

УДК 69. 075.8

СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭФФЕКТИВНОМ СОПРОВОЖДЕНИИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

**Л.А. Хмара, профессор, д.т.н., Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, г. Днепропетровск,
С.И. Кононов, к.т.н., Запорожский строительный колледж**

***Аннотация.** Рассмотрен комплекс мероприятий по эффективному сопровождению строительных машин с применением сетевых технологий и GPS-мониторинга, который позволяет контролировать нахождение, техническое состояние и работу машин в режиме реального времени.*

***Ключевые слова:** сетевые технологии, GPS-мониторинг, система ГЛОНАСС, роботометр, маршрут движения, база знаний, база данных.*

МЕРЕЖОЦЕНТРИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕФЕКТИВНОМУ СУПРОВОДЖЕННІ ДОРОЖНЬО-БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

**Л.А. Хмара, професор, д.т.н., Придніпровська державна академія будівництва і архітектури, м. Дніпропетровськ,
С.І. Кононов, к.т.н., Запорізький будівельний коледж**

***Анотація.** Розглянуто комплекс заходів щодо ефективного супроводження будівельних машин із застосуванням мережоцентричної технології, GPS-моніторингу, який дозволяє контролювати перебування, технічний стан і роботу машин у режимі реального часу.*

***Ключові слова:** мережоцентричні технології, GPS-моніторинг, система ГЛОНАСС, роботомір, маршрут руху, база знань, база даних.*

NETWORK-CENTRIC TECHNOLOGIES IN EFFECTIVE SUPPORT OF HEAVY CONSTRUCTION EQUIPMENT

**L. Khmara, Professor, Doctor of Engineering Sciences,
Prydneprovskaya State Academy of Construction and Architecture, Dnipropetrovsk,
S. Kononov, Candidate of Engineering Sciences, Zaporozhskiy Construction College**

***Abstract.** The article deals with a set of activities on effective support of construction machines with the use of network-centric technologies and GPS-monitoring, which allows controlling location, technical state and operation of machines in real time.*

***Key words:** network-centric technologies, GPS-monitoring, GLONASS system, work-measuring device, traffic route, knowledge base, database.*

Введение

Применение сетевых технологий при сопровождении дорожно-строительной техники позволяет эффективно контролировать и принимать решения на всех этапах технологии и организации производства работ в режиме реального времени.

Анализ публикаций

Исследованиям в области организации и повышения эффективности использования строительных машин посвящены работы ученых: В.И. Баловнева [1–3], Л.А. Хмары [1–10], С.А. Ушацкого [11], Р.Б. Тянь [12], И.Д. Павлова [13], А.В. Радкевича [13],

С.Е. Канторера [12], Р. Акофф [15], Г.П. Бирюкова [17], И.В. Павлиенко [18], А.В. Рудинского [19, 20].

Цель и постановка задачи

Разработать эффективную систему контроля и сопровождения дорожно-строительной техники с применением сетецентрических технологий.

Одной из актуальных проблем при ведении дорожных и земляных работ является эффективное использование техники. Согласно статистике, потери от нецелевого использования техники составляют 20–40 %, что приводит к значительному увеличению себестоимости выполняемых работ.

Комплекс мероприятий по эффективному сопровождению строительных машин

При выполнении большого объема дорожных работ целесообразен комплексный подход с использованием сетецентрических технологий при выборе и дальнейшем использовании строительной техники, что дает не только значительную экономию денежных средств, но и позволяет контролировать работу используемых машин в режиме реального времени.

В настоящее время особую популярность получили сетецентрические технологии. Для того чтобы иметь представление, о чем идет речь, в первую очередь необходимо дать определение понятию «сетецентрические технологии».

Сетецентричность – принцип организации систем управления, позволяющий реализовать режим ситуационной осведомленности благодаря формированию и поддержанию единой для всех ярусов управления целостной, контекстной информационной среды и включению в процесс её непрерывной актуализации возможно большего числа источников первичной информации [15].

Таким образом, сетецентрические технологии подразумевают наличие единого информационного пространства, а также ориентированность в первую очередь на сеть. Что же вкладывается в понятие «сеть»? Это не просто компьютеры, объединенные в единый комплекс. В это понятие входят: сети управ-

ления, сети подразделений, «социальные» сети, объединяющие технику и сотрудников. Все это сводится в единое информационно-коммуникационное пространство, функционирующее в реальном масштабе времени, что позволяет организации действовать намного быстрее и эффективнее. Однако эффективная система должна быть не только сетецентрична, также важно, чтобы она была интеллектуальной и целеустремленной.

