

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КОСМИЧЕСКИМИ АППАРАТАМИ

Ширяева О.И., Самигулина З.И.

Институт проблем информатики и управления МОН РК, Казахстан,
КазНТУ им. К.И. Сатпаева
info@track.kz, zarinasamigulina@mail.ru

Современная космонавтика является совокупностью отраслей науки и техники, новейших достижений цивилизации и служит мощным средством решения глобальных региональных, научных и социально экономических проблем. Сейчас исследование и использование космического пространства это сфера деятельности, которая во многом определяет будущее земной цивилизации. Мировая космическая деятельность базируется на новейших научных результатах и высокотехнологичных средствах, стимулирует получение высокоинтеллектуальных знаний и создание уникальных технических разработок.

Учитывая перспективы развития и совершенствования науки и технологий, прогнозируемые потребности государственных и коммерческих структур в использовании космоса, можно сделать вывод, что характерной чертой космической деятельности в XXI веке будет не только стремление к достижению новых количественных и качественных рубежей в развитии космических систем, но и создание новых высокотехнологичных космических средств и систем различного целевого назначения, затрагивающих и кардинально меняющих многие сферы человеческой деятельности. Среди перспективных направлений развития космических средств на период до 2025 г. можно выделить в первую очередь разработки, напрямую связанные с построением глобальных адаптивных космических сетей различного назначения (связи, передачи данных, навигации и т.д.), малые, микро– и наноспутники, нейросетевые технологии, системы управления на основе технологии искусственного интеллекта, специализированных миниатюрных чипов и программных средств для обработки больших объемов информации, высокоточных микромеханических систем, высокоэффективных источников энергии (<http://www.kosmos.claw.ru>).

С научно–технической точки зрения в космическом пространстве имеют место особые условия и реализуются особые законы, которые нужно учитывать при создании технических средств и аппаратуры для работы и жизни в космосе [1].

Системы управления космическими летательными аппаратами отличаются некоторыми особенностями, показанными на рисунке 1. Данные особенности системы управления приводят к необходимости помимо принципов робастного и адаптивного управления и их комбинаций использовать методы искусственного интеллекта, разрабатывать концепции построения интеллектуальных систем управления [2].

Интеллектуализация средств управления осуществляется за счет внедрения систем искусственного интеллекта (экспертных систем, оперативных информационно–советующих систем, систем имитационного моделирования) и объединения этих систем в бортовую интеллектуальную среду.

Интеллектуализация позволяет обеспечить новые возможности управления пилотируемыми кораблями и космическими комплексами:

- реализацию перспективных методов управления с опережающим по времени имитационным моделированием стратегий управления и управленческих решений (управление с прогнозом, адаптационное управление);
- повышение автономности управления за счет внедрения эффективных средств информационной поддержки экипажа (интегрированная база знаний и данных, экспертные

системы различной целевой направленности, оперативная информационно–советующая система и т.п.) [3].

В системах управления космическим летательным аппаратом стоит задача оперативной обработки большого количества информации. Для решения этой проблемы используются новые интеллектуальные подходы анализа и прогноза данных, такие как нейронные сети, генетические алгоритмы и т.д.

