

УДК 65.015.2

Автоматизированное обучение дисциплине «Автоматическое регулирование в электроэнергетических системах»

В.Ф. Коротков, А.А. Фомичев
ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
г. Иваново, Российская Федерация
E-mail: kvf1937@rambler.ru

Авторское резюме

Состояние вопроса: Применение в системе подготовки инженеров и бакалавров энергетических специальностей (профилей) современных технологий обучения, в том числе автоматизированного, в настоящее время становится обычным. Разработано и практически используется достаточно много различных средств автоматизированного обучения, накоплен обширный опыт. Однако пока неизвестны средства, реализующие в полной мере компетентностный подход, диктуемый новыми стандартами образования. Поэтому представляются актуальными исследования, проводимые в этом направлении.

Материалы и методы: Предметом рассмотрения является автоматизированная система дистанционного обучения в составе программно-методического комплекса по дисциплине «Автоматическое регулирование в электроэнергетических системах».

Результаты: Предлагается собственный подход к разработке и практическому использованию средств автоматизированного обучения, в том числе дистанционного, в формировании знаний, умений и навыков в соответствии с требуемыми компетенциями. В результате полученного опыта эксплуатации выявлены особенности функционирования и использования автоматизированной системы дистанционного обучения, возможности учета требований ФГОС ВПО, «слабые места», направления совершенствования и развития. Показаны возможности использования компетентностного подхода при автоматизированном формировании знаний, умений и навыков.

Выводы: Предложено использовать интегральную оценку результатов обучения в рамках профессиональных компетенций.

Ключевые слова: автоматизированное обучение, дистанционное обучение, компетенции, знания, умения, навыки, интерактивное изложение, интегральная оценка.

Automated training in the course «Automatic control in electric power systems»

V.F. Korotkov, A.A. Fomichov
Ivanovo State Power Engineering University, Ivanovo, Russian Federation
E-mail: kvf1937@rambler.ru

Abstract

Background: It has now become a common practice to involve new technologies such as automated learning systems in the teaching of bachelor and five-year students pursuing their degrees in electrical engineering. There have already been developed many different learning systems, and a large experience has been gained. At the same time, there are no software tools known to the authors that would be fully based on a competence-based approach required by the current educational standard. Research in this field is therefore seen to be promising.

Materials and Methods: We are describing an automated online training system used as part of the course «Automatic control in electric power systems».

Results: The authors offer a unique approach to creating and employing automated training tools (for both online and offline education) that enables students to learn and develop proper skills matching the required competence-based educational standard. Some valuable experience has been gained that reveals how the new system operates, how it has been utilized by the students, whether the new standard requirements can be met, what the flaws are, as well as how to improve the system. The capabilities of the competence-based approach are demonstrated when students learn and develop necessary skills through the automated training system.

Conclusions: We recommend a complex assessment of the gained knowledge and skills based on the specified competencies.

Key words: automated learning, online education, competencies, knowledge, skills, abilities, interactive narration, complex assessment.

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) третьего поколения предполагает компетентностный подход к формированию знаний, умений и навыков выпускников технических вузов. При этом фор-

мирующаяся новая педагогическая культура в системе высшего профессионального образования направлена как на процесс обучения, так и на его результат. С учетом современных тенденций усиления роли самостоятельной работы студентов и развития автоматизиро-

ванных средств обучения [1, 2, 3] представляется важным использование компетентностного подхода на стадии проектирования и разработки этих средств.

В течение ряда лет на кафедре автоматического управления электроэнергетическими системами ИГЭУ ведется планомерная работа по созданию и эффективному использованию автоматизированных программно-методических комплексов по профилирующим дисциплинам. К настоящему времени накоплен определенный опыт в разработке и практическом использовании подобных комплексов по дисциплинам «Теория автоматического управления (ТАУ)» и «Автоматическое регулирование в электроэнергетических системах (АРВЭС)».

