

УДК 004.056.55

DOI: 10.30987/article_5ca3030b230c44.56471806

Н.В. Суханова, к.т.н.
(ФГАУН Институт конструкторско-технологической информатики РАН,
127055, Москва, а/я 24, ИКТИ РАН)
E-mail: n_v_sukhanova@mail.ru

Совершенствование структуры интеллектуальных автоматизированных систем управления на базе технологий стратегического, конкурентного и ситуационного управления

Предприятия машиностроения работают в условиях рыночной экономики. Главным критерием оценки является прибыль. Предприятия используют стратегическое, конкурентное и ситуационное управление. Разработана модель интеллектуальной автоматизированной системы управления. Модель используется для изучения и обучения стратегии и тактике конкурентной борьбы за рынок сбыта.

Ключевые слова: интеллектуальная автоматизированная система управления; гибкая программируемая структура; обеспечение качества продукции; интеллектуальные методы; искусственная нейронная сеть; стратегическое управление; конкурентное управление; ситуационное управление.

N.V. Sukhanova, Can.Sc. Tech.
(FSAUN Institute of Design-Technological Informatics of RAS, IDTI, p/b 24, Moscow, 127055)

Improvement of intelligent automated control system structure based on technologies of strategic, competitive and situation control

Engineering companies function under conditions of market economy. A basic criterion of assessment is profit. Companies use strategic, competitive and situation control. There is developed a model of intelligent automated system of control. The model is used for analysis and training to strategy and tactics of competitive activity for a market.

Keywords: intelligent automated control system; flexible programmable structure; product quality support; intelligent methods; artificial neuronal network; strategic control; competitive control; situation control.

Введение

Современный этап развития машиностроения связан с разработкой новых наукоемких технологий, в том числе в области автоматизации и управления. Развитие методов искусственного интеллекта позволило создать новое поколение интеллектуальных АСУ (ИАСУ). ИАСУ объединяют большое количество подсистем, составных частей, компонентов и элементов, в том числе технологическое оборудование, датчики, управляющие устройства, вычислительные системы, персональные компьютеры, серверы, базы данных, промышленные, компьютерные и нейронные сети, экс-

пертные системы и др.

Эффективность функционирования АСУ зависит от ее структуры и от качества работы ее составных частей. Структура АСУ при традиционном способе построения задается при ее проектировании. Перестройка структуры АСУ связана с существенными затратами. Изменения структуры АСУ должны происходить без остановки ее работы, без нарушения функционирования остальных подсистем, составных частей и компонентов. Для нового поколения ИАСУ разработана гибкая структура на основе опыта создания адаптивных систем.

Цена товара является главным фактором

рыночной конкуренции. Снижая цену, производитель обеспечивает продвижение товаров на рынок и занимает лидирующие позиции. Удельные затраты или себестоимость зависят от объема производства товаров. У крупных производителей удельные затраты ниже, чем у мелких производителей на 20...30 %, что обеспечивает преимущества крупных производителей при конкуренции на рынке товаров. Объем производства можно увеличивать только в пределах рыночного спроса, иначе происходит перепроизводство, затоваривание. Конкуренция на рынке товаров приводит к кризису. Снижение цены за счет роста объема производства имеет существенные ограничения.

Низкую цену на продукцию может обеспечить система непрерывного повышения качества («Качество – путь к выходу из кризиса» Э. Дэминг) [1]. Одним из способов обеспечения качества продукции является автоматизация технологических процессов. Производственная структура современных предприятий меняется, адаптируется к внешней рыночной среде. В ИАСУ необходимо реализовать технологии стратегического, конкурентного и ситуационного управления с учетом изменений внешней рыночной среды [2]. Специалистами советской, российской и зарубежных научных школ накоплен большой опыт разработки АСУ [3 – 4]. В настоящее время разрабатываются интеллектуальные АСУ (ИАСУ) с расширенными функциональными возможностями и гибкой изменяемой структурой [5, 6].

