

**КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СОСТОЯНИЯМИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И
ВОЗМОЖНОСТИ ЕЕ ПРИКЛАДНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ*****Н. П. Кириллов (Санкт-Петербург)**

Концептуальная модель – это описание свойств предметной области, совокупность которых позволяет упростить понимание присущих ей закономерностей, существенных для заданных целей применения. Построение концептуальной модели (КМ) процессов управления функциональными состояниями технической системы (ТС) [1] необходимо:

✓ для выявления и детализации причинно-следственных закономерностей, характеризующих эти процессы, с целью получения, систематизации и структуризации знаний о предметной области;

✓ для дефиниции онтологических понятий, применяемых при описании этих знаний, и установления семантических отношений между ними;

✓ для упрощения процедур построения моделей реальных ТС, за счет применения общесистемных методик моделирования, основанных на использовании КМ в качестве репрезентативной модели рассматриваемой предметной области.

В существующих КМ процессы управления представляются в виде контура, образованного между предварительно выделенными объектами – системой управления и ТС. При этом методы выделения этих объектов из среды, их границы и свойства не комментируются, а принимаются по умолчанию, как данность. Поэтому выявление и детализация свойств этих КМ можно осуществить только путем анализа конкретных ТС и систем управления. Однако полученная при этом дополнительная информация будет отражать только свойства выбранных объектов, а не общесистемные свойства всех объектов рассматриваемой предметной области. Кроме того такие КМ несостоятельны применительно к описанию процессов управления состояниями ТС, в которых имеются встроенные устройства и системы управления, изначально рассматриваемые в этих моделях отдельно от ТС.

Указанное обстоятельство обуславливает потребность в разработке принципиально другой КМ, лишенной этих недостатков. Такая КМ не должна зависеть от многообразия способов реализации процессов управления состояниями и специфики конструкции ТС. В основе такой модели должны использоваться только общесистемные свойства рассматриваемой предметной области. С другой стороны, эти свойства должны быть детализированы до уровня, на котором будут обеспечиваться возможности прикладного использования КМ. Противоречие в требованиях между универсальностью и конструктивностью КМ обуславливает суть проблемы построения таких моделей.

Для построения КМ предложен методологический подход, основанный на следующих положениях.

1. Для обеспечения независимости от специфики существующих и потенциально возможных методов и способов реализации рассматриваемых процессов КМ должна быть основана на описании функций, которые составляют системообразующее функциональное содержание этих процессов, и/или соответствующих им функциональных частей надсистемы, внутри которой реализуются процессы управления состояниями и функционирования ТС.

* Работа выполнена при поддержке РФФИ, гранты 11-08-00641-а и 10-08-90027-Бел_а.

2. Использование понятия «надсистема» позволяет решить задачу определения границ моделируемой предметной области – они, по определению, не выходят за границы надсистемы. В качестве такой надсистемы, выбрана мыслимая (гипотетическая) функциональная система – преобразователь (ПР).

Функциональная (кибернетическая) система (ФС) – по академику Анохину – это комплекс избирательно извлеченных компонентов некоторой ее надсистемы, взаимоотношения и взаимодействия которых ориентированы на получение фокусированного полезного результата [2]. Каждой ФС (функциональной части системы) соответствует полезная функция, описание которой рассматривается в качестве модели процессов функционирования этой системы (ее функциональной части).

3. Для исключения неопределенности в установлении границ модели ПР, предполагается, что:

- функция ПР состоит в преобразовании состояний его входа – «Объекта преобразования» (ОП) (аргументы функции) в состояния его выхода – «Результата преобразования» (РП) (значения функции);
- ПР – это ФС с автономным управлением, которая выполняет свою функцию в соответствии с собственными потребностями и целями;
- ПР взаимодействует со средой, в которой он находится, и потребляет некоторые виды ресурсов, обеспечивающие необходимые условия для его функционирования. Ресурсы и среда рассматриваются как объекты внешнего окружения ПР и его функциональных частей.