Целеустремленная система – это такая система, которая должна выполнять поставленные перед ней цели функционирования, под которые она проектировалась или проектируется.

Каждая система, независимо от ее сложности, обладает свойствами, определяющими ее качество. Качество – это свойство или совокупность свойств объекта, обуславливающих его пригодность для использования по назначению [16, 17]. Для оценки степени соответствия назначению служат показатели свойства и критерии его оценивания. Качество и его показатель – различные понятия. Показатель качества означает числовую характеристику, а критерий оценивания качества – совокупность условий.

Таким образом, оценивание качества системы и выбор наилучшей из них должны выполняться по достаточно сложному показателю, который принято называть «эффективность». Эффективность – комплексная характеристика потенциальных и реальных результатов использования системы с учетом: степени соответствия этих результатов главным целям; показателей ресурсопотребления, а также других видов количественных и качественных показателей, выявленных методами системного анализа [17].

При оценивании сетецентрической системы необходимо использовать экономическую и целевую эффективность. Именно эти аспекты позволяют оценить результат достижения цели и ресурсопотребления.

Необходимо каждую машину, используемую на объекте, оснастить персональным компьютером, оснащенным, в свою очередь, Wi-Fi, встроенной системой ГЛОНАСС и GSM-модулем, которая бы всю информацию по машине через беспроводные локальные сети Wi-Fi передавала бы основному компьютеру

(серверу – так называемому единому центру), где данные по объекту анализировались бы, создавая общую информационную картину, позволяющую принимать эффективное решение (рис. 1).

Такая система в режиме реального времени может обеспечить:

- определение с помощью встроенного приемника GPS\ГЛОНАСС своего местоположения, скорости, направления движения и других вычисляемых параметров [18];
- сбор с помощью внешних датчиков телематической информации, характеризующей работу транспортного средства и его исполнительных механизмов;
- передачу данных в сетях подвижной абонентской связи стандарта GSM 900/1800 с использованием режима передачи данных GPRS;
- передачу команд полученных данных из диспетчерского центра на исполнительные устройства транспортного средства;
- обмен формализованными текстовыми сообщениями между водителем транспортного средства и диспетчерским центром;
- работу в качестве автоинформатора – автоматическое определение нахождения транспортного средства;
- устройство GPS мониторинга строительного транспорта позволяет подключить 3 камеры (например, камеры внешнего вида и камеры, транслирующую обстановку внутри транспортного средства, оснащенного системой контроля транспорта);
- подключение к оборудованию системы GPS мониторинга транспорта, системы автоматического подсчета количества выполненных циклов строительной техники;
- периодический опрос внешних датчиков, характеризующих работу узлов и механизмов транспортного средства, подключенных к навигатору через аналоговые или цифровые входы, и сохранение полученной информации в энергонезависимой памяти;
- обмен данными и управляющими командами (по согласованным протоколам) с периферийными устройствами и системами, подключенными к навигатору (например, бортовой компьютер транспортного средства, система автоматического подсчета количества выполненных циклов, система проверки технического состояния машины, видеокамеры и т.д.);
- передачу информации диспетчеру автоматизированной системы GPS-мониторинга и

контроля используемого транспорта на объекте через заданный промежуток времени;

- обмен формализованными текстовыми сообщениями между водителем транспортного средства и диспетчером автоматизированной системы GPS-мониторинга и контроля используемого транспорта;
- передачу сигнала «SOS» диспетчеру автоматизированной системы GPS-мониторинга и контроля используемого транспорта.

Это становится возможным при использовании системы управления тактическим звеном – создав глобальную сеть, которая позволяет контролировать все, что находится в зоне действия строительного объекта. Применяя данную систему, позволяющую осуществлять контроль каждой строительной машины с единого центра и быть как на ладони, с точностью до метра, можно эффективно организовать и проконтролировать работу всех машин, задействованных в технологическом процессе. В данной статье авторами предложен алгоритм мероприятий по эффективному контролю и сопровождению дорожной техники с применением сетевых технологий (рис. 2–3).