Актуальность

В условиях рыночной экономики необходима гибкая адаптивная структура АСУ, которая способна оперативно реагировать на изменение спроса на продукцию и обеспечивать ее конкуренцию на рынках сбыта. Таким образом, необходимы инновации в АСУ, разработка новых технологий управления производственными процессами.

Перспективным направлением является применение методов искусственного интеллекта. Разработка интеллектуальных АСУ является новым и актуальным направлением в научных исследованиях. Интеллектуальная АСУ должна иметь гибкую перестраиваемую, реконфигурируемую структуру. Разработаны требования к ИАСУ [5–6]. ИАСУ должна обладать возможностями для масштабирования, увеличения и сокращения объема производства, объединения с другими ИАСУ и обособления от них, выделения отдельных частей в автономные или подчиненные ИАСУ нижнего уровня.

Адаптация структуры интеллектуальной АСУ к внешней рыночной среде

Структура ИАСУ имеет сложную многоуровневую организацию [5, 6]. В ИАСУ выделяют три основных уровня – верхний, промежуточный и нижний.

В статьях, посвященных методам конкурентной борьбы, также выделены три уровня: 1 – стратегический, 2 – тактический, 3 – ситуационный [2].

Такое разделение вписывается в уже сложившуюся структуру ИАСУ, когда три уровня конкурентной борьбы распределены по соответствующим им трем уровням ИАСУ.

На всех уровнях ИАСУ имеются дополнительные устройства, реализующие конкурентное и ситуационное управление на основе технологий искусственного интеллекта.

На верхнем уровне ИАСУ имеются экспертные системы (ЭС) для выбора стратегии и тактики конкурентной борьбы. На среднем уровне ИАСУ гибкие связи элементов и компонентов реализованы посредством коммутаторов. Коммутаторы реализованы как обученные искусственные нейронные сети (ИНС). На нижнем уровне ИАСУ имеется управляющая вычислительная система, в которую входит дополнительный интеллектуальный модуль для реализации ситуационного управления (МСУ).

Таким образом, в структуру традиционной АСУ встроена и интегрирована распределенная интеллектуальная система, предназначенная для обеспечения качества и эффективной работы на всех уровнях системы управления и во всех процессах жизненного цикла (ЖЦ).

На базе всех перечисленных интеллектуальных устройств реализована гибкая программируемая структура ИАСУ, адаптирующаяся к внешней рыночной среде, изменениям объектов управления и к условиям конкурентной борьбы за рынки продукции. ИАСУ обладает следующими расширенными функциональными возможностями:

- выбор стратегии, определения стратегических целей конкуренции на рынке товаров,
- выбор тактики для достижения стратегических целей,
- оперативное ситуационное управление технологическими процессами и оборудованием, изменение объектов управления.

Стратегическое конкурентное управление включает:

- старт, вхождение на рынок, которое сопровождается ростом производства;
- сохранение позиций, поддержание постоянного объема производства;
- временное расширение-сокращение объема производства при колебаниях рынка и

конкурентной борьбе;

- расширение номенклатуры продукции;
- переход на выпуск другой продукции;
- изменение, внедрение новых технологий производства;

– уменьшение и прекращение производства, уход с рынка, ликвидацию предприятия.

Тактика конкурентного управления включает:

- интеграцию, объединение предприятий, установление иерархии и соответствующее объединение их структур в единой ИАСУ;

– обособление, разделение, выделение части ИАСУ в самостоятельную подсистему;

- кооперацию, объединение нескольких ИАСУ без их взаимного подчинения и конкуренции между собой.

Для конкурентного тактического управления использован промежуточный уровень структуры ИАСУ. Гибкость и масштабируемость структуры обеспечены за счет коммутаторных искусственных нейронных сетей. Коммутаторные ИНС выполняют следующие функции:

- объединение-разделение отдельных частей в составе управляющего комплекса;

– подключение-отключение дополнительного оборудования при изменении технологии или при переходе на выпуск другой продукции;

- подключение-отключение избыточных, резервных и запасных устройств при расширении-сокращении объемов производства.

