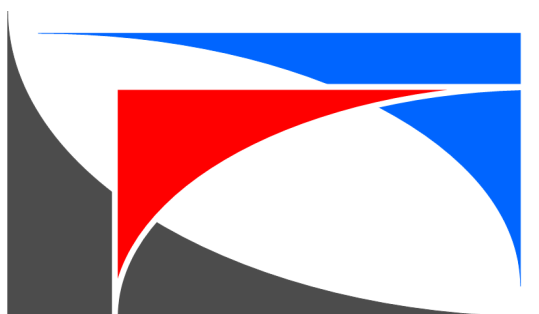

В.И. Гнатюк

ЗНАНИЯ, ИНФОРМАЦИЯ, ДАННЫЕ В УПРАВЛЕНИИ

Основные понятия, термины и определения



- Тезисы • Введение • СЭТ-система •
- Базовые категории • Ключевые понятия •
- Жизненный цикл данных • Специальные понятия •
- Понятия цифровизации • Заключение • Литература •

Гнатюк, В.И. Знания, информация, данные в управлении [Основные понятия, термины и определения] / В.И. Гнатюк. – Электронные текстовые данные. – Калининград: [б.и.], [2022]. – Режим доступа: http://gnatukvi.ru/index.files/inf_dann_upr.pdf


Калининград 2022

Тезисы

- ❑ В различных подходах, концепциях и с различных точек зрения СЭТ-система представляется как социально-экономическая, организационно-техническая или технико-экономическая система.
- ❑ Связанность СЭТ-системы слабыми связями означает, что управленческие воздействия в ней преимущественно передаются посредством информационных пакетов, а не энергетическими импульсами.
- ❑ Объекты СЭТ-системы являются носителями индивидуальных и системных свойств, которые не фиксируются по отдельности, что делает необходимой особую аналитическую обработку данных.
- ❑ Под параметром СЭТ-системы понимается количественная мера показателя, характеризующего выделенное свойство ее объектов.
- ❑ Объектом исследования и применения методов рангового анализа в большинстве работ, посвященных изучению СЭТ-систем, выступает не сама система, а ее расчетный параметрически комплекс.
- ❑ Расчетный параметрический комплекс представляет собой взаимосвязанную совокупность данных, отражающую с количественной, качественной и динамической сторон функциональные свойства, как объектов по отдельности, так и СЭТ-системы в целом.
- ❑ Источником данных выступают свойства, каждое из которых численно характеризуется параметром, который может быть измерен с помощью средств, входящих в измерительный комплекс.
- ❑ Жизненный цикл данных охватывает их различные состояния, включая параметризацию, загрузку, последующую аналитическую обработку, агрегирование и преобразование в управляющие воздействия.
- ❑ Цель обработки данных – получение детерминированных инвариантов, поступающих в аналитическую подсистему и далее – с информацией в СППР, которая вырабатывает предложения подсистеме управления по формированию управляющих воздействий.
- ❑ Генеральная совокупность данных по объектам СЭТ-системы, сформированная в расчетном параметрическом комплексе, прежде всего, должна быть проверена на взаимосвязанность и негауссовость.
- ❑ Особенностью СЭТ-систем является то, что они проявляют себя как фракталоподобные дисконтинуальные среды, генерирующие взаимосвязанные негауссовы выборки параметрических данных.
- ❑ В качестве инвариантов негауссовых данных используются параметры формы кривой рангового параметрического распределения.
- ❑ Цифровой профиль, занимая центральное место в жизненном цикле данных, позволяет в реальном времени рассчитывать детерминированные инварианты и направлять их в аналитическую подсистему.
- ❑ Цифровой двойник – система меняющихся под воздействием программного функционала цифровых профилей, ограниченная количеством транзакций, необходимых для достижения цели управления.

Введение

В настоящее время большинство из окружающих нас систем типа регион, город, район, крупное предприятие или организация, аграрная, сетевая или торговая инфраструктура, группировка войск и т.п. могут рассматриваться как социально-экономико-технические системы (СЭТ-системы).

 В различных подходах, концепциях и с различных точек зрения СЭТ-система представляется как социально-экономическая, организационно-техническая или технико-экономическая система. Мы исходим из того, что ответственные исследователи, применяющие подобные термины, отдают себе отчет, что именно они имеют в виду. Представляется очевидным, что любое рассмотрение СЭТ-системы заведомо ограничено и всегда требуется, в том числе и на терминологическом уровне, доопределение, с какой именно стороны мы будем в данном конкретном случае ее рассматривать.

В последнее время можно столкнуться с таким понятием, как «организационная система». И если бы оно не попало в паспорт научной специальности, по которой предполагается защита диссертаций, то можно было бы списать все это на простое недоразумение или на недостаточную квалификацию тех, кто использует подобное понятие. Однако паспорт специальности представляет собой некий стандарт качества в трактовке понятий, терминов и определений. Дело в том, что термин «организационная система» обычно ассоциируется с системой, в которой рассматривается в основном организационно-штатная составляющая. И в этом смысле интересно, где тот человек, который писал паспорт специальности, встречал системы, чисто организационные, т.е. без технической и экономической составляющей. И еще важнее, как предполагается защита по этой специальности диссертаций по техническим наукам. Будем надеяться, что за всем этим кроется лишь желание сделать термин более лаконичным.