При разработке такой системы используем междисциплинарный многокритериальный подход, который учитывает: электронные 3D-карты; энергонезависимую память; управляющий процессор, работающий в режиме реального времени; графический дисплей; приемник навигационной спутниковой системы GPS\ГЛОНАСС со встроенной антенной; модуль GSM/GPRS со встроенной антенной; встроенную аккумуляторную батарею (со схемой управления); усилитель низкой частоты; видеокамеры или видеорегистраторы с возможностью подключения к системе GPS; технологическую оснастку типа рабочего органа выбираемой машины.

Используя данную систему, можно осуществлять сопровождение и контроль над обстановкой на строительном объекте в режиме реального времени, а подключенные видеокамеры или модный сейчас видеорегистратор позволяют видеть картинку с объекта.

С развитием информационных систем можно осуществлять и видеоконтроль с любой точки мира за ходом строительства на объекте, имея компьютер, ноутбук или мобильный телефон и зная код доступа к системе. Это

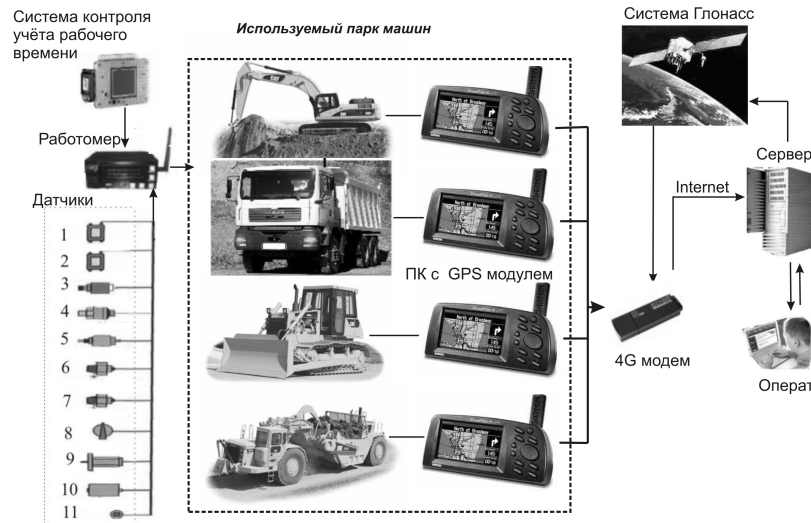


Рис. 1. Контроль оператора за работой используемого парка машин в режиме реального времени с помощью GPS: 1 – датчик пространственного положения рабочего органа; 2 – датчик количества расходуемого топлива; 3 – датчик учета количества рабочих циклов; 4 – датчик скорости машины; 5 – датчик режима работы двигателя; 6 – датчик работы видеооборудования, установленного на машине; 7 – датчик контроля усталости машиниста; 8 – датчик давления масла в гидросистеме; 9 – датчик технологической оснастки типа рабочего органа