На нижнем уровне ИАСУ в составе управляющей вычислительной системы дополнительный модуль ситуационного управления реализует следующие новые функциональные возможности:

- контроль загруженности оборудования;
- определение резервов производительности оборудования;
- адаптации к объектам управления.

Проведен сравнительный анализ структур известных АСУ в машиностроении, в том числе гибких производственных систем, а также реконфигурируемых мультиконвейерных вычислительных структур суперкомпьютеров и отказоустойчивых вычислительных систем ответственного назначения [5 – 10].

Анализ показал, что наиболее близкими по структуре к разрабатываемой ИАСУ являются гибкие производственные системы и отказоустойчивые вычислительные системы (ВС).

В отказоустойчивых ВС имеются основные и избыточные резервные устройства, коммутаторы и схемы для реконфигурации, изменения взаимных связей между составными частями, компонентами и элементами.

В отказоустойчивых ВС выполняется непрерывный контроль работоспособного состояния составных частей, компонентов, эле-

ментов. При отказах составных частей, компонентов, элементов проводят реконфигурацию, изменяют связи, отключают неисправные основные устройства и вместо них подключают исправные резервные устройства. Отказоустойчивые ВС парируют, предотвращают негативное влияние отказов элементов.

По аналогии с рассмотренными отказоустойчивыми ВС функционируют ИАСУ с конкурентным управлением. Стратегическое управление приводит к структурным изменениям, к объединению ИАСУ или к обособлению, разделению ИАСУ на отдельные составные части.

В свою очередь, тактическая реализация конкурентного управления ведет к расширению, сокращению или к стабильному объему производства продукции.

При расширении объема производства требуется подключать дополнительные резервные и запасные устройства.

При сокращении объема производства часть оборудования становится избыточной и не используется. Ее следует отключить, перевести в резерв или отправить в запас на склад для хранения.

При стабильном объеме производства подключенное оборудование должно использоваться с полной загрузкой, без перерывов в работе.

Таким образом, при конкурентном и ситуационном управлении меняется не только стратегия и тактика действий, но и соответствующая им производственная структура предприятий, для которой требуется адаптация и реконфигурация соответствующей структуры ИАСУ.

Целью реконфигурации является изменение структуры ИАСУ, чтобы обеспечить реализацию выбранной стратегии и тактики.

На нижнем уровне ИАСУ использовано ситуационное управление с помощью управляющей вычислительной системы [11, 12]. Управляющая вычислительная система реализована по модульному принципу и включает коммуникационные модули и модули с программным и интеллектуальным управлением, в том числе модули ИНС и модули ситуационного управления (МСУ). Коммуникационные модули реализуют взаимные соединения модулей всех типов друг с другом, соединения с внешними устройствами и сетями передачи данных. Управляющая вычислительная система имеет гибкую коммутаторную архитектуру и позволяет подсоединять и отключать модули, изменять их взаимные связи без коммутации контактов и перепайки проводов.

Таким образом, для конкурентного и ситуационного управления в АСУ могут использоваться структурные решения, первоначаль-

но разработанные для обеспечения отказоустойчивости и безотказности вычислительных систем.

Модель ИАСУ в условиях внешней рыночной среды

Предлагается использовать модель для вы-

бора структуры ИАСУ, (рис.1). Модель позволяет реализовать реорганизацию производственной структуры предприятия, изучать и применять разные стратегии и тактики конкурентной борьбы, чтобы провести их сравнительный анализ и выбрать один из возможных вариантов действий.