Есть еще одно спорное понятие, которое в настоящее время тоже присутствует в паспорте одной из уважаемых научных специальностей. Это понятие «обработка информации», которое стоит, по сути, в каждом пункте паспорта, т.е. по замыслу авторов оно там является ключевым. Однако очевидно, что почти все, что в паспорте названо «информацией», на самом деле, должно определяться как цепочка связанных в едином «жизненном цикле» понятий «свойства – параметры – данные – детерминированные инварианты – информация – предложения – воздействия». В любом случае, новый вдумчивый разбор терминов, понятий и определений представляется не только возможным, но и весьма полезным.

Итак, приступим. СЭТ-система – это совокупность технических объектов, социальных и экономических субъектов, а также финансов [5,10]. Очевидно, что для изучения столь сложной системы требуется систематизация целого ряда понятий, и начать будет полезно с базовых категорий.

Базовые категории

При изучении СЭТ-систем активно используются следующие базовые философские категории: система, объект, субъект, связь и структура. Последние закладывают основы осмысления таких явлений, как субъект-объектные отношения, сверхсуммарный системный эффект и эмерджентность, общность и взаимозависимость, системность и индивидуальность, а также формальная объективность. Наиболее важными с точки зрения применяемой методологии видятся категории количество, качество, свойство, случайность, показатель, параметр. Именно они позволяют правильно увидеть порядок и специфику формального проявления качества в СЭТ-системах, что, в свою очередь, приводит к пониманию сути объекта исследования. Итак, дадим определения базовых категорий [4-6,10].

Параметр – количественная мера показателя, величина, численно характеризующая какое-либо устойчиво проявляющееся свойство объекта.

Показатель – мера, отражающая устойчивое свойство объекта.

Свойство – сторона проявления качества, составляющая существенную и устойчивую отличительную особенность объекта или системы.

Качество – категория, выражающая совокупность существенных и устойчивых свойств, которые отличают один объект от другого.

Количество – категория, выражающая внешнее, формальное взаимоотношение объектов и их частей, а также свойств и структуры с точки зрения их величины, многочисленности и степени проявления.

Случайность – категория, выражающая отношение к основанию (сущности) процесса его отдельных форм (проявлений); при этом полагается, что случайность имеет свое основание, как в сущности самого явления, так и в воздействии на него других явлений; формально это то, что может быть, а может и не быть, может произойти так, а может и иначе.

Структура – категория, выражающая совокупность существенных и устойчивых связей между частями объекта (подсистемами системы).


Связь – категория, выражающая отношение общности, соединения, согласованности и взаимной зависимости объектов и/или субъектов.


Объект – категория, выражающая нечто, объективно существующее, обладающее качественными и количественными свойствами, и на что направлена практическая или познавательная деятельность субъекта.

Субъект – категория, выражающая объективно существующего носителя деятельности, отражения, сознания и познания объекта.


Система – категория, выражающая обладающий эмерджентностью (синергетическим, сверхсуммарным свойством) объект, рассматриваемый как образуемое целостность и единство множество элементов (объектов, подсистем), находящихся в отношениях и связях друг с другом.