При разработке комплексов ставились следующие задачи:

- автоматизация процесса обучения, охватывающего все виды самостоятельной учебной деятельности студентов по дисциплине (изучение теории, решение практических задач, проведение экспериментов, самоконтроль знаний и тренировки, контроль и оценка);

- формирование знаний, умений и навыков обучаемых в русле профессиональных компетенций, определяемых образовательной программой подготовки бакалавров по направлению «Электроэнергетика и электротехника», отраженных рабочей программой в составе учебно-методического комплекса дисциплины;

- повышение эффективности самостоятельной работы студентов и качества обучения;

- освобождение преподавателей от рутинной деятельности с ориентацией на индивидуальную (например, консультативную) работу со студентами;

- использование комплекса в режиме автоматизированного дистанционного обучения (в первую очередь для студентов, обучающихся заочно);

- создание комфортных условий процесса обучения, учет индивидуальных предпочтений студентов в выборе средств обучения, формы и очередности предъявления учебного материала, свободный доступ к учебному материалу, включая удаленный;

- непрерывный мониторинг учебной деятельности каждого студента;

- контроль результатов обучения с оценкой знаний, умений и навыков по каждой из компетенций, определяемых программой;

- развитое методическое сопровождение, включая издание печатных учебных пособий.

Основу комплексов составляют:

- разработанная нами автоматизированная система дистанционного обучения (АСДО), которая состоит из ISAPI-приложения (плагина) к широко известному web-серверу Internet Information Services (IIS) и дополнительного приложения для разработчиков;

- печатные учебные издания (для дисциплины АРВЭС, рассматриваемой в качестве примера, учебник [4]).

Наличие АСДО и печатного издания в виде учебника расширяет возможности студентов в выборе средств обучения.

На стадии проектирования АСДО учебный материал, предоставляемый обучаемому, был структурирован таким образом, чтобы, с одной стороны, сохранилась логическая последовательность в его освоении, а с другой – просматривалась компетенция, поддерживаемая соответствующим компонентом материала.

Теоретический учебный материал изложен в следующих формах:

- интерактивная;
- проблемная;
- повествовательная;
- справочная.

В интерактивном изложении теоретический материал структурирован таким образом, чтобы была возможность организовать диалог с обучаемым студентом. На определенных этапах изложения теоретического материала следует вопрос, требующий от студента самостоятельно продолжить логическую цепочку рассуждений, дать возможные альтернативные решения поставленной в ходе изложения задачи, сделать некоторые обобщения, промежуточные выводы и т.п. Форма и характер задаваемого вопроса определяются его содержанием. Любой ответ обязательно сопровождается исчерпывающим комментарием, обоснованно подтверждающим или опровергающим полученный ответ и закладывающим логическую основу последующего этапа диалога.

Проблемная форма (авторами использована только для дисциплины ТАУ) по типу общения со студентом реализована так же, как интерактивная, но учебный материал организован и представлен исходя из предположения, что некоторые студенты по уровню общей эрудиции и интеллекта в состоянии усвоить основную суть теоретического материала без подробных разъяснений. Если по складу своего характера студенту это интересно, то он предпочтет эту форму изложения. При проблемном изложении процесс усвоения теоретического материала сводится к успешному самостоятельному преодолению студентом ряда познавательных затруднений («проблем»), в совокупности охватывающих материал, предусматриваемый рабочей программой дисциплины. Проблемное изложение представляется наиболее продуктивным и требующим от студента меньших затрат времени. Однако эта форма затруднительна не только для студента, но и для преподавателя, так как требует большого опыта и определенных навыков при формировании материала.

Повествовательное изложение учебного материала является компьютерным аналогом

книжного изложения, доступным для воспроизведения на бумажном носителе.

Справочное изложение характеризуется предельной лаконичностью и в основном предназначено для того, чтобы дать студенту возможность освежить в памяти изученный материал перед контролем, например экзаменом, или получить оперативные справки (через систему перекрестных ссылок) в ходе процесса обучения.

Опыт эксплуатации АСДО показал, что студенты предпочитают интерактивную форму изложения. Наименьшим спросом пользуется повествовательная форма, что вполне объяснимо наличием печатных учебных изданий, входящих в состав программно-методического комплекса.