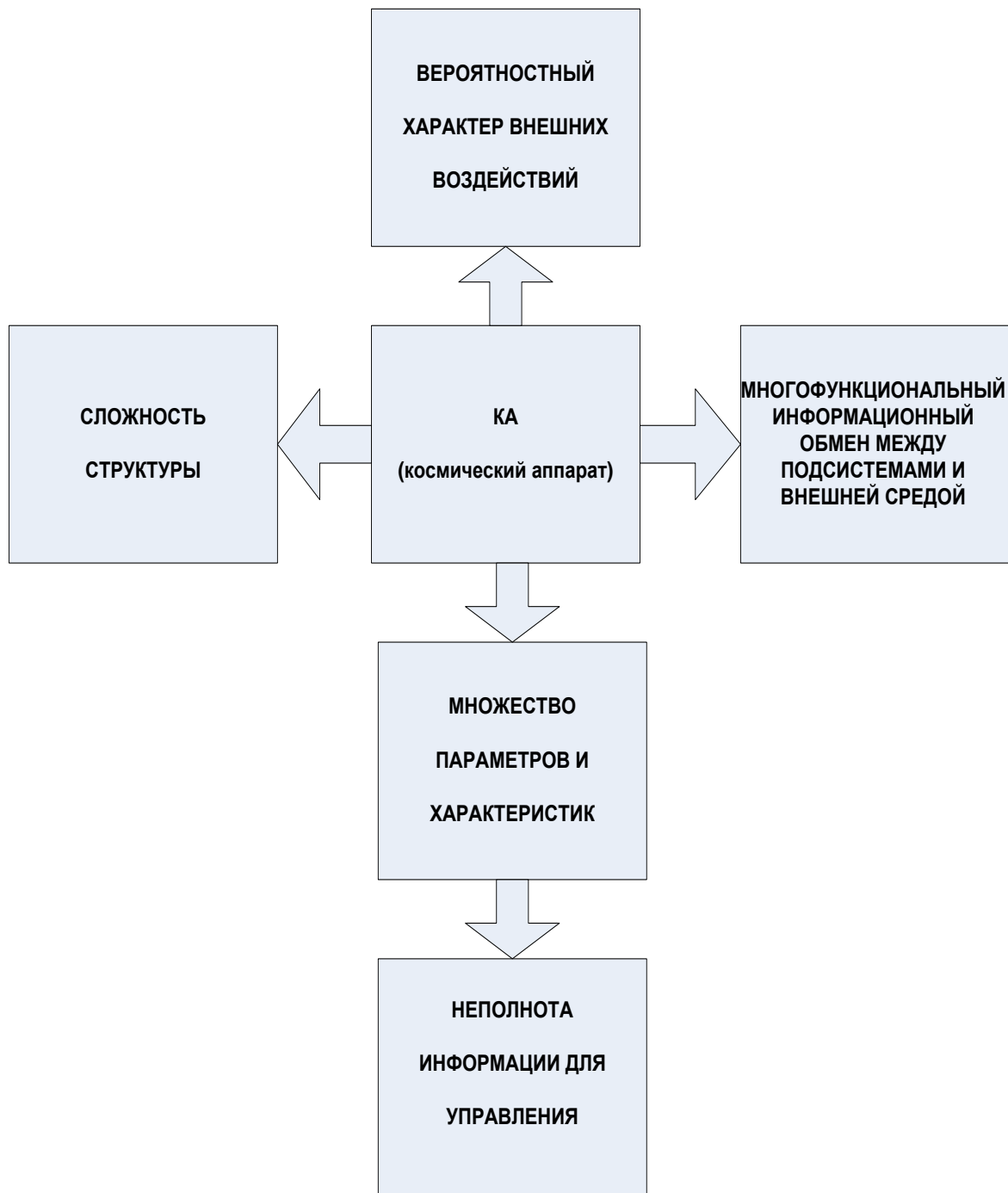


Рисунок 1– Схема особенностей систем управления космическими летательными аппаратами

Искусственные нейронные сети – это математические модели, их аппаратные и программные реализации, построенные по принципу организации и функционированию биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма. Искусственные нейронные сети используются в задачах прогнозирования, распознавания образов и управления.

Способности нейронной сети к прогнозированию напрямую следуют из ее способности к обобщению и выделению скрытых зависимостей между входными и выходными данными. После обучения сеть способна предсказать будущее значение некой последовательности параметров на основе нескольких предыдущих значений или каких-то существующих в настоящий момент факторов. Нейронные сети не программируются в привычном смысле этого слова, они обучаются. Возможность обучения — одно из главных преимуществ нейронных сетей перед традиционными алгоритмами. Технически обучение заключается в нахождении коэффициентов связей между нейронами. В процессе обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными данными и выходными, а также выполнять обобщение.

Применение нейронных сетей в управлении космическим летательным аппаратом осуществляется в несколько этапов [4]:

- сбор данных для обучения;
- подготовка и нормализация данных;
- выбор топологии сети;
- экспериментальный подбор характеристик сети;
- экспериментальный подбор параметров обучения;
- собственно обучение;
- проверка адекватности обучения;
- корректировка параметров, окончательное обучение;
- вербализация сети с целью дальнейшего использования.

Использование интеллектуальных систем в управлении космическими летательными аппаратами позволяет осуществлять прогноз работы системы, оперативное управление, сбор и обработку информации в реальном времени.

На рисунке 2 представлена разработанная схема управления космическим летательным аппаратом с использованием интеллектуального блока, основанного на нейронной сети с адаптивным управлением с явной эталонной моделью. Интеллектуальный блок представляет собой обобщенную схему абстрактного нейрокомпьютера.

В работе интеллектуального блока различают два режима: режим обучения и рабочий режим. Для того, что бы нейрокомпьютер решил требуемую задачу, нейронная сеть должна пройти обучение на эту задачу. Суть режима обучения заключается в настройке коэффициентов межнейронных связей на совокупность входных образов этой задачи. Установка коэффициентов осуществляется на примерах, сгруппированных в обучающие множества. Такое множество состоит из обучающих пар, в которых каждому эталонному значению входного образа соответствует желаемое (эталонное) значение выходного образа. При первой подаче очередного эталонного входного образа выходной сигнал отличается от желаемого. Блок обучения оценивает величину ошибки и корректирует коэффициенты межнейронных связей с целью ее уменьшения.

При второй и последующих подачах этого же эталонного входного образа величина ошибки продолжает уменьшаться. Процесс продолжается до тех пор, пока ошибка не достигнет требуемого значения. С математической точки зрения процесс обучения является решением задачи оптимизации. Целью оптимизации является минимизация функции ошибки (или невязки) на данном множестве примеров путем выборки коэффициентов межнейронных связей. На рисунке 2 предоставлена сеть, которая использует обучение с учителем. В рабочем режиме блок обучения, как правило, отключен. На вход подаются сигналы, требующие распознавания (отнесения к тому или иному классу). На эти сигналы (входные образы), как правило, наложен шум. Обученная нейронная сеть фильтрует шум и относит образ к нужному классу [5].