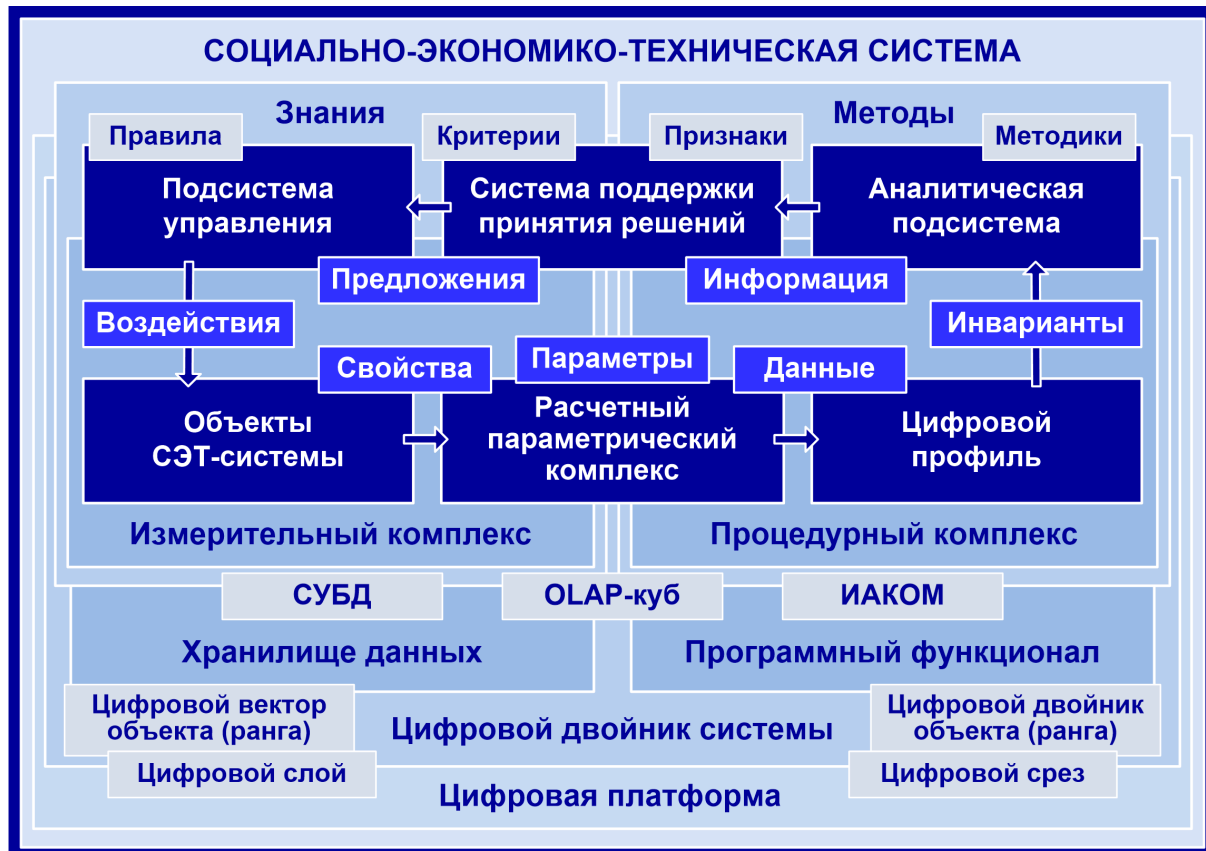
Ключевые понятия

Говоря об изучении СЭТ-системы в целом, в реальности мы имеем дело с ее отдельными объектами. Объекты СЭТ-системы обладают совокупностью свойств, каждое из которых численно характеризуется параметром, который может быть измерен с помощью средств, входящих в измерительный комплекс.  Важно учитывать, что именно объекты выступают носителями как индивидуальных, так и системных свойств, которые, как правило, не могут по отдельности быть зафиксированы в процессе измерения. Для этого требуется последующая аналитическая обработка.

По результатам измерения формируется расчетный параметрический комплекс, где содержатся данные, обработка которых производится в рамках цифрового профиля с помощью программного функционала, входящего в процедурный комплекс.  Цель работы с данными – получение детерминированных инвариантов, поступающих в аналитическую подсистему и далее – с информацией в СППР, которая вырабатывает предложения подсистеме управления по формированию управляющих воздействий.

Рассмотрим основные понятия, составляющие терминологическую основу жизненного цикла данных в процессе их обработки и анализа в субъект-объектном контуре управления СЭТ-системы (см. рис.) [6,13].

 **Жизненный цикл данных** – это стадии процесса, охватывающие различные состояния данных, включая их фиксацию, последующую аналитическую обработку, агрегирование и преобразование в управляющие воздействия. Источником данных являются свойства, каждое из которых численно характеризуется параметром, который может быть измерен с помощью средств, входящих в измерительный комплекс. По результатам измерения формируется расчетный параметрический комплекс, где содержатся данные, обработка которых производится с помощью программного функционала с целью получения детерминированных инвариантов, поступающих в аналитическую подсистему и далее – с информацией в СППР, которая вырабатывает предложения подсистеме управления по формированию управляющих воздействий. Важно понимать, что получаемые на основе первичных данных детерминированные инварианты, информация на входе в СППР, предложения и управляющие воздействия также являются данными, которые квалифицируются как вторичные. Применение в контуре управления вторичных данных приводит к изменению свойств объектов СЭТ-системы, что завершает текущую транзакцию и порождает новые первичные данные. Таким образом, жизненный цикл не предполагает в конце элиминацию данных, а лишь фиксирует момент, когда требуется осуществить сброс дампа памяти в облако данных и запустить очередную транзакцию, начинающуюся с работы измерительного комплекса.



Жизненный цикл данных в процессе их обработки и анализа
в субъект-объектном контуре управления СЭТ-системы

Контур управления – замкнутая функциональная цепь элементов управления, образованная участками прямой и обратной связи. Специфика субъект-объектного контура заключается в наличии в цикле управления субъекта, принимающего в рамках прямой связи предложения со стороны СППР и вырабатывающего на этой основе в рамках обратной связи управляющие воздействия, направленные на объекты СЭТ-системы.

Цикл управления – завершенная последовательность действий повторяющегося характера, которые направлены на достижение определенной цели управления. Включает следующие этапы, которые зачастую называются фазами управления: мониторинг, виртуализация, прогнозирование, целеполагание, планирование, организация, мотивация и контроль.

Цель управления – необходимый результат деятельности, субъективно осознаваемый и имеющий объективное качественное и количественное отражение на основе знаний, критериев и методов, с помощью которых должна быть также проверяема и степень достижения результата.

Управление – позитивный, рациональный, целенаправленный, непрерывный, циклический процесс воздействия субъекта управления на объект управления, осуществляемый на основе принятия решений.

Принятие решения – выбор наилучшего варианта решения из множества допустимых на основании имеющихся данных, знаний и информации, как правило, с помощью системы поддержки принятия решений.

Система поддержки принятия решений (СППР) (Decision Support System, DSS) – система, целью которой является обработка данных по объекту управления на основе формализованных знаний и методов, а также получение информации и выдача предложений субъекту управления.

Знания – закрепленная на материальном носителе, апробированная, реализованная и проверенная информация, которая уже использовалась и может впоследствии многократно использоваться для принятия решений.

Информация – в узком смысле, а именно в системе поддержки принятия решений – закрепленный на материальном носителе результат обработки, хранения, преобразования, синтеза, анализа и интерпретации данных посредством методов, основанных на имеющихся знаниях.