Важное место в усвоении учебной дисциплины занимают практические занятия, в частности аналитические решения практических задач. Оценка умения применять приобретенные теоретические знания для решения практических задач является одной из целей контроля степени усвоения дисциплины. Представляется, что при автоматизированном обучении средства обучения должны генерировать задачи, предлагать их обучаемому студенту и контролировать и оценивать не только правильность получаемого результата, но и сам ход решения. Последнее обстоятельство не только повышает объективность оценки, но и позволяет сделать процесс решения задачи управляемым. А это, в свою очередь, дает возможность организовать тренировки по решению задач, что представляется особенно важным при дистанционном обучении. Кроме того, тренировки позволяют формировать соответствующие навыки.

Задачи, подкрепляющие теоретический материал дисциплины АРВЭС, для своего решения могут требовать одно или несколько последовательных действий. Интерактивное решение задач, состоящих из одного действия, реализовано в АСДО без особых затруднений, поэтому здесь не рассматривается. Интерес представляет интерактивное решение аналитических задач, требующих нескольких последовательных действий. В частности, к таковым могут относиться задачи, связанные с автоматическим управлением реактивной и активной мощностью параллельно работающих генераторов на электрической станции, с определением отклонений напряжения и частоты в электроэнергетической системе при возникновении небаланса мощности, и многие другие, еще не до конца реализованные в АСДО.

Для формализации алгоритма интерактивного решения аналитических задач, требующих нескольких действий, может быть использован подход, состоящий в следующем.

Предполагаемое решение каждой задачи разбивается на два этапа:

- этап 1 – формирование в интерактивном режиме общего алгоритма решения задачи, выраженного в словесной форме путем выбора требуемой последовательности действий из заданного набора;

- этап 2 – выбор на каждом шаге реализации словесного алгоритма решения соответствующих математических выражений (формул) или конкретных действий (например, действия с графической информацией).

Такой подход позволяет осуществить функциональный контроль, отследить и оценить правильность действий студента на каждом шаге каждого этапа решения поставленной задачи и выдать соответствующие комментарии. Если в решении возможны альтернативные варианты алгоритма, то это заранее предусматривается и на этапе 1 студенту дается возможность сформировать алгоритм по любому варианту. Однако на этапе 2 принудительно предлагается воспользоваться наиболее предпочтительным вариантом алгоритма с обоснованием предпочтительности в виде соответствующего комментария. В целях уменьшения вероятности угадываний и повышения объективности оценок наборы действий и математических выражений задаются с избыточностью.

Каждая задача оформляется как веб-страница с приведенными условиями, исходными данными, поясняющими схемами и графиками. В качестве примера на рис. 1 приведен возможный интерфейс реализации этапа 1 решения задачи перераспределения реактивной мощности между генераторами электрической станции, снабженными автоматическими регуляторами возбуждения (АРВ). В подготовке бакалавров по направлению «Электроэнергетика и электротехника» рассматриваемая задача поддерживает компетенцию ПК-16 «способность рассчитывать режимы работы электроэнергетических установок различного назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы электроэнергетических объектов».

Рассмотренная методика позволяет включить решение задач в систему контроля и оценки знаний и умений студентов, а также организовать самоконтроль. При этом самоконтроль представляется целесообразным организовать в виде тренажера с соответствующим набором типовых задач, что является одной из целей дальнейшего развития АСДО.

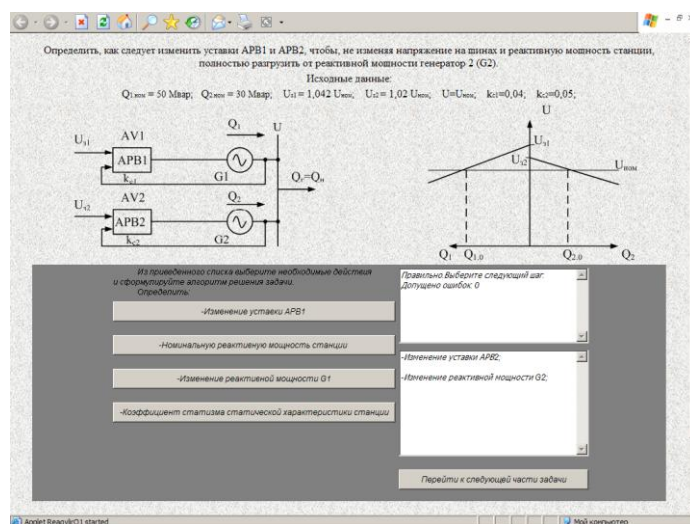
Поддержка теоретического материала экспериментом традиционно осуществляется выполнением лабораторных работ во время специальных аудиторных занятий. При разработке АСДО мы попытались объединить рассмотрение теоретического материала с экспериментальным подтверждением. Для этого в интерактивном и проблемном изложениях учебного материала дисциплины выделены позиции теоретических положений, для кото-