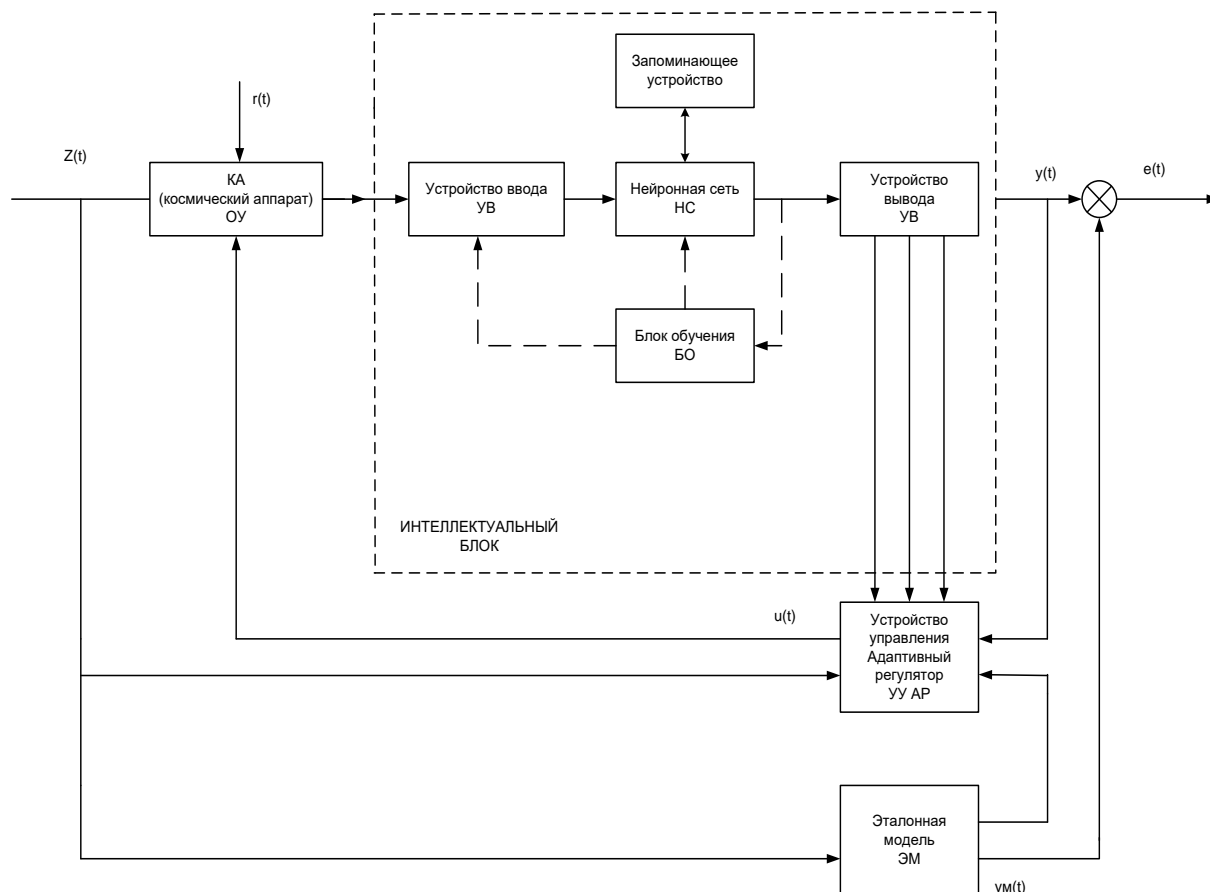


Рисунок 2 – Схема управления космическим аппаратом с использованием интеллектуального блока

С помощью интеллектуального блока информация, поступающая с объекта управления, (космического аппарата) оперативно обрабатывается. По результатам обработки данных делается прогноз поведения системы и с помощью адаптивного регулятора осуществляется управление системой.

Литература

1. Сенкевич В.П. Современное общество, космонавтика и космическое мировоззрение // Материалы международной научно-общественной конференции «Космическое мировоззрение – новое мышление XXI века». – М., 2004.
2. Шкарбань В.В., Измайлов А.С., Невмержицкий А.В., Малышев С.М. Основные положения методики априорной оценки точностных характеристик корректируемых систем управления отделяемых ступеней // XXXIV Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П.Королёва и других выдающихся отечественных учёных – пионеров освоения космического пространства, 27 января, 2010.
3. Микрин Е.А., Федосеев И.П., Путан Д.Б., Гусев С.И., Суханов Н.А. Актуальность использования систем искусственного интеллекта в бортовых комплексах управления пилотируемых космических аппаратов, пути и способы разработки, внедрения, интеграции и эксплуатации.– М., 2003.
4. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. - М.: Горячая линия - Телеком, 2001. – 382с.
5. Лобатый А.А., Снисаренко С.В., Стасевич Н.А. Методический комплекс по дисциплине "Современные методы синтеза систем управления". - Минск, 2007.