Следует подчеркнуть, что используемое у нас понятие информации является узкоспециализированным. Под информацией же вообще понимаются сведения об объектах и явлениях окружающей реальности, их параметрах, свойствах и состоянии, которые уменьшают неопределенность и неполноту знаний. Свойства информации: объективность – независимость от субъекта принятия решения; полнота – достаточность информационных данных для принятия решений; адекватность – степень соответствия объекту управления; достоверность – комплексное свойство, определяющее объективность, полноту и адекватность; доступность – возможность получения информации; актуальность – степень соответствия имеющейся информации текущему моменту времени; защищенность – невозможность несанкционированного использования или изменения; эргономичность – удобство содержания, формы и объема с точки зрения субъекта [5,6].

Продолжим рассмотрение ключевых понятий, составляющих основу жизненного цикла данных в контуре управления СЭТ-системы (см. рис.).

Данные – совокупность сведений, полученных в результате процедуры измерения и закрепленных на материальном носителе в форме, пригодной для обработки, хранения, преобразования и передачи.

Метод – закрепленная на материальном носителе систематизированная и алгоритмизированная совокупность шагов, действий, которые основаны на полученных и многократно проверенных ранее знаниях.

Материальный носитель – материальный объект, в том числе и cerebrum головного мозга разумного существа, используемый для закрепления и хранения на нем знаний, информации, данных и методов.

Сведения – результат отражения субъектом посредством определенной знаковой системы объективно существующих явлений и процессов, имеющих отношение к объектам и системам окружающей реальности.

Процесс – последовательная смена явлений и состояний в развитии; совокупность последовательных действий для достижения результата.

Измерение – совокупность действий для определения отношения измеряемого параметра к другому параметру, принятому за единицу.

Методика – основанный на знаниях и методах закрепленный на материальном носителе специализированный алгоритм, процедура для проведения каких-либо нацеленных действий. Методика отличается от метода конкретизацией приемов и задач, доведением до четкого описания.

Критерий – информация, на основании которой производится оценка, определение или классификация, мерило оценки. Критерий оптимизации – метод достижения и фиксации оптимума, обеспечивающего оптимальное состояние соотношения параметров, описывающих систему.

Признак – в математике, логике – достаточное условие для принадлежности объекта некоторому классу. В менее строгих подходах под признаком понимается информация, позволяющая (согласно существующим знаниям) сделать вывод о наличии у объекта интересующего свойства.

Правило – термин, обозначающий действие или определенную последовательность ряда действий, обеспечивающих стабильность применения наиболее пригодного метода для достижения намеченной цели, решения поставленной задачи или выполнения определенной функции. В других контекстах под правилом понимается положение, выражающее определенную закономерность, постоянное соотношение каких-либо явлений; предопределенность связи между входными и выходными данными; положение, установка, принцип, служащие руководством в чем-либо; требование для исполнения неких условий всеми участниками действия.

Измерительный комплекс – функционально объединенная совокупность методов, средств измерений и вспомогательных устройств, предназначенная для выполнения измерительных задач. По сути, задачами измерительного комплекса всегда являются фиксация основных свойств измеряемых объектов, их параметрическое описание (параметризация) и формирование на этой основе расчетного параметрического комплекса.

Процедурный комплекс – функционально объединенная совокупность вычислительных процедур, предназначенная для выполнения расчетных задач. Как правило, основными задачами процедурного комплекса являются: загрузка, преобразование и агрегирование данных расчетного параметрического комплекса; формирование и поддержка в актуальном состоянии цифрового профиля; вычисление детерминированных инвариантов; расчеты, связанные с получением информации для системы поддержки принятия решений и последующей выработкой предложений.

Итак, в процессе решения задачи управления измеренные данные обрабатываются известными методами на основании имеющихся знаний, а затем полученная информация анализируется (также с помощью имею-

щихся методов и знаний). На основании анализа информации предлагаются допустимые решения, и в результате выбора принимается наилучшее. Результаты этого решения применяются в управлении и, вне зависимости от степени успешности, пополняют информацию, знания и методы.

Часть данных, на основе которых вырабатывается информация, могут быть параметризованы, т.е. представлены в форме множества параметров. Параметризованные данные всегда, в той или иной степени, носят стохастический характер, т.е. являются случайными величинами. Однако, информация, получаемая в результате обработки данных и предназначенная для принятия решений, должна быть строго детерминированной. Таким образом, основной задачей обработки стохастических данных является получение детерминированных инвариантов, пригодных для использования в качестве информации в процессе принятия решений.

В нашей классификации стохастические данные могут быть трех видов: невзаимосвязанные, гауссовы и негауссовы. Невзаимосвязанные – это данные, как правило, не принадлежащие одной генеральной совокупности. Поэтому они вообще не предполагают возможности получения детерминированных инвариантов и не могут использоваться при выработке информации для принятия решений. Итак, первой обязательной процедурой, реализуемой в процессе подготовки данных, является их проверка на взаимосвязанность. Гауссовы – это данные, на которых работают центральные предельные теоремы и закон больших чисел. В качестве детерминированных инвариантов, используемых при выработке информации для принятия решений, в данном случае применяются первый и второй моменты (среднее и стандарт), получаемые в результате статистической обработки выборок данных. В пределе, после подтверждения гипотезы о форме закона распределения, может быть получена информация о теоретических значениях математического ожидания и дисперсии [3,6,13,15].