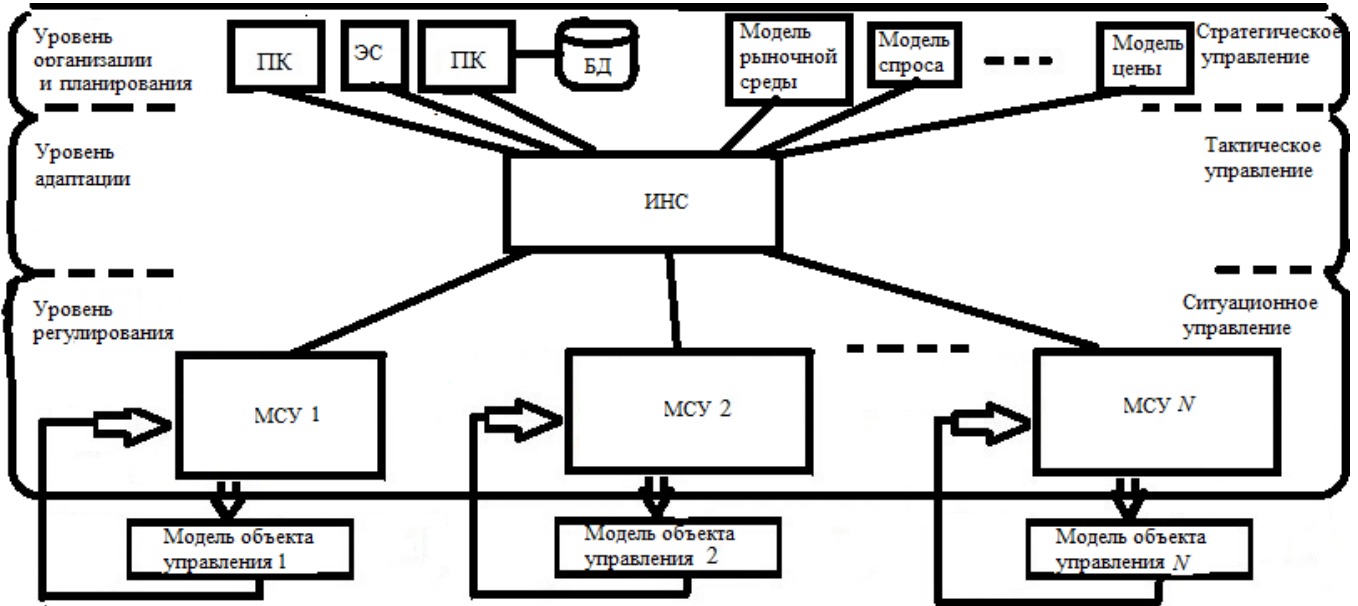


Рис.1. Модель ИАСУ

Модель ИАСУ позволяет оценить затраты, убытки и результаты при разных стратегиях и тактиках конкурентной борьбы в условиях изменения внешней рыночной среды.

В затраты включают заработную плату, расходы на электроэнергию, на приобретение сырья, материалов, оборудования, убытки, ущерб и др.

Результаты получают как доход от продажи произведенного товара. Результаты зависят от цены на товар и объема его продаж.

Цена и объем производства определяют место предприятия на рынке производителей продукции.

Эффективность конкурентного управления в модели ИАСУ предложено оценить по величине прибыли, сальдо по формуле

$$C(t) = P(t) - Z(t), \quad (1)$$

где C – сальдо; Z – затраты; P – результаты; t – время.

Задают период для оценки сальдо, например месяц или год. Определяют сальдо и сравнивают его с предшествующим периодом. Если сальдо положительно и увеличивается по значению, то стратегия и тактика выбраны правильно.

Колебания в величине сальдо могут быть связаны с изменениями спроса, рыночной цены или с появлением сильных конкурентов. Если сальдо отрицательно, надо корректиро-

вать стратегию и тактику конкурентной борьбы.

Модель ИАСУ должна адаптироваться к внешней рыночной среде, спросу, цене на товар и объектам управления. Все перечисленные факторы реализованы как модели с использованием реальных статистических данных. Гибкую структуру ИАСУ моделирует ИНС.