рых целесообразно экспериментальное подтверждение. В каждой из этих позиций включается модуль интерактивного проведения эксперимента и дается предписание провести соответствующий локальный эксперимент. Речь идет о виртуальных экспериментах на математических моделях электроэнергетических объектов. От обучаемого студента требуется умение грамотно провести эксперимент и сделать выводы, правильность которых контролируется и оценивается с выдачей соответствующих комментариев.

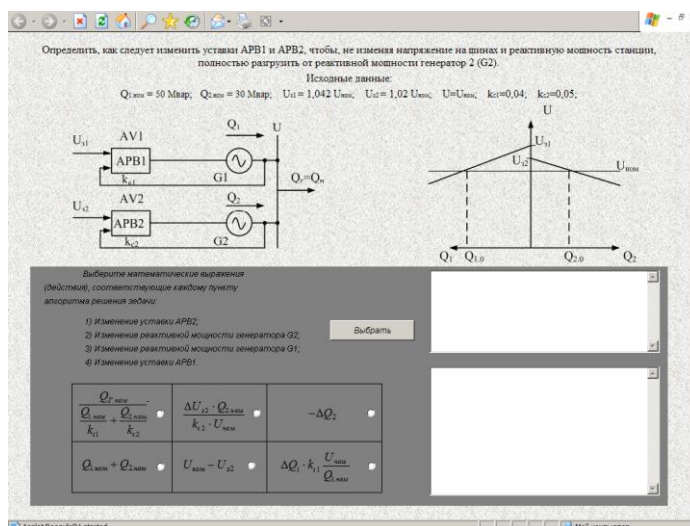
Модули проведения экспериментов программно реализуются в виде апплетов на языке программирования JAVA. Апплеты включают в себя математические модели и элементы визуального представления результатов работы модели. Пример выполнения апплета представлен в эксперименте, посвя-

щенном исследованию реакции синхронного генератора на изменение тока возбуждения, поддерживающем компетенцию ПК-37 – «готовность обеспечить соблюдение заданных параметров технологического процесса и качество продукции» (рис. 2).

Опытная эксплуатация АСДО показала продуктивность интеграции теоретического учебного материала с экспериментом. Поэтому в настоящее время ведется работа по созданию банка модулей проведения экспериментов, соответствующих всем темам учебной дисциплины, и насыщению ими учебного материала АСДО. Это позволяет формировать умения грамотно проводить экспериментальные исследования технологических процессов в рамках соответствующих компетенций, а при обилии числа экспериментальных задач формируются соответствующие навыки.



а)



б)

Рис. 1. Интерфейс программы интерактивного решения учебной задачи: а – этап 1; б – этап 2