Негауссовы – это взаимосвязанные данные, на которых не работают центральные предельные теоремы и закон больших чисел. Следовательно, второй обязательной процедурой, реализуемой при подготовке данных, является их проверка на негауссовость. Суть проверки сводится к следующему. Из «генеральной совокупности» имеющихся данных делается выборка, на которой определяются среднее и стандарт. Затем к этой выборке прибавляется часть данных, взятых из «генеральной совокупности», и снова определяются среднее и стандарт. Подобная процедура наращивания выборки продолжается до полного исчерпания «генеральной совокупности». Далее строится нормированная зависимость значений среднего и стандарта от объема выборки. При этом если зависимость имеет выраженную (с учетом определенных критериев) тенденцию к стабилизации, то данные относятся к виду гауссовых. Если же обнаруживается устойчивый рост зависимости, то они считаются негауссовыми. На негауссовых выборках данных поиск детерминированных инвариантов, пригодных для

выработки информации, применяемой в процессе принятия решений, осуществляется методами рангового анализа. И здесь в качестве инвариантов используются параметры формы кривых ранговых параметрических распределений, построенных по имеющимся данным [2,6,13,15].

Специальные понятия

Особенностью СЭТ-системы является то, что она в процессе изменения параметров проявляет себя как фракталоподобная дисконтинуальная среда, генерирующая негауссовы выборки данных. По результатам измерения в СЭТ-системе формируется расчетный параметрический комплекс, основу которого составляют параметрические данные. Для обработки, хранения, преобразования и интерпретации данных применяется ранговый анализ. В управлении СЭТ-системой используется система поддержки принятия решений, реализуемая на цифровой платформе, в основе которой лежит параметрический цифровой двойник [6,13]. Дадим определение.

СЭТ-система – социально-экономико-техническая система – в различных концепциях: социально-экономическая система; организационно-техническая система; технико-экономическая система. Ограниченная в пространстве и времени взаимосвязанная и взаимодействующая посредством слабых связей совокупность технических объектов (пространственно-технологических кластеров, человеко-машинных комплексов, зданий и сооружений, технических изделий, средств и персонала), социальных и экономических субъектов (лиц, выполняющих функции распределения и потребления материальных и нематериальных ресурсов, производства, распределения, обмена и потребления товаров и услуг), а также финансов (финансовых средств, финансовых ресурсов и инструментов). Взаимосвязанность СЭТ-системы определяется единством цели, достигаемой с помощью общих систем управления и обеспечения. Цель функционирования СЭТ-системы сводится к получению максимального положительного результата при минимальных затратах на всестороннее обеспечение.

В концепции СЭТ-системы как организационно-технической системы находит применение универсальная модель – техноценоз – ограниченная в пространстве и времени взаимосвязанная совокупность технических изделий и пространственно-технологических кластеров, объединенных слабыми информационными связями. Связи в техноценозе носят особый характер, определяемый конструктивной и технологической независимостью технических изделий и многообразием решаемых задач. Взаимосвязанность техноценоза определяется единством конечной цели функционирования, достигаемой с помощью общих систем управления и всестороннего обеспечения. Управление техноценозом реализуется с использовани-

ем методов рангового анализа с учетом положений закона оптимального построения техноценозов. Рассмотрим формулировку закона [7,10,13].

Закон оптимального построения техноценозов гласит, что в любом техноценозе неотвратно действуют первое и второе начала термодинамики – законы сохранения энергии и возрастания энтропии. Последние определяют условия, первое из которых констатирует неизменность совокупного параметрического ресурса техноценоза в фиксированный момент времени, а второе – принцип максимизации энтропии техноценоза, естественно развивающегося в направлении оптимального состояния. Закон возрастания энтропии определяет, что оптимальным является техноценоз, который, при наибольшем возможном разнообразии видов, характеризуется равномерным распределением совокупного параметрического ресурса по популяциям видов техники. При этом наращивание количества видов в техноценозе ограничено условием равенства совокупного параметрического ресурса, выделенного, с одной стороны, на первый, а с другой – на последний виды. Условия законов сохранения создают ситуацию, когда максимальная дисимметрия распределения совокупного параметрического ресурса по техническим особям сочетается с максимальной равномерностью его распределения по популяциям видов, что создает благоприятные (по соотношению «полезный результат – затраты») минимаксные условия функционирования [6-15]. Продолжим и дадим еще ряд определений.


Объект СЭТ-системы – пространственно-технологический кластер, человеко-машинный комплекс, отдельное сложное техническое изделие – взаимосвязанная подсистема с сильными связями, сосредоточенная, отграниченная и обладающая целостностью с точки зрения общности управления, технологии, территории, потребления ресурсов и обеспечения.


Слабая связь – информационная связь, выражающая отношение общности, соединения, согласованности и взаимной зависимости объектов СЭТ-системы. В отличие от сильной, как правило, имеющей энергетический характер, информационная связь состоит в передаче информации от одного объекта к другому, обмене информацией, ее хранении и обработке.

Управление СЭТ-системой – целенаправленный, непрерывный, циклический процесс воздействия подсистемы управления на объекты СЭТ-системы, осуществляемый на основе выбора наилучшего варианта решения из множества допустимых на основании имеющихся знаний и информации, получаемой с помощью системы поддержки принятия решений.