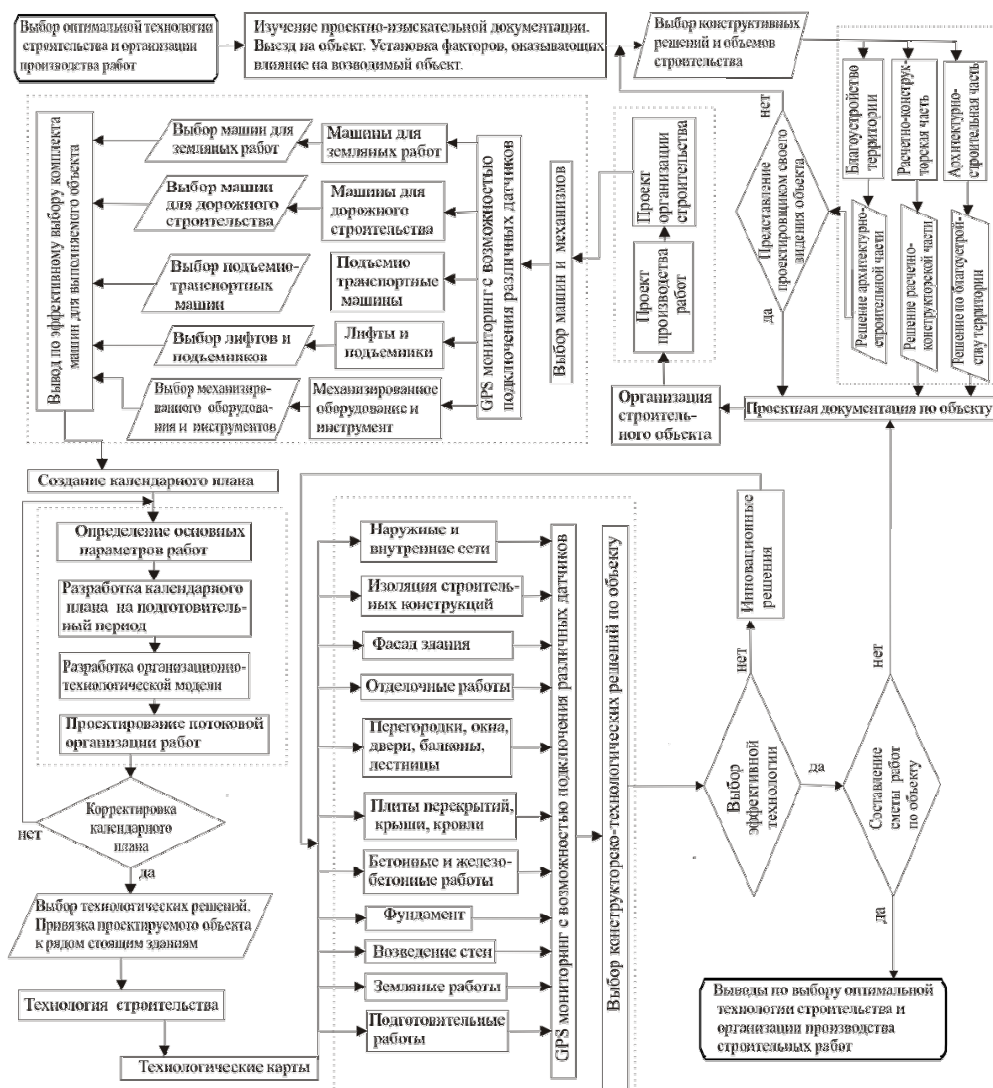


Рис. 2. Алгоритм выбора эффективной технологии и организации производства работ

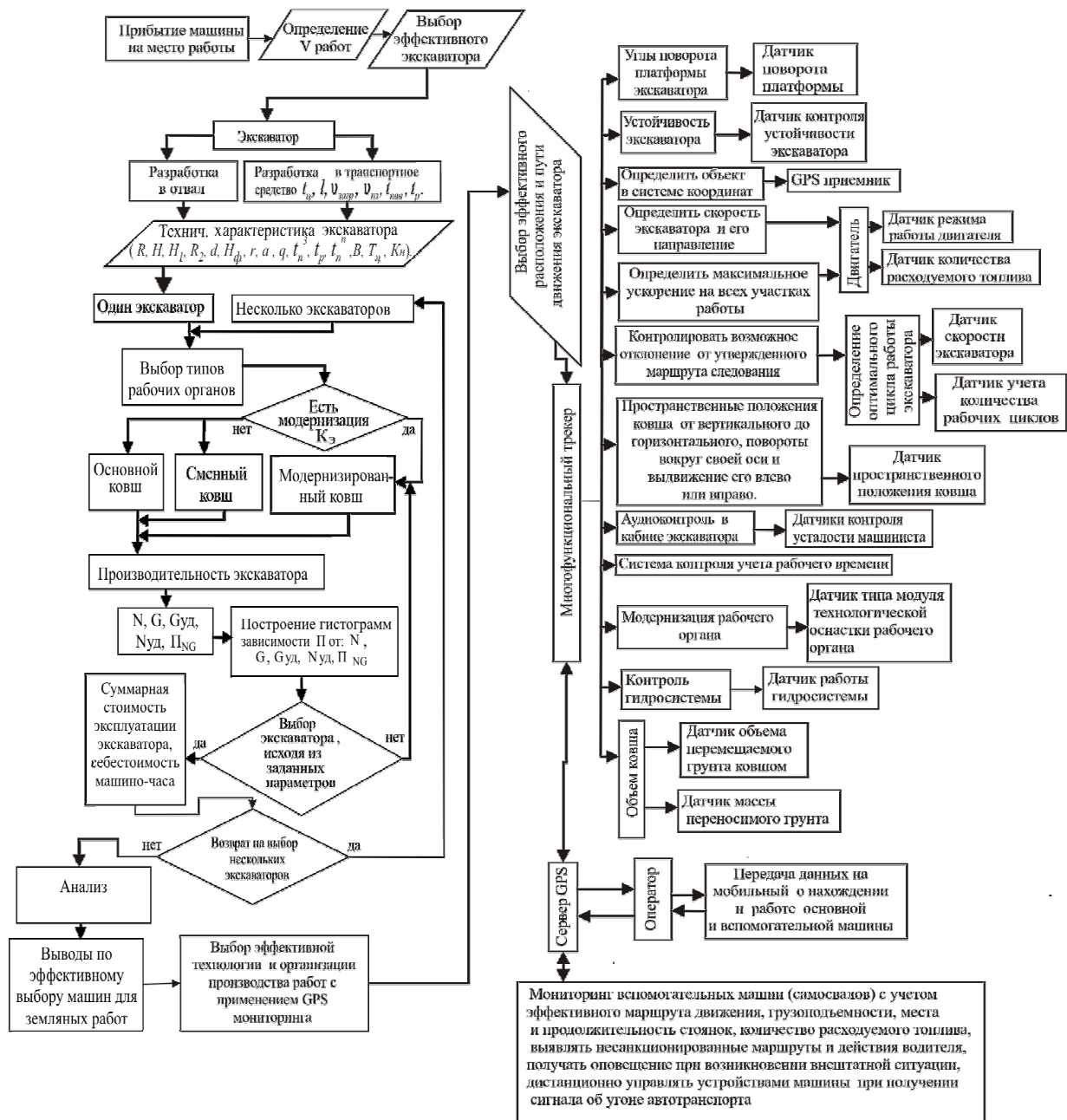


Рис. 3. Алгоритм комплексного подхода сопровождения организации и аналитического моделирования использования строительных машин на примере экскаватора с применением GPS мониторинга в режиме реального времени

позволит не только осуществлять контроль, но и руководить ходом строительства, отдавая указания инженерам и прорабам, которые полученную информацию должны будут передавать рабочим, управляющим строительной техникой.

Применение электронных 3D карт позволит учитывать рельеф местности и осуществлять выбор эффективного маршрута движения, в значительной степени экономия время цикла транспортной единицы. Маршрут движения

для каждого случая следует выбирать с учетом местных условий так, чтобы путь движения был наиболее эффективным: путь $L \rightarrow \min$, время $T \rightarrow \min$, производительность $\Pi \rightarrow \max$ [5].

Создавая базы данных по используемой технике и применяемым технологиям и организации производства, используя критерий Парето, теорию графов, область теории возможности, логико-продукционные правила, нейросетевые технологии, многопарамет-

рический анализ, способ приемлемого решения задачи ситуационного анализа.

Выводы

Анализ ситуации должен всегда сопровождаться последующей выработкой необходимых управляющих воздействий, направленных на объект управления во всех звеньях механизма принятия решений, начиная с тактического звена до управления производственным и технологическим процессами. Более того, концепция сетецентрических технологий предусматривает разработку системы принятия решений на всех уровнях (стратегическом, оперативном и тактическом) и этапах технологии и организации производства работ. Создание такой многоуровневой системы потребует и организации потоков информации, соответствующих каждому уровню и обеспечивающих принятие решения в конкретной обстановке и в конкретный момент, то есть информационное превосходство должно быть поддержано и превосходством интеллектуальным.