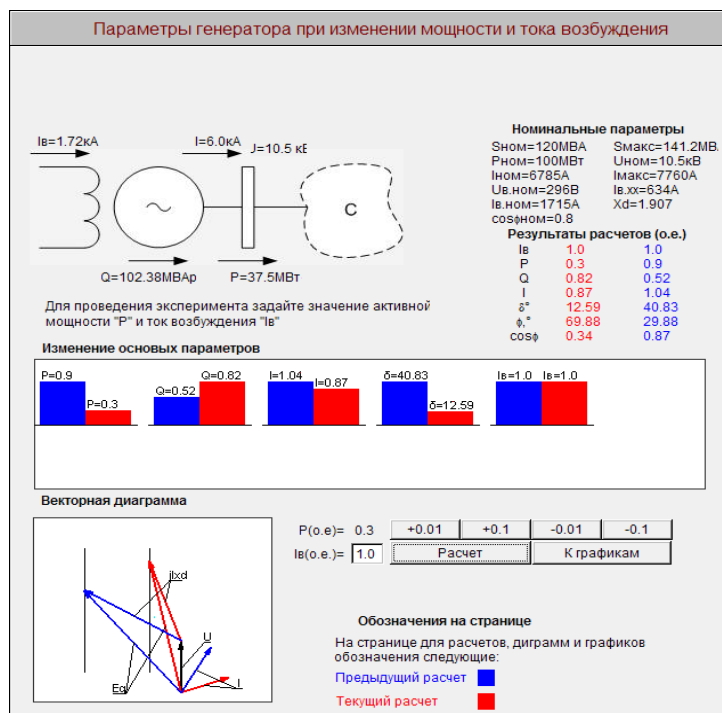


Рис. 2. Модуль экспериментального исследования режимов работы синхронного генератора в электроэнергетической системе при изменении активной мощности и тока возбуждения

В АСДО по каждой структурной единице теоретического материала (параграфу) организован самоконтроль в виде теста. Количество вопросов в тесте определяется объемом контролируемого материала. Каждый ответ обязательно сопровождается обстоятельным комментарием, либо подтверждающим, либо обоснованно опровергающим правильность ответа. При одном и том же содержании контролируемого материала вопросы самоконтроля существенно отличаются редакцией и формой представления от вопросов зачетного контроля. Однако наблюдения показали, что у некоторых студентов возникает соблазн освоить материал не за счет вдумчивой работы с учебным материалом, а путем многократного прохождения самоконтроля до получения приемлемого результата, т.е. натаскиванием. По нашему мнению, этому, к сожалению, способствуют полнота охвата самоконтролем всего теоретического материала дисциплины и подробные комментарии к ответам. Даже при условии достижения высокой оценки зачетного контроля знаний студента данный метод усвоения им учебного материала вряд ли следует считать продуктивным. В связи с этим стоит задача поиска путей повышения мотиваций, удерживающих студента от соблазна натаскивания.

Важным элементом любого процесса обучения, в том числе и автоматизированного, является контроль и оценка результатов. В АСДО организован тотальный тестовый контроль знаний. По дисциплине АРВЭС, учебный материал которой содержит 11 глав [4], изучение каждой главы заканчивается тестовым контролем. Для студентов очного обучения

результаты этого контроля являются основанием для формирования оценки текущего контроля по системе РИТМ [5]. В соответствии с графиком самостоятельной работы, доводимым до сведения студентов в начале учебного семестра, организуются 2 промежуточных (рубежных) контроля, охватывающих материал нескольких ранее изученных глав. В итоге студент имеет 11 оценок текущего контроля и 2 оценки промежуточного. Учет этих оценок на экзамене позволяет повысить объективность итоговой оценки знаний.

Традиционно экзаменационная оценка знаний является основным и практически единственным критерием успешности обучения. Представляется, что, в соответствии с новой образовательной парадигмой, задаваемой ФГОС ВПО, оценка результатов обучения должна быть интегральной, учитывающей в рамках каждой компетенции как знания, так и умения и, по возможности, навыки.

В АСДО кроме тестового контроля знаний организован функциональный контроль умений эффективно решать профессиональные задачи и грамотно проводить экспериментальные исследования в рамках изучаемой дисциплины. Мониторинг динамики изменения степени успешности в самостоятельном решении задач и проведении экспериментов позволяет оценить уровень приобретенных навыков. Представляется, что результаты функционального контроля умений и мониторинга приобретаемых навыков должны быть объединены с оценкой знаний и в интегральном представлении служить более полной количественной оценкой результатов обучения, включающей

уровень владения каждой из компетенций, поддерживаемых изучаемой дисциплиной. Нами разработана система, позволяющая по результатам автоматизированного обучения сформировать некоторый обобщенный портрет выпускника с приближенной оценкой отдельных, доступных для наблюдения и измерения деловых и личностных качеств. Дополнение этого портрета интегральными оценками результатов освоения профессиональных компетенций должно представлять интерес для работодателей на рынке труда.

Условия эксплуатации АСДО не позволяют выделить контрольную группу для объективной оценки эффективности. Однако можно учесть результаты экзаменационной сессии 2013/14 учебного года, показывающие, что 88 % студентов, использовавших АСДО, по результатам сессии получили оценки «хорошо» и «отлично». Это свидетельствует о достаточно высокой степени эффективности АСДО.