Расчетный параметрический комплекс (РПК) СЭТ-системы – формируемая по результатам измерения и закреплённая на материальном носителе в форме, пригодной для анализа, обработки, хранения, преобразования и передачи, взаимосвязанная совокупность параметрических данных, отражающая с количественной, качественной и динамической сторон функциональные свойства, как объектов по отдельности, так и СЭТ-

системы в целом. Комплекс может быть однопараметрическим или многопараметрическим, в зависимости от количества измеряемых параметров.

Здесь следует остановиться и сделать важное замечание. Как представляется, весьма распространенной ошибкой при изучении СЭТ-систем является неправильное определение объекта исследования. В ряде работ в качестве объекта исследования авторы опрометчиво предлагают рассматривать саму СЭТ-систему. С другой стороны, иногда ученые, хорошо знакомые с ранговым анализом, определяют объектом исследования такое абстрактное понятие, как техноценоз. Нам представляется, что и тот, и другой подходы контрпродуктивны. Сама СЭТ-система, будучи взята в целом, в принципе не может выступать объектом исследования, т.к. является слишком общим понятием для того, чтобы ее могли охватить исследования в рамках одной отдельно взятой научной работы. Техноценоз также не может выступать объектом исследования, т.к. он сам по себе, является лишь абстрактной теоретической моделью. В этом смысле техноценоз может ставиться в центре исследования лишь в работах, направленных на развитие собственно методологии рангового анализа. Однако в этом случае он будет уже не объектом, а предметом исследования.  Так что же, в итоге, должно рассматриваться в качестве объекта исследования СЭТ-систем. На наш взгляд, именно РПК выступает объектом исследования и, как следствие, применения методологии исследования операций, математической статистики или рангового анализа в большинстве работ, посвященных изучению СЭТ-систем. Он же становится и частью озера данных, на основе которого формируется хранилище цифрового двойника [6,13,15].

Несколько слов относительно типа связей. Очевидно, что в СЭТ-системе между объектами всегда существуют как слабые, так и сильные связи.  Заключение о том, что система связана слабыми связями, означает лишь то, что управленческие воздействия в ней передаются посредством информационных пакетов, а не с помощью энергетических импульсов.


Ранговый анализ – метод получения информации для принятия решений в процессе управления СЭТ-системой, основанный на законе оптимального построения техноценозов и решающий задачи по обработке параметрических данных, их хранению, преобразованию, синтезу, анализу и интерпретации. Позволяет на основе негауссовых данных получать устойчивые параметры формы ранговых параметрических распределений, которые в процессе принятия решений могут применяться в качестве информационных детерминированных инвариантов. Включает процедуры интервального оценивания, прогнозирования, нормирования, потенцирования, дифлекс-анализа, GZ-анализа, ASR-анализа, ZP-анализа и ряд других.

Детерминированные инварианты – неизменные в рамках выделенной транзакции константы, поступающие в систему поддержки приня-




тия решений с информацией, полученной по результатам обработки РПК СЭТ-системы. В случае если выборка данных РПК СЭТ-системы гауссова, в качестве детерминированных инвариантов поступают первый и второй статистические моменты, получаемые методами математической статистики, если же выборка негауссова – устойчивые параметры формы кривой рангового параметрического распределения, получаемые методами рангового анализа. Детерминированные инварианты используются в качестве основных параметров в количественных алгоритмах принятия решений.

Ранговое параметрическое распределение – полученное в результате ранжирования данных РПК СЭТ-системы по выделенному параметру статистическое распределение Ципфа в ранговой дифференциальной форме, по сути, являющееся невозрастающей последовательностью значений самих параметров, поставленных в соответствие рангу. При условии выполнения требования взаимосвязанности данных, статистическое ранговое параметрическое распределение называется гауссовым, если зависимость его среднего и дисперсии от объема выборки незначительна, т.е. выполняется закон больших чисел. Очевидно, что статистическое распределение, для которого это условие не выполняется, является негауссовым.


 **Параметр СЭТ-системы** – функциональный параметр – количественная мера показателя, характеризующего свойство объекта системы с точки зрения выделенного качества его функционирования и/или затрат.

Понятия цифровизации

Как видно из нашего [рисунка \(см. выше\)](#), функционал измерительного и процедурного комплексов предлагается реализовывать на цифровой платформе, в основе которой лежит параметрический цифровой двойник СЭТ-системы. Вообще, применение подходов, связанных с цифровизацией и цифровым двойником, в управлении СЭТ-системой объясняется необходимостью в режиме реального времени автоматически осуществлять сложнейшие расчеты, целью которых является следующее. Необходимо на основе актуальных параметрических данных, содержащихся в РПК, постоянно получать детерминированные инварианты, которые затем поступают в аналитическую подсистему. При этом важно в пределах одной вычислительной транзакции содержать в контуре управления только необходимую часть OLAP-куба данных и элементы программного функционала, задействованные в расчетах. Это позволяет, с одной стороны, экономить привлекаемые вычислительные ресурсы, а с другой – постоянно иметь в оперативной памяти самые актуальные данные и наиболее востребованные элементы программного функционала. Подобная задача решается с помощью, так называемой, цифровой профилизации, которая нацелена на создание и поддержание в актуальном состоянии хранилища данных СЭТ-системы. При этом используется понятие цифрового профиля, реализуемо-

го на OLAP-кубе данных с помощью процедурного комплекса рангового анализа.  Фактически цифровой профиль представляет собой получаемую посредством OLAP-технологий взаимосвязанную совокупность данных, принадлежащих различным элементам OLAP-куба и их произвольным комбинациям, а также всего программного функционала, задействованного в текущей транзакции при обработке параметрических данных. Итак, перейдем к основным понятиям цифровизации [6,13,15].