В природе способностью к адаптации во внешней среде обладают живые организмы. Процесс адаптации живых организмов к внешней среде получил название эволюции, а изменения записаны в генах.

В технике аналогичными возможностями обладают устройства на базе ИНС. ИНС должна быть обучена на обучающей выборке, содержащей входные и выходные сигналы. При обучении определяют весовые коэффициенты взаимных связей нейронов и записывают их значения в память коммутаторов.

При отказах, нарушениях функционирования нейронов, при разрыве связей между ними ИНС продолжает функционировать и выполнять преобразование входных сигналов в выходные сигналы, в соответствии с обучающей выборкой. Между нейронами ИНС имеются избыточные связи или связи с малыми весовыми коэффициентами, которые не задействованы или мало влияют на результат в обыч-

ных нормальных условиях эксплуатации. Предлагается активизировать эти связи при необходимости реорганизации, реконфигурации и перестройки структуры ИАСУ.

Разработана новая отказоустойчивая структура ИНС, где отдельные части сети организованы по тем же принципам, что ИНС в целом.

Связи отдельных частей ИНС выполняют устройства коммутаторы. Коммутатор имеет внутреннюю память, где записана информация о структуре фрагмента сети в форме двоичного кода.

ИНС необходимо первоначально обучить. Затем при необходимости изменения структуры ИНС проводят дополнительное обучение с использованием генетических алгоритмов. При дополнительном обучении изменяют весовые коэффициенты взаимных связей нейронов.

Весовые коэффициенты взаимных связей нейронов записаны в память коммутатора в виде матрицы. Матрицу разделяют по отдельным строкам, строки соединяют в цепочку кодов и затем оптимизируют с помощью генетических алгоритмов, чтобы адаптировать ИНС к изменению объекта управления, условий внешней рыночной среды и конкурентному управлению.

Модель ИАСУ для изучения и обучения разным стратегиям и тактикам конкурентной борьбы показана на рис.1. На нижнем уровне вместо объектов управления подключены их модели. На верхнем уровне имеются дополнительные модели: внешней рыночной среды, модель спроса и модель цены. Эти модели позволяют имитировать случайные процессы и колебания цены и спроса на рынке сбыта продукции. Модель ИАСУ реализует «виртуальную корпорацию» и используется для обучения стратегиям и тактикам работы предприятия в условиях случайной рыночной среды и конкуренции.

На модели можно воспроизводить и изучать разные стратегии и тактики конкурентной борьбы, определить критические ситуации и наметить пути выхода из них.

Имитационная модель позволяет многократно повторять, воспроизводить процессы управления в разных условиях и на разных этапах жизненного цикла, включая старт, быстрый рост, стабильную работу, резкое сокращение производства, скатывание в банкротство и ликвидацию предприятия.

Модели жизненного цикла ИАСУ

Для описания жизненного цикла используют различные модели. Рассмотрим спиральную модель ЖЦ, где объем производства отражен в виде кривой с переменным радиусом

кривизны. Радиус кривизны пропорционален количеству произведенной продукции. Обычно рассматривают модель с увеличением объема производства, то есть расширяющуюся спираль (рис. 2). Такая модель является оптимистичной и предполагает успешное вхождение на рынок и расширение объемов производства. Вместе с тем, необходимо учесть ограничения скорости роста производства и даже его сокращение в случае сильной конкуренции. Таким образом, радиус окружности R может увеличиться, остаться постоянным или даже сократиться.

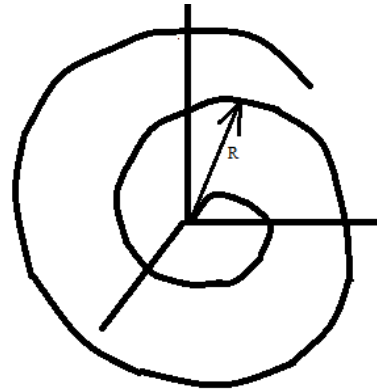


Рис. 2. Спиральная модель жизненного цикла

Для успешной работы предприятия необходимо обеспечить ежегодный прирост производства и улучшение качества продукции. При этом улучшение качества должно происходить постоянно, а объем производства должен удовлетворять спрос на рынке, т.е. он ограничен.