Предполагается также, что ПР имеет следующие свойства, присущие материальным объектам искусственного происхождения с управляемыми состояниями:

- функционирование ПР осуществляется на конечном этапе (времени жизни), на котором могут быть выбраны интервалы времени, в течение которых причинно-следственные процессы его поведения могут быть представлены моделями стационарной динамической системы;
- существуют условия штатной эксплуатации (сочетания состояний среды, ресурсов и интервалов времени жизни), в которых процессы функционирования ПР и его составных частей являются предопределенными и могут быть представлены в виде детерминированных моделей.

4. В составе ПР содержится мыслимый объект ТС – функциональная система, полезная функция которой заключается в обеспечении необходимых условий для выполнения целей функционирования ПР. Помимо способности выполнять свои полезные функции, ТС имеет следующие дополнительные системообразующие свойства [3]:

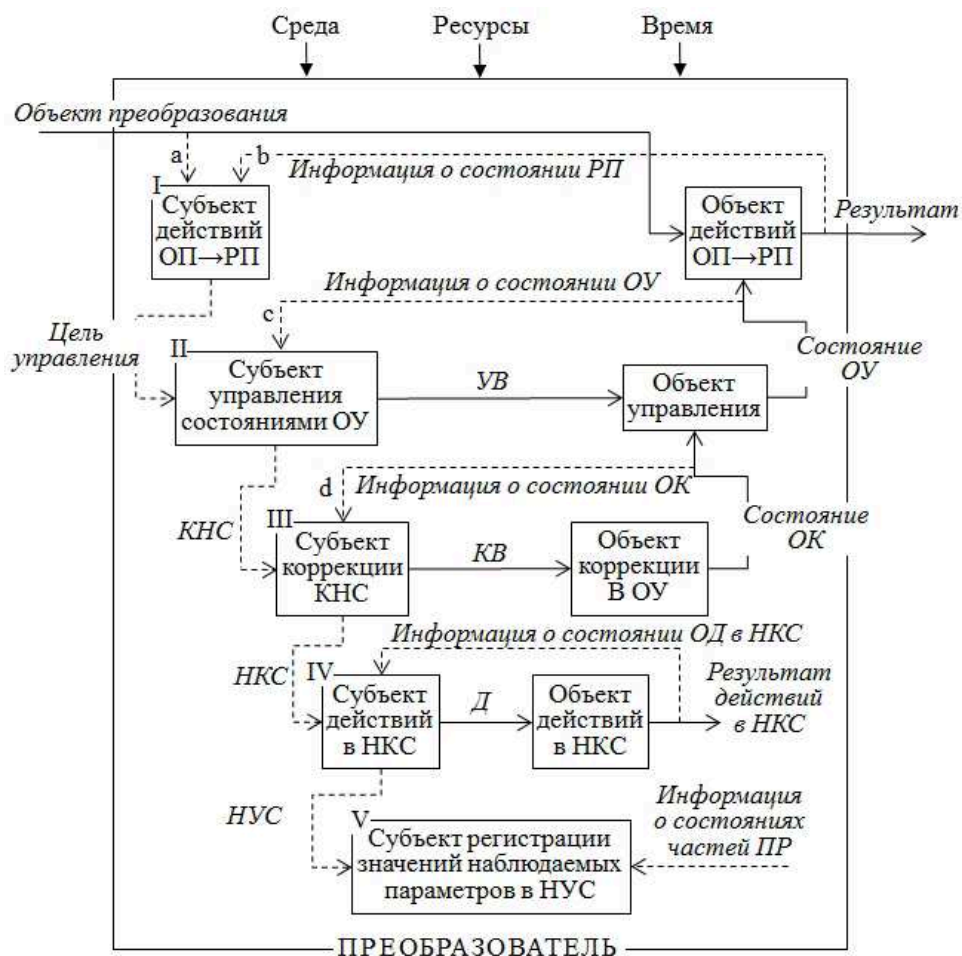
- причинность функционирования – свойство, которое характеризует способность системы изменять свои функциональные состояния только вследствие оказываемых на нее воздействий, в том числе и формируемых в самой системе в соответствии с предварительно заданными ей извне целями;
- автономность функционирования – свойство, характеризующее способность системы в штатных условиях эксплуатации самостоятельно выполнять свою полезную функцию в течение некоторого интервала времени в отсутствии управляющих воздействий, при ее нахождении в отдельных устойчивых и равновесных состояниях.