Цифровая платформа СЭТ-системы – интегрированная информационно-аналитическая система, реализующая применение параметрического цифрового двойника в управлении СЭТ-системой, что позволяет повысить качество управления на всех этапах. Платформа обеспечивает постоянный учет системности данных, оценку влияния СЭТ-системы на объекты и объектов на систему, расчет параметров внешних управляющих воздействий, а также динамическую оценку количественно-качественных показателей. Реляционная модель платформы – логическая схема, отражающая основные отношения, связи между ними, целостность, а также процессы преобразования данных. Модель обеспечивает пять потоков данных: очистки и абстрагирования, инерционной, динамической и бифуркационной обработки, а также обратной адаптации. Включает подсистемы: 1) мониторинга и прогнозирования, в рамках которой реализуется первичная обработка, хранение, очистка, верификация данных, выявление аномалий, получение инерционных прогнозов, нормирование, лимитирование; 2) моделирования и планирования – разработка среднесрочных и долгосрочных инерционных и бифуркационных сценариев развития, моделирование и планирование в рамках конкурентных стратегий; 3) эффективного управления – создание финансовых, кадровых, материальных, а также организационно-технических предпосылок для повышения эффективности функционирования; 4) интеллектуального нормирования – формирование программно-аппаратных предпосылок для автоматизации процессов взаимодействия контрагентов с целью повышения системной устойчивости.

 **Параметрический цифровой двойник СЭТ-системы** – совокупность постоянно меняющихся под воздействием программного функционала цифровых профилей, ограниченная количеством транзакций, необходимых для достижения цели управления. Применительно к РПК СЭТ-системы различают цифровые двойники однопараметрические, многопараметрические и номенклатурно-параметрические. Основой хранилища однопараметрического цифрового двойника является OLAP-куб данных по выделенному параметру. Хранилище многопараметрического цифрового двойника включает тессеракт, гранями которого выступают OLAP-кубы данных по множеству параметров. Отличительной чертой номенклатурно-параметрического цифрового двойника является то, что в его хранилище параметрические OLAP-кубы связывается с номенклатурными. Парамет-

рический OLAP-куб строится на основе кубирования ранговых параметрических распределений, характеризующих процесс функционирования системы. Номенклатурный куб строится на основе кубирования ранговых видовых распределений, описывающих видовое разнообразие в системе. Связывание кубов выполняется с помощью программного функционала.

Хранилище данных – предметно-ориентированная информационная база данных РПК СЭТ-системы с элементами СУБД, используемая для хранения данных в контуре управления на всех этапах жизненного цикла.

OLAP-куб данных – трехмерный, долговременно хранимый массив данных РПК СЭТ-системы, используемый в процессе интерактивного анализа при подготовке управленческой информации на цифровой платформе.

Тессеракт данных – четырехмерный, долговременно хранимый массив данных РПК СЭТ-системы, в котором четвертое измерение формируется за счет темпорально согласованных гиперпараметров. Темпоральное согласование данных позволяет избежать многомерности модельного времени, а также транзакционного рассогласования программного функционала. Под гиперпараметром понимается функция двух переменных, ставящая в соответствие множеству значений одного параметра множество значений другого, а также ранга. В тессеракте гиперпараметр представляется в виде слоя данных, развернутого по определенному параметру в куб.

Цифровой вектор ранга – кортеж транзактов, содержащий актуальные адаптированные параметрические данные ранга, являющиеся результатом циклической реализации программного функционала на OLAP-кубе данных СЭТ-системы. Возможна реализация цифрового вектора объекта.

Цифровой двойник ранга – плоская структура данных (как правило, двумерный массив), хранящая идентифицируемый по идентификатору слоя данных (первое измерение), а также номеру временного интервала (второе измерение), набор параметров, являющихся результатом циклической реализации программного функционала на OLAP-кубе параметрических данных применительно к выделенному рангу. Возможна реализация понятия цифрового двойника также в виде плоской структуры данных, хранящей набор параметров, идентифицируемый по идентификатору слоя данных и номеру временного интервала, но применительно к объекту.

Цифровой слой данных – плоская структура данных (как правило, двумерный массив), хранящая идентифицируемый по индексу и/или рангу (первое измерение), а также номеру временного интервала (второе измерение), набор однородных параметров, являющихся результатом циклической реализации программного функционала на OLAP-кубе данных.

Цифровой срез – плоская структура данных (как правило, двумерный массив), хранящая идентифицируемый по индексу и/или рангу (первое измерение), а также идентификатору слоя данных (второе измерение), набор параметров РПК СЭТ-системы, являющихся результатом циклической реализации программного функционала на одном временном интервале.

Программный функционал СЭТ-системы – кортеж преобразователей и агрегаторов, предназначенных для реализации статической, динамической и бифуркационной моделей, а также процедуры обратной адаптации данных на OLAP-кубе СЭТ-системы. Основу программного функционала составляет информационно-аналитический комплекс (ИАКОМ), программно обеспечивающий цифровую профилизацию системы.

Транзакция – группа логически объединенных последовательных операций по работе с данными, обрабатываемая или отменяемая целиком и обладающая свойствами атомарности, согласованности, изолированности и устойчивости. В субъект-объектном контуре управления СЭТ-системы транзакция распространяется на период, в пределах которого не происходит обновление данных в РПК и остается неизменным цифровой профиль.

Озеро данных – совокупность централизованных мест хранения, включающих большие объемы полученных в процессе изучения свойств объектов СЭТ-системы, измерений и последующей параметризации необработанных данных в их собственном формате. По сравнению с иерархическим хранилищем, в котором данные хранятся в файлах и папках, в озере используется плоская архитектура с объектной системой хранения.

Облако данных – технология распределенной обработки данных объектов СЭТ-системы, в которой собственно данные, а также результаты их обработки предоставляются пользователю как интернет-сервис.

Заключение

Объекты СЭТ-системы обладают совокупностью свойств, каждое из которых численно характеризуется параметром, который может быть измерен с помощью средств, входящих в измерительный комплекс. По результатам измерения формируется расчетный параметрический комплекс, где содержатся данные, обработка которых производится в рамках цифрового профиля с помощью программного функционала, входящего в процедурный комплекс. Цель работы с данными – получение детерминированных инвариантов, поступающих в аналитическую подсистему и далее – с информацией в СППР, которая вырабатывает предложения подсистеме управления по формированию управляющих воздействий. В процессе управления измеренные данные обрабатываются известными методами на основе имеющихся знаний, а полученная информация анализируется, что позволяет предложить решения, лучшее из которых применяется в управлении. При этом, наработанные новые методики, признаки, критерии и правила пополняют методы и знания. РПК выступает объектом реализации ИАКОМ и является частью OLAP-куба, на основе которого формируются хранилище данных, цифровой двойник и цифровой профиль, а также такие инструменты, как цифровой вектор, слой и срез. Применение цифрового двойника в управлении осуществляется на цифровой платформе.

Литература

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1958. – 464 с.
2. Кудрин Б.И. Введение в технетику. – Томск: ТГУ, 1993. – 552 с.
3. Хайтун С.Д. Механика и необратимость. – М.: Янус, 1996. – 448 с.
4. Философский словарь. – М.: Издательство «Республика», 2001. – 719 с.
5. Новая философская энциклопедия. – М.: Мысль, 2010. – 2816 с.
6. Техника, техносфера, энергосбережение [Сайт] / В.И. Гнатюк. – Электронные текстовые данные. – М.: [б.и.], [2000]. – Режим доступа: <http://www.gnatukvi.ru>, свободный, [рег. от 23.11.2005 № 5409].
7. Гнатюк В.И. Закон оптимального построения техноценозов [Статья] / В.И. Гнатюк. – Электронные текстовые данные. – Калининград: [Изд-во Калининградского инновационного центра «Техноценоз»], [2012]. – Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/index.files/zakon.pdf>, свободный.
8. Гнатюк В.И. Потенциал энергосбережения техноценоза [Трактат] / В.И. Гнатюк. – Электронные текстовые данные. – Калининград: [Изд-во Калининградского инновационного центра «Техноценоз»], [2013]. – Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/index.files/potential.pdf>, свободный.
9. Меркулов А.А. Универсальный паттерн организации ситуационных центров [Статья] / А.А. Меркулов, А.В. Колесников. – М.: [Системы и средства информатики], [2013]. – <http://gnatukvi.ru/index.files/pattern.pdf>.
10. Гнатюк В.И. Философские основания техноценологического подхода [Монография] / В.И. Гнатюк. – Электронные текстовые данные. – Калининград: [Изд-во Калининградского инновационного центра «Техноценоз»], [2014]. – Режим доступа: http://gnatukvi.ru/mono_pdf/text.pdf.
11. Луценко Д.В. Комбинаторная теория ранговой динамики [Трактат] / Д.В. Луценко. – Электронные данные. – Калининград: [КИЦ «Техноценоз»], [2018]. – Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/ktrd.pdf>, свободный.
12. Кивчун О.Р. Векторный ранговый анализ [Трактат] / О.Р. Кивчун. – Электронные текстовые данные. – Калининград: [КИЦ «Техноценоз»], [2019]. – Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/vran.pdf>, свободный.
13. Гнатюк В.И. Закон оптимального построения техноценозов [Монография] / В.И. Гнатюк. – 3-е изд., перераб. и доп. – Электронные текстовые данные. – Калининград: [Изд-во КИЦ «Техноценоз»], [2019]. – Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/ind.html>, свободный.
14. Шейнин А.А. Закон энергетического баланса человеческого организма [Трактат] / А.А. Шейнин. – Электронные текстовые данные. – Калининград: [Изд-во Калининградского инновационного центра «Техноценоз»], [2020]. – Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/troz.pdf>, свободный.
15. Гнатюк В.И. Цифровой двойник техноценоза по электропотреблению [Трактат] / В.И. Гнатюк. – Электронные данные. – Калининград: [б.и.], [2021]. – Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/index.files/cifrodvoyin.pdf>.