Для оценки качества использован известный метод контрольных карт Шухарта. На контрольной карте отмечены верхняя и нижняя контрольная граница. Выход параметра качества за контрольные границы свидетельствует о нарушениях в работе АСУ (рис. 3, рис. 4). При нормальной нагрузке параметр качества изменяется внутри интервала от нижней до верхней контрольной границы (рис. 5).

Предлагается использовать контрольную карту Шухарта не только для контроля качества продукции, но и для контроля нагрузки на оборудование.

По оси X откладываем последовательные равные интервалы времени. По оси Y откладываем число обработанных деталей за интервал времени. Выход параметра качества за верхнюю контрольную границу свидетельствует о перегрузке оборудования, что может вызвать его ускоренный износ, привести к отказам и простоям при ремонте (см. рис. 3). При перегрузке требуется подключать дополнительное резервное или запасное оборудование.

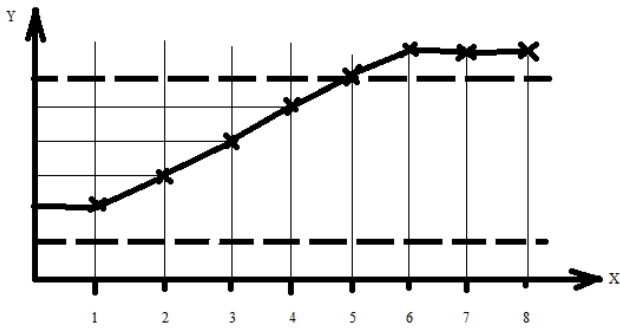


Рис. 3. Контрольная карта при перегрузке устройства

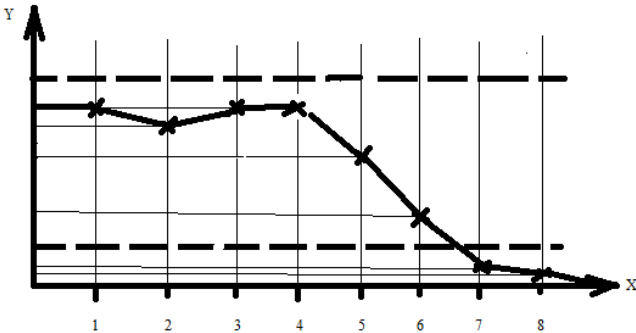


Рис. 4. Контрольная карта при снижении нагрузки и выключении устройства

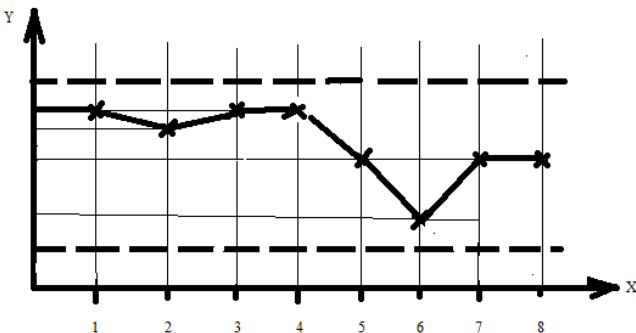


Рис. 5. Контрольная карта при нормальной нагрузке устройства

Выход параметра качества за нижнюю границу свидетельствует о простое, отказе оборудования, потерях в эффективности (рис. 4). Незагруженное оборудование нужно заменить, отправить в ремонт, использовать для производства других изделий.

Для построения контрольной карты предложено использовать модуль ситуационного управления, который на входе получает сигналы от счетчика обработанных изделий. На выходе МСУ формирует сигнал, который кодирует три состояния:

- нормальная нагрузка;
- перегрузка;
- недостаточная нагрузка, простой, отказ.