Литература

1. Строительные работы и манипуляторы / В.И. Баловнев, Л.А. Хмара, В.П. Станевский, П.И. Немировский. – К.: Будівельник, 1991. – 137 с.
2. Баловнев В.И. Интенсификация земляных работ в дорожном строительстве / В.И. Баловнев, Л.А. Хмара. – М.: Транспорт, 1983. – 184 с.
3. Баловнев В.И. Повышение производительности машин для земляных работ / В.И. Баловнев, Л.А. Хмара. – К.: Будівельник, 1988. – 152 с.
4. Машини для земляних робіт / Л.А. Хмара, С.В. Кравець, В.В. Нічке та ін.; за заг. ред. Л.А. Хмари та С.В. Кравця. – Рівне-Дніпропетровськ-Харків [б.в.], 2010. – 557 с.
5. Строительство. Материаловедение. Машиностроение // Интенсификация рабочих процессов строительных и дорожных машин. Сер. «Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование»: сб. научн. тр. / отв. ред. д.т.н., проф. Л.А. Хмара. – Днепропетровск: ПГАСА, 2011. – 310 с.
6. Хмара Л.А. Выбор строительных машин из имеющегося парка (на примере скрепера) / Л.А. Хмара, С.И. Кононов // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – К.: КНУБА. – 2009. – № 74. – С. 46–52.
7. Хмара Л.А. Сопровождение строительных машин на этапе их выбора из имеющегося парка (на примере экскаватора) / Л.А. Хмара, С.И. Кононов // Будівництво України. – 2010. – № 2. – С. 41–45.
8. Хмара Л.А. Сопровождение машин для земляных работ на этапе их выбора применительно к организации строительного производства / Л.А. Хмара, С.И. Кононов // Интерстроймех-2010: материалы междунар. научно-техн. конф. – Белгород: Изд-во БГТУ. – 2010. – № 2, Том 2. – С. 185–204.
9. Хмара Л.А. Методические рекомендации по инжинирингу организации технологических проектов производства земляных работ в строительстве / Л.А. Хмара, С.И. Кононов, П.Е. Уваров. – Луганск: Изд-во Главного института проблем реконструкции, эксплуатации и инженерной защиты промышленных, жилых и гражданских объектов «Академпромжилреконструкции» Академии строительства Украины, 2010. – 36 с.
10. Хмара Л.А. Сопровождение машин для земляных работ на этапе их выбора применительно к организации строительного производства / Л.А. Хмара, С.И. Кононов // Интерстроймех-2010: материалы междунар. научно-техн. конф. – Белгород: Изд-во БГТУ. – 2010. – Том 2. – С. 185–204.
11. Ушацкий С.А. Організація будівництва / С.А. Ушацкий, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін. – К.: Кондор, 2007. – 521 с.
12. Тянь Р.Б. Управління проектами: навч. посібник / Р.Б. Тянь, Б.І. Холод, В.А. Ткаченко. – Дніпропетровськ: Дніпропетровська академія управління бізнесу та права, 2000. – 224 с.
13. Павлов И.Д. Модели управления проектами: учеб. пособие / И.Д. Павлов, А.В. Радкевич. – Запорожье: ГУ «ЗИДГМУ», 2004. – 320 с.
14. Канторер С.Е. Методы обоснования эффективности применения машин в строительстве / С.Е. Канторер. – 2-е изд., перераб. и дополн. – М.: Издательство литературы по строительству. 1969. – 295 с.
15. Акофф Р. О целеустремленных системах / Р. Акофф, Ф. Эмери – М.: Сов. радио, 1974. – 274 с.

16. Сетецентричность [Электронный ресурс] // Неогеография. – URL: <http://www.neogeography.ru/ru/2010-05-04-20-41-25> (дата обращения 12.09.2011).
 17. Бирюков Г.П. Основы проектирования ракетно-космических комплексов / Г.П. Бирюков, Б.К. Гранкин, В.В. Козлов, В.Н. Соловьев. – С.Пб. : Алфавит, 2002. – 395 с.
 18. Павлиенко И.В. Анализ сетецентрических технологий и возможность их применения для разработки системы управления информационными ресурсами / И.В. Павлиенко // [Электронный ресурс] <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/technical-sciences-311/innovative-technologies-311/7993-analysis-of-network-centric-technologies-and-their-applications-for-development-management-information-resources>: –
 - Санкт-Петербургский государственный инженерно-экономический университет.
 19. Рудинский А.В. Искусственный интеллект в сетецентрических войнах XXI века / А.В. Рудинский // [Электронный ресурс] <http://www.oborona.ru/includes/periodics/conceptions/2011/0905/22247309/detail.shtml>.
 20. Рудинский А.В. Метод оценки качества адаптивных автоматических классификаторов, основанный на оценке IQ, Нейрокомпьютеры: разработка и применение / А.В. Рудинский, А.С. Ермоленко, 2007. – С. 25–29.
- Рецензент: Е.С. Венцель, профессор, д.т.н., ХНАДУ.
- Статья поступила в редакцию 26 марта 2012 г.
-