В плане дальнейшего развития АСДО важными представляются следующие задачи:

- регулярное обновление содержательной части учебного материала дисциплины;
- совершенствование методического обеспечения;
- расширение функциональных возможностей АСДО.

Учитывая научно-технический прогресс в рассматриваемой области знаний [6], необходимость в обновлении учебного материала представляется вполне естественной и необходимой. Важно, что инструментальные средства АСДО позволяют это осуществлять без особых затруднений.

Одной из задач в совершенствовании методического обеспечения является разработка мер, препятствующих стремлению обучаемых к «натаскиванию» знаний путем многократного прохождения процедуры самоконтроля.

Расширение функциональных возможностей АСДО представляется интересным в части более полной оценки результатов автоматизированного обучения студентов в соответствии с требованиями ФГОСВПО, в частности, в разработке формы интегральной оценки результатов овладения компетенциями. Работа в

этом направлении, по нашему мнению, может стать предметом дальнейших исследований.

Список литературы

1. Арсеньев Г.Н., Корниенко Л.Г. Проблемы и пути комплексного применения технических средств обучения в учебном процессе вузов // Научно-методический сборник. – М.: МВИРЭ КВ, 2003. – № 6. – С. 7–15.
2. Норенков И.П. Стандартизация в области компьютерных образовательных технологий // Информационные технологии. – 2003. – № 1. – С. 36–40.
3. Пантелеев Е.Р., Суворов В.А. Оперативный анализ действий студента в среде Web-обучения // Информационные технологии. – 2008. – № 4. – С. 67–72.
4. Коротков В.Ф. Автоматическое регулирование в электроэнергетических системах: учеб. для вузов. – М.: Изд. дом МЭИ, 2013. – 416 с.
5. Нуждин В.Н. Система развития индивидуального творческого мышления. Итоги и проблемы создания новой технологии обучения: учеб. пособие / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 1990.
6. Столбова И.Д. Адаптивное управление качеством предметной подготовки в техническом вузе на основе компетентного подхода (на примере графической подготовки студентов): автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.10. – М., 2012.

References

1. Arsenyev, G.N., Kornienko, L.G. *Problemy i puti kompleksnogo primeneniya tekhnicheskikh sredstv obucheniya v uchebnom protsesse vuzov* [Problems and methods of integrated application of technical education means in university educational process]. Moscow, MVIRE KB, 2003, no. 6, pp. 7–15.
2. Norenkov, I.P. *Standartizatsiya v oblasti komp'yuternykh obrazovatel'nykh tekhnologiy* [Standardization in the field of computer-aided educational technologies]. *Informatsionnye tekhnologii*, 2003, no. 1, pp. 36–40.
3. Panteleev, E.R., Suvorov, V.A. *Operativnyy analiz deystviy studenta v srede Web-obucheniya* [Operational analysis of student in the learning environment Web-]. *Informatsionnye tekhnologii*, 2008, no. 4, pp. 67–72.
4. Korotkov, V.F. *Avtomaticheskoe regulirovanie v elektroenergeticheskikh sistemakh* [Automatic control in electric power systems: a university textbook]. Moscow, Izdatel'skiy dom MEI, 2013. 416 p.
5. Nuzhdin, V.N. *Sistema razvitiya individual'nogo tvorcheskogo myshleniya. Itogi i problemy sozdaniya novoy tekhnologii obucheniya* [A system of development of individual creative thinking. Results and problems of developing a new educational technology: a study guide]. Ivanovo, 1990.
6. Stolbova, I.D. *Adaptivnoe upravlenie kachestvom predmetnoy podgotovki v tekhnicheskoy shkole na osnove kompetentnostnogo podkhoda (na primere graficheskoy podgotovki studentov)*. Avtoref. diss. d-ra tekhn. nauk [Adaptive control of quality in different subjects in a technical university within the competence-based approach (exemplified by students' results in engineering graphics). Abstract of Dr. tech. sci. diss.]. Moscow, 2012.

Коротков Владимир Федорович,
ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
кандидат технических наук, профессор кафедры автоматического управления электроэнергетическими системами,
e-mail: kvf1937@rambler.ru

Фомичев Андрей Альбертович,
ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
кандидат технических наук, доцент кафедры автоматического управления электроэнергетическими системами,
e-mail: aaf6@rambler.ru