По этим сигналам МСУ принимает решение:

- не менять конфигурацию оборудования;

- подключить резервное оборудование;
- временно отключить неиспользуемое оборудование, перевести его в резерв, отправить на склад, в ремонт.

На нижнем уровне управления определяют основное и избыточное оборудование. Избыточное оборудование временно переводится в резерв и затем активируется при росте объемов производства.

Заключение

Объектами управления в машиностроении являются наукоемкие технологические процессы, высокотехнологичное оборудование. АСУ в машиностроении характеризуются сложной многоуровневой структурой системы управления. Структура АСУ определяется на этапе разработки. Изменения в структуре традиционных АСУ связаны с существенными затратами. В условиях рыночной экономики системы управления должны обладать гибкой структурой и расширенной функциональностью, способностью быстро перестраиваться и адаптироваться к внешней рыночной среде и к изменениям объектов управления.

Проведено распределение стратегических, тактических и ситуационных задач по трем структурным уровням АСУ.

В АСУ добавлены дополнительные интеллектуальные устройства для обеспечения качества производимой продукции и реализации стратегического, конкурентного и ситуационного управления.

Гибкая структура системы управления позволяет:

- выбирать и изменять стратегию и тактику конкурентного и ситуационного управления;
- адаптировать структуру системы управления к внешней рыночной среде;
- адаптировать систему управления к изменениям объектов управления;
- расширять-сокращать объемы производства и номенклатуру товаров;
- непрерывно контролировать нагрузку устройств;
- отключать и переводить в резерв или в запас простаивающие устройства и подключать дополнительные устройства.

На базе разработанной гибкой структуры ИАСУ реализована модель работы предприятия в условиях изменения рыночной среды.

Модель позволяет реализовать разные стратегии и тактики конкурентной борьбы, провести их сравнительный анализ, выбрать один из возможных вариантов действий и оценить его эффективность.

Эффективность стратегического и конкурентного управления в ИАСУ предложено оценить по величине прибыли от продажи то-

варов (формула (1)). Структура ИАСУ последовательно изменяется, развивается и эволюционирует во времени на основе генетических алгоритмов. Обученные ИНС сохраняют положительные изменения и отсеивают неэффективные варианты структур.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дэминг, У.Э. Новая экономика. – М.: Эксмо, 2006. – 208 с.
2. Рубин, Ю.Б. Стратегии конкурентных действий // Современная конкуренция. – 2014. – № 4(46). – С. 101-143.
3. Поспелов, Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. – М.: Наука, 1986. – 288 с.
4. Соломенцев, Ю.М., Сосонкин, В.Л. Управление гибкими производственными системами. – М.: Машиностроение, 1988. – 352 с.
5. Суханова, Н.В. Разработка требований к аппаратно-программному комплексу интеллектуальных систем управления в машиностроении // Научноёмкие технологии в машиностроении. – 2018. – № 12(90). – С. 38-43.
6. Суханова, Н.В. Разработка интеллектуальных автоматизированных систем управления в машиностроении // Научноёмкие технологии в машиностроении. – 2018. – № 11(89). – С. 42-46.
7. Суханова, Н.В. Обеспечение безотказности интеллектуальных систем управления // Качество. Инновации. Образование. – 2018. – № 2(153). – С. 23-29.
8. Суханова, Н.В. Разработка и исследование способа контроля работоспособности автоматизированных систем управления на базе искусственных нейронных сетей // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2018. – № 7. – С. 91-98.
9. Суханова, Н.В. Обеспечение отказоустойчивости аппаратных средств автоматизированных систем управления // Вестник МГТУ «СТАНКИН». – 2017. – №2 (41). – С. 79-83.
10. Суханова, Н.В. Применение коммутаторной структуры при обеспечении отказоустойчивости аппаратных средств вычислительных систем // Вестник МГТУ «СТАНКИН». – 2017. – №3(42). – С. 105-110.
11. Пат. 75247 РФ МПК 7 G06F15/16 на полезную модель Модульная вычислительная система [Текст] / заявитель и патентообладатель Кабак И.С., Суханова Н.В. на полезную модель № 2008106859; заявл. 26.02.2008; опубл. 27.07.2008, Бюл. № 21, на полезную модель 2 с.
12. Пат. 2398281 РФ МПК 7 G06N 3/06 на изобретение Многослойная модульная вычислительная система [Текст] / заявитель и патентообладатель ФГБУН/ Соломенцев Ю.М., Шептунов С.А., Кабак И.С., Суханова Н.В.: Институт конструкторско-технологической информатики Российской академии наук (ИКТИ РАН). – № 2008143737; заявл. 07.11.2008; опубл. 27.08.2010, Бюл. № 24. – 8 с.