5. К объектам таксона «ТС» относятся материальные и мыслимые объекты, удовлетворяющие указанным выше свойствам ТС, следствием которых является наличие в них, по крайней мере, двух последовательно взаимодействующих между собой функциональных частей: сенсорной и исполнительной [3–6]. Функция сенсорной части (СЧ) состоит в восприятии управляющих воздействий (УВ) сигнального типа, поступающих от субъекта управления (СБУ) – одной из функциональных частей ПР, и изменении своего состояния в соответствии с этими УВ. Функция исполнительной час-

ти (ИЧ) состоит в изменении своих состояний в соответствии с изменениями состояний СЧ. Совокупность СЧ, ИЧ и связей между ними рассматривается как объект управления (ОУ), указанного выше СБУ, являющегося функциональной частью одновременно ПР и ТС.

6. Результаты каждого деятельного акта (ДА) ПР и его функциональных частей оцениваются по ситуациям, определяемым путем сравнения ожидаемого результата ДА до его инициации, и фактически полученного результата после его выполнения. При совпадении этих результатов ситуация определяется как штатная, в противном случае – как нештатная (НС). Возможны три типа НС: корректируемая (КНС), некорректируемая (НКС) и ситуация, при возникновении которой невозможно осуществлять управление состояниями ОУ (неуправляемая ситуация – НУС). Для каждого из перечисленных типов ситуаций, за исключением НУС, в ПР существует пара взаимодействующих между собой функциональных частей: субъект и объект действия (управления, коррекции). Субъект – функциональная часть ПР, выполняющая функции принятия решений в соответствующих ему ситуациях; объект – функциональная часть, исполняющая эти решения. При возникновении НУС в ПР осуществляется выполнение только функции регистрации значений всех наблюдаемых параметров, характеризующих функционирование всех функциональных частей ПР.

Объектно-ориентированная модель ПР, представленная в базисе его функциональных частей, показана на рисунке. При определении состава и структуры предлагаемой КМ использовались известные положения кибернетики и теории систем, ориентированные на анализ и описание функций, выполняемых в процессе управления состояниями объектов живой и неживой природы.



7. Состав функциональных частей ПР и их свойства рассматриваются как множество классификационных признаков процессов управления и функционирования реальных и мыслимых ТС. Выявление этих признаков позволяет разделить таксон ТС на подтаксоны, каждый из которых будет характеризоваться собственным набором идентифицирующих его признаков – подмножеством частей ПР. Системоопределяющим признаком таксона ТС является наличие у всех его объектов функциональной части ПР – ОУ. В этом таксоне существует минимальный по мощности подтаксон, содержащий единственный элемент, имеющий максимальный набор признаков, выделенных в КМ ПР, соответствующий ТС, выполняющей функции самого ПР.

В докладе рассматриваются и иллюстрируются методы и способы дальнейшей детализации свойств предложенной КМ ПР, а также варианты ее прикладного использования, в частности, на трудно формализуемых этапах формирования требований, предъявляемых к имитационным моделям процессов управления и функционирования ТС, построения концептуальных моделей, удовлетворяющих этим требованиям, решения задач верификации и валидации таких моделей, выполняемых в настоящее время с использованием эмпирических и эвристических методов.

Литература

1. **Кириллов Н. П.** Функциональное состояние технического объекта. Дефиниция понятия // Авиакосмическое приборостроение. 2010. № 10. С. 31–40.
2. **Анохин П. К.** Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем // Очерки по физиологии функциональных систем: Сб. статей. М., 1975. С. 17–62.
3. **Кириллов Н. П.** Признаки класса и определение понятия «технические системы» // Авиакосмическое приборостроение. 2009. № 8. С. 32–38.
4. **Кириллов Н. П.** Репрезентативная модель объекта управления технических систем (часть I) // Авиакосмическое приборостроение. 2009. № 10. С. 25–30.
5. **Кириллов Н. П.** Репрезентативная модель объекта управления технических систем (часть II) // Авиакосмическое приборостроение. 2009. № 10. С. 31–37.
6. **Кириллов Н. П.** Концептуальные модели и свойства технических систем с управляемыми состояниями (обзор и анализ) // Искусственный интеллект и принятие решений. 2011. № 4 (в печати).