

Об эффективности профориентационного подхода к формированию экологического сознания свидетельствуют достижения обучающихся на конференциях и конкурсах разного уровня. Настоящими звездными работами стