

УДК 623.765:681.513.6

А.И. Тимочко

*Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков*

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРА В ПЕРСПЕКТИВНЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

*Рассматривается человекоориентированный подход к организации текущих и перспективных исследований по разработке технических средств информационного обеспечения деятельности оператора в перспективных системах управления на основе интеллектуальных технологий. Обосновано место системы поддержки принятия решений в структуре систем управления. Изложен подход к проектированию человеко-машинных систем, реализующий эргономический аспект создания перспективных систем управления.*

**Ключевые слова:** автоматизированная система управления, система поддержки принятия решений, эргономическое проектирование, лицо, принимающее решение, информационное обеспечение, информационная модель.

### Введение

**Постановка проблемы.** Системы автоматизированного управления (АСУ) находят все более широкое применение в различных сферах деятельности человека. Зачастую считается, что АСУ включает в свой состав и систему поддержки принятия решений (СППР). Иногда СППР выделяется в самостоятельную подсистему АСУ, хотя таковой, по сути, не является. В литературе [1-7] весьма подробно рассматриваются вопросы разработки СППР. Фактически данный аспект становится самоцелью, а вопросы предназначения, причин и целей создания такой системы не затрагиваются или не рассматриваются.

В этой связи на первый план выходят вопросы о месте и роли СППР в системе управления, о порядке взаимодействия лиц, принимающих решения (ЛПР), с системой управления. При этом методы построения СППР и вопросы взаимодействия ЛПР с СППР становятся вторичными.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Следует отметить, что в настоящее время нет единого и однозначного подхода к определению самого понятия СППР.

Так, в [1] она определяется следующим образом: «Системы поддержки принятия решений являются человеко-машинными объектами, которые позволяют ЛПР, использовать данные, знания, объективные и субъективные модели для анализа и решения слабоструктурированных и неструктурированных проблем». В данном определении ограничивается круг задач, для решения которых возможно использование СППР.

В [2] находим такое определение СППР: «Система поддержки принятия решений – это компьютерная система, позволяющая ЛПР сочетать собственные субъективные предпочтения с компьютерным анализом ситуаций при выработке рекомендаций в процессе принятия решения». Здесь внимание

обращено на сочетание субъективных предпочтений ЛПР с компьютерными методами принятия решений.

В [4] СППР определяется как «компьютерная информационная система, используемая для различных видов деятельности при принятии решений в ситуациях, где невозможно или нежелательно иметь автоматическую систему, полностью выполняющую весь процесс решения».

Наконец, в [5] под СППР понимаются «диалоговые системы, оказывающие помощь ЛПР, использующие развитые базы данных (БД) и мощные базы математических моделей при решении задач из слабоструктурированных предметных областей».

Приведенные определения СППР являются наиболее распространенными и отражают ту или иную особенность их построения или использования. Большое количество определений понятия зачастую не дает представления о самом предмете рассмотрения, он теряется за нагромождением слов. Авторы подстраивают определения под собственные нужды или решаемые задачи, не пытаясь понять место и роль СППР в системе управления. Еще более интересная ситуация складывается при попытке классификации СППР. Крайне сложно проводить классификацию того, чему не дано строгого определения.

Интеллектуальные системы используются для решения следующих задач (табл. 1).

Следовательно, основным в контексте сказанного должен стать вопрос о месте и роли СППР в системе управления. При этом вопрос предназначения системы управления, решаемых задачах и целях функционирования должен стать первичным, а методы построения СППР – вторичными.

С другой стороны, процесс принятия решения ЛПР первичен относительно задач, возложенных на СППР. Вопросы взаимодействия ЛПР с системой управления представляются более важными, чем вопросы взаимодействия с СППР.

Задачи, решаемые системой поддержки принятия решений

| Категория      | Решаемая проблема   |
|----------------|---|
| Интерпретация  | Описание ситуации по информации, поступающей от источников, предусматривается многовариантный анализ данных. Пример:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• обнаружение и идентификация;</li> <li>• определение основных свойств объектов и др.</li> </ul>                                 |
| Прогноз        | Определение вероятных последствий заданных ситуаций. Пример:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• предсказание погоды;</li> <li>• оценки будущего урожая;</li> <li>• прогнозы в экономике и др.</li> </ul>   |
| Диагностика    | Выявление причин неправильного функционирования систем и объектов по результатам наблюдений. Пример:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• диагностика и терапия сужения коронарных сосудов;</li> <li>• диагностика ошибок в аппаратуре и математическом обеспечении ЭВМ и др.</li> </ul> |
| Проектирование | Проектирование объектов при заданных ограничениях. Пример:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• проектирование конфигураций ЭВМ VAX;</li> <li>• синтез электрических цепей – SYN и др.</li> </ul>  |
| Планирование   | Определение последовательности действий. Пример:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• планирование поведения работ;</li> <li>• планирование промышленных заказов;</li> <li>• планирование экспериментов и др.</li> </ul>   |
| Наблюдение     | Сравнение результатов наблюдений с ожидаемыми результатами.   |
| Отладка        | Составление рецептов исправления неправильного функционирования систем.   |
| Ремонт         | Выполнение последовательности предписанных исправлений.   |
| Обучение       | Диагностика, отладка и исправление поведения обучаемого. Пример:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• обучение языку программирования и др.</li> </ul>   |
| Управление     | Управление поведением системы как целого.   |

При такой постановке вопроса исчезает непонимание предназначения СППР, ее роли и места в цикле управления, а главное, – возможен единый подход к определению СППР и их классификации независимо от способа реализации и использования.

**Цель статьи.** Разработка концептуальных основ проектирования систем управления, включающих в свой состав системы поддержки принятия решений, классификация таких систем на основе введенного определения СППР.

### Основной материал

Для повышения оперативности, безопасности, точности и т.д. управления объектами и процессами были разработаны АСУ различного назначения, в т.ч. с элементами СППР [8, 9].

Вопросам реализации взаимодействия человека с СППР уделено недостаточно внимания. Традиционно главным элементом взаимодействия оператора и технических средств АСУ является подсистема информационного обеспечения [8]. Однако без рассмотрения вопросов эргономического проектирования средств информационного взаимодействия оператора с системой невозможно ответить на вопрос: «Кому это нужно?». Анализ комплекса технических средств АСУ позволяет выделить в ее структуре следующие элементы (рис. 1):

подсистему сбора информации;

подсистему обработки информации;  
 средства отображения информации;  
 лицо, принимающее решения;  
 средства взаимодействия человека с системой управления.

Приведенная структура информационной подсистемы показывает, что СППР является компонентом подсистемы обработки информации. Тогда алгоритмы СППР могут быть представлены лишь подмножеством множества алгоритмов подсистемы обработки информации.

На основании изложенного подхода определим, что СППР – это компонент информационной системы, предназначенный для решения задач, обеспечивающих процесс принятия решений.

Данное определение СППР позволяет однозначно трактовать ее место и роль в системе управления. Признаки классификации не должны быть привязаны к способам реализации СППР, а должны отражать ее место и роль в системе и задачах управления. Методы построения СППР вторичны и зависят лишь от целей и задач разработки, а также от квалификации разработчиков.

На основе введенного определения возможна классификация СППР по таким критериям (рис. 2):

1. По уровню управления и использования:
  - одноуровневые СППР,
  - иерархические СППР.

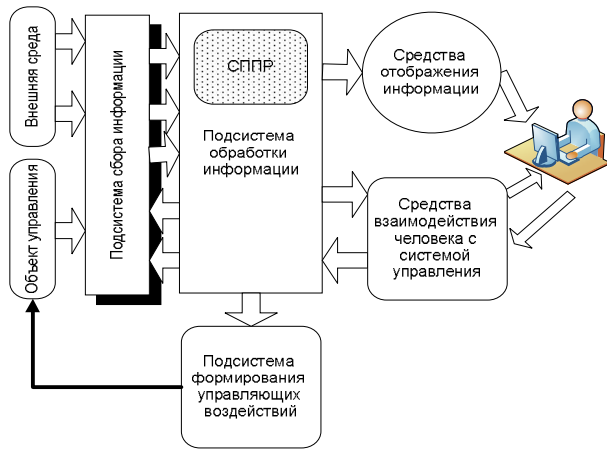


Рис. 1. Взаимодействие оператора с комплексом технических средств АСУ

2. По количеству операторов, взаимодействующих с СППР:

- индивидуальные СППР,
- групповые (коллективные) СППР.

- По области использования:
  - человеко-ориентированные,
  - машинно-ориентированные (роботизированные, кибернетические).
- По используемым технологиям построения.
- По используемым данным (качественные, количественные).
- По виду используемых моделей для решения прогностических задач.
- По используемым методам решения задач:
  - информационные методы,
  - интеллектуальные методы.
- По оценке вариантов принятия решений:
  - с оценкой вариантов решения [10];
  - без оценки вариантов решения.
- По оперативности работы:
  - реального времени;
  - не критичные к времени решения задач.
- По области использования:
  - универсальные;
  - специального назначения.

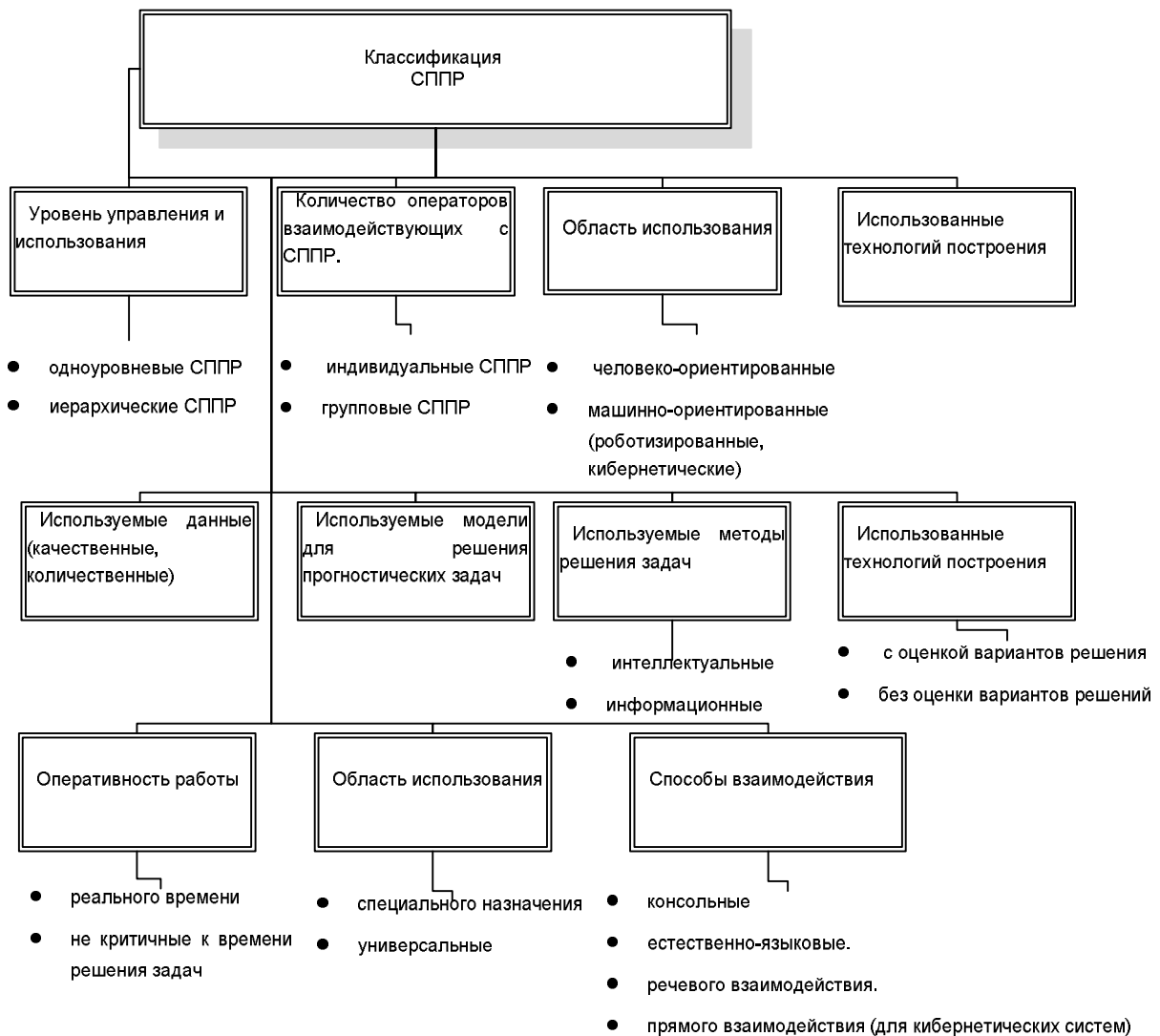


Рис. 2. Классификация систем поддержки принятия решений

11. По способам взаимодействия:

- консольные;
- естественно-языковые;
- речевого взаимодействия;
- прямого взаимодействия (для кибернетических систем).

При построении АСУ одним из наименее разработанных является вопрос взаимодействия пользователей с системами управления, в состав которых входит СППР. Согласно предложенному подходу, данный вопрос должен решаться специалистами по эргономике.

Еще более правильным будет решение вопросов взаимодействия совместно разработчиками СППР и специалистами по эргономике.

Использование СППР в АСУ влияет на процессы выработки решений и распределение задач между оператором и системой управления. Это требует согласования характеристик технических средств отображения информации, методов управления информационными моделями, разработки алгоритмов деятельности операторов, а также отбора и подготовки операторов для работы с такими системами.

Результаты анализа работ в предметной области «информационное обеспечение деятельности оператора» позволяют сформулировать положение, которое можно считать определяющим при проектировании информационных моделей (ИМ). Информационные модели и их фрагменты должны обеспечивать не только эффективный поиск и восприятие информации о проблемной ситуации, но и формирование оперативного образа этой ситуации в сознании оператора, т.е. ее концептуальной модели. В таком случае необходимо использовать возможности СППР по формированию качественных оценок и обобщающих характеристик.

Таким образом, в состав задач разработки системы информационного обеспечения деятельности оператора необходимо, наряду с существующими, ввести следующие:

распределение задач между оператором и техническими средствами;

выявление задач, которые решаются СППР, установление понятий, которыми они оперируют, и формирование алфавита их кодирования;

определение информативности информационных признаков и понятий, которыми оперирует СППР, и их согласование с возможностями оператора по их обработке;

уточнение алгоритмов работы оператора при использовании СППР, учет общей неопределенности результатов работы СППР, особенно в критических условиях функционирования;

согласование возможностей оператора по обработке информации с информацией, представляемой на средствах отображения.

Решение приведенных выше задач выходит за рамки компетенции специалистов по разработке СППР. Они являются областью интересов специалистов по эргономике. Сформулированные задачи эргономического проектирования также позволяют утверждать, что наиболее перспективным направлением является человекоориентированный подход к проектированию технических средств АСУ и средств взаимодействия.

Для совершенствования процесса эргономического проектирования и проведения перспективных исследований необходимо представлять возможные пути развития систем управления с использованием интеллектуальных технологий. Такими направлениями целесообразно считать следующие.

Для систем управления **первого класса** (с жестко заданными алгоритмами функционирования, заранее определенным и не изменяемым в ходе эксплуатации перечнем задач и возможных решений) методы эргономического проектирования и разработки систем хорошо разработаны и испытаны на практике. Получаемые при помощи существующих эргономических методов результаты используются для разработки систем других классов (АСУ 2-4 поколений, АСУ технологическими процессами).

При эргономическом проектировании систем управления **второго класса** (с жестко заданными алгоритмами функционирования и обработки информации, заранее определенным перечнем задач, результаты решения которых предсказаны не в полном объеме или не предсказаны) используются те же методы, что и для систем первого класса. Однако особенности работы операторов в таких системах отражается на их отборе и подготовке и требует привлечения знаний эргономики. Полученные результаты могут использоваться для разработки эргономического обеспечения систем управления механизмами, оружием, боевыми комплексами и т.п.

К системам управления **третьего класса** относятся системы с жестко заданными алгоритмами функционирования и обработки информации, заранее определенным перечнем задач, результаты решения которых определены интервально или нечетко. В этих системах решаются задачи согласования нескольких критериев, варианты решения представляются на выбор пользователю или реализуются самостоятельно. Для разработки систем третьего класса дополнительно используются методы представления многовариантных решений и помощи оператору по их оценке, а также необходимы соответствующие отбор и подготовка операторов (АСУ с использованием СППР, экспертные системы, охранные системы с элементами распознавания, автомобильные системы управления и т.п.).

К **четвертому классу** относятся системы управления с жестко заданными алгоритмами функ-

ционирования и обработки информации, определенным перечнем задач, заранее не оговоренными или качественно определенными результатами работы. Они могут быть возможными вариантами решения, исходными данными для последующего анализа либо реализовываться в виде целенаправленной деятельности в сложных динамических условиях внешней среды. Тип исходных данных – четкие и нечеткие, количественные и качественные. При использовании эргономических методов из представленных выше классов учитываются особенности обработки и визуализации информации, когда результаты работы системы представляются в виде абстрактных понятий (образов), последовательностей логического вывода, обоснования, общения. Также требуется соответствующие подбор и обучение операторов. (Поисковые, исследовательские СППР, системы распознавания, анализа и оценки, системы управления роботами, АСУ военного назначения).

Системы управления **пятого класса** отличаются возможностями реализации автономного действия или минимальным участием человека. По сути, это – кибернетические или полукрибернетические системы управления, функционирующие в специфических условиях. Для этого используют принципы эргономического проектирования программных средств взаимодействия с системами управления, делая упор на разработке средств взаимодействия прямого действия – речевого, прямого или нейро-сенсорного и др. Для функционирования системы в различных условиях в интересах различных лиц необходимы универсальный интерфейс либо широкое семейство интерфейсов.

В **шестом классе** систем, в отличие от четвертого и пятого, применяются методы самообучения без возможности изменения базовых принципов функционирования, аксиом и логики рассуждения. При этом должны обрабатываться (в т.ч. совместно) четкие и нечеткие данные и знания. Эргономическое обеспечение разработки должно обеспечивать многоуровневое общение – от программных до абстрактных, от общения с экспертами до конечных неподготовленных пользователей. Это – исследовательские системы, системы управления экспериментами, системы управления, функционирующие в неопределенных условиях с неопределенными классами задач и результатами их решения.

К **седьмому классу** относятся системы четвертого-шестого классов с развитой системой самообучения, которая способна изменять логику и базовые аксиомы функционирования. Требования к эргономическому обеспечению соответствуют системам шестого класса. Направления использования – освоение новых знаний, работа в автономных условиях, боевые средства, исследовательские комплексы, комплексы постановки экспериментов.

Дополнительно к возможностям, реализованным в системах седьмого и низшего классов, системы **восьмого класса** способны к нелогичному поведению и принятию нестандартных решений, в их функционировании первичным является цель функционирования, необходимость решения задачи любой ценой и т.д.

Позволим себе предположить возможное развитие систем **девятого** и **десятого** классов. Главной задачей таких систем, скорее всего, будет накопление и переработка информации с различными степенями абстрактности и свободы принятия решений (предложения и реализации).

Таким образом, для формирования ИМ необходимы отбор и распределение информационных признаков между отдельными устройствами отображения, размещение их в пределах информационного поля и т.д. Тогда этапы разработки системы информационного обеспечения могут быть представлены следующей схемой (рис. 3).

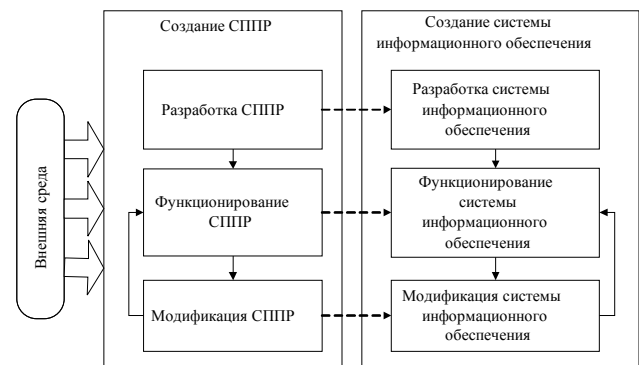


Рис. 3. Совместная разработка СППР и системы информационного обеспечения

Реализацию этого положения на практике можно обеспечить путем учета основных эргономических принципов проектирования ИМ [8] и особенностей деятельности операторов АСУ.

Таким образом, сравнение времен для традиционного подхода к выполнению операций назначения данных для решения рассматриваемой задачи, запуска, анализа возможности повторного ее решения, ввода в ЭВМ данных об отмене предыдущей задачи и с применением СППР позволяет оценить оперативность принятия решений.

Увеличение оперативности выработки рекомендаций для принятия решений позволяет осуществить более раннее воздействие по цели противника и снизить ее возможности по противодействию.

### Выводы и направления исследований

1. Системы управления с СППР способны получать результаты, которые первоначально не были предусмотрены алгоритмами работы. Такие систе-

мы способны на ошибки, в них может увеличиться количество информационных признаков с неопределенными характеристиками и свойствами.

2. Необходима разработка новых методов анализа и проектирования системы информационного обеспечения деятельности оператора, использования новых каналов взаимодействия с системой. В результате система информационного обеспечения также станет интеллектуальной и адаптивной.

3. Операторы АСУ должны соответствовать новым требованиям по отбору и подготовке. Кроме того, использование интеллектуальных систем может потребовать настройки системы на оператора и оператора на систему и привести к пересмотру перечня задач разработки системы информационного обеспечения деятельности оператора.