REFERENCES

1. Deming, U.E. *New Economy*. – M.: Eksmo, 2006. – pp. 208.
2. Rubin, Yu.B. Strategies of competitive activities // *Modern Competition*. – 2014. – No.4(46). – pp. 101-143.
3. Pospelov, D.A. *Situation Control: Theory and Practice*. – M.: Science, 1986. – pp. 288.
4. Solomentsev, Yu.M., Sosonkin, V.L. *Control of Flexible Production Systems*. – M.: Mechanical Engineering, 1988. – pp. 352.
5. Sukhanova, N.V. Development of requirements to hardware-software complex of intelligent systems of control in mechanical engineering // *Science Intensive Technologies in Mechanical Engineering*. – 2018. – No.12(90). – pp. 38-43.
6. Sukhanova, N.V. Development of intelligent automated systems of control in mechanical engineering // *Science Intensive Technologies in Mechanical Engineering*. – 2018. No.11(89). – pp. 42-46.
7. Sukhanova, N.V. Reliability support of intelligent systems of control // *Quality, Innovations, Education*. – 2018. – No.2(153). – pp. 23-29.
8. Sukhanova, N.V. Development and investigation of method for control of working capacity of automated systems of control based on artificial neuronal networks // *Bulletin of Bryansk State Technical University*. -2018. – No.7. – pp. 91-98.
9. Sukhanova, N.V. Reliability support of hardware means of automated systems of control // *Bulletin of MSTU "STANKIN"*. – 2017. – No.2(41) – pp. 79-83.
10. Sukhanova, N.V. Use of switchboard structure at assurance of computer hardware means reliability // *Bulletin of MSTU "STANKIN"*. – 2017. – No.3(42). – pp. 105-110.
11. Pat. 75247 RF IPC 7 G06F15/16 for utility model. Module Computer System [Text] / applicant and patent holder: Kabak I.S., Sukhanova for utility model No.2008106859; applied: 26.02.2008; published: 27.07.2008, Bull. No.21. for utility model pp.2.
12. Pat. 2398281 RF IPC 7 G06N 3/06 for invention. Multilayer module computer system [Text] / applicant and patent holder: FSBEI/ Solomentsev Yu.M., Sheptunov S.A., Kabak I.S., Sukhanova N.V.: Institute of Design-Technological Informatics of the Russian Academy of Science (IDTI RAS). – No.200814737; applied: 07.11.2008; published: 27.08.2010, Bull. No.24. – pp. 8.

Рецензент д.т.н. А.Б. Барский

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Брянский государственный технический университет"

Адрес редакции и издателя: 241035, Брянская область, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, 7
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»

Телефон редакции журнала: 8-903-592-87-39. E-mail: naukatm@yandex.ru

Вёрстка А.А. Алисов. Технический редактор А.А. Алисов. Корректор Н.В. Дюбова.

Сдано в набор 23.03.2019. Выход в свет 31.05.2019.

Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 5,88.

Тираж 500 экз. Свободная цена.

Отпечатано в лаборатории оперативной полиграфии

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Брянский государственный технический университет"

241035, Брянская область, г. Брянск, ул. Институтская, 16

12+