4. Перспективным направлением исследований представляется разработка системы информационного обеспечения, отвечающей эргономическим требованиям и полностью использующей возможности СППР по обработке информации и представлению ее оператору. При этом построение перспективных информационных моделей позволит учесть особенности деятельности оператора, что само по себе актуально при разработке новейших АСУ с элементами СППР.

### Список литературы

1. Герасимов Б.М. Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности / Б.М. Герасимов, М.М. Дивизинюк, И.Ю. Субач. – Севастополь: НАНУ, НИЦ ВСУ, 2004. – 318 с.
2. Ларичев О.И. Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы их развития / Итоги науки и техники. Сер. Техническая кибернетика [Электронный ресурс] // О.И. Ларичев, А.В. Петровский. – Т. 21. М.: ВИНТИ, 1987. – С. 131-164. – Режим доступа: [http://www.raai.org/library/papers/Larichev/Larichev\\_Petrovsky\\_1987.pdf](http://www.raai.org/library/papers/Larichev/Larichev_Petrovsky_1987.pdf).

3. Сараев А.Д. Системный анализ и современные информационные технологии / Труды Крымской Академии наук [Электронный ресурс] // А.Д. Сараев, О.А. Щербина. – Симферополь: СОНАТ, 2006. – С. 47-59. – Режим доступа: [http://matmodelling.pbnet.ru/Statya\\_Saraev\\_Shcherbina.pdf](http://matmodelling.pbnet.ru/Statya_Saraev_Shcherbina.pdf).

4. Alter S.L. Decision support systems: current practice and continuing challenges / S.L. Alter. Reading, Mass.: Addison-Wesley Pub., 1980.

5. Haettenschwiler P. Neues anwenderfreundliches Konzept der Entscheidungs-unterstützung. Gutes Entscheiden in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft. P. Haettenschwiler. / Zurich: Hochschulverlag AG, 1999. – S. 189-208.

6. Marakas G.M. Decision support systems in the twenty-first century / G.M. Marakas. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 1999.

7. Power D.J. Web-based and model-driven decision support systems: concepts and issues. Americas Conference on Information Systems / D.J. Power. Long Beach, California, 2000.

8. Power D.J. A Brief History of Decision Support Systems [Электронный ресурс] / Power D.J. DSSResources.COM, World Wide Web. – Режим доступа: <http://DSSResources.COM/history/dsshistory.html>, version 2.8, May 31, 2003.

9. Павленко М.А. Підходи до розробки інформаційних моделей в системах підтримки прийняття рішень. / Павленко М.А., П.Г. Берднік, М.М. Калмиков, В.О. Капранов // Системи обробки інформації. – Вип. 1(68). – Харків: ХУ ПС, 2008. – С. 60-64.

10. Разработка метода многоэтапной формализации знаний о процессе распознавания оперативно-тактических ситуаций / М.А. Павленко, П.Г. Бердник, С.В. Кукобко, Ю.В. Данюк // Системи обробки інформації. – Вип. 5(103). – Харків: ХУ ПС, 2012. – С. 60-64.

Поступила в редколлегию 5.07.2013

**Рецензент:** д-р техн. наук проф. Е.А. Дружинин, Национальный аэрокосмический университет им. М.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

### ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАТОРА В ПЕРСПЕКТИВНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ

О.І. Тимочко

Розглядається людиноорієнтований підхід до організації поточних і перспективних досліджень з розробки технічних засобів інформаційного забезпечення діяльності оператора в перспективних системах управління на основі інтелектуальних технологій. Обґрунтовано місце системи підтримки прийняття рішень в структурі систем управління. Викладений підхід до проектування людино-машинних систем, що реалізує ергономічний аспект створення перспективних систем управління.

**Ключові слова:** автоматизована система управління, система підтримки прийняття рішень, ергономічне проектування, особа, що приймає рішення, інформаційне забезпечення, інформаційна модель.

### STATEMENT ACTIVITY INFORMATIVE PROVIDING PLANNING IN PERSPECTIVE CONTROL SYSTEMS

A.I. Tymochko

The man's-oriented approach for organization of current and perspective researches on developments of hardwares of the statement activity informative providing in perspective control systems based on the intellectual technologies is examined. The place of decision-making support system in the structure of control systems is grounded. The approach to planning of the man's-machine systems, realizing the ergonomics aspect of designing of perspective control systems is expounded.

**Keywords:** automated control system, decision-making support system, ergonomics planning, accepting decision person, informative providing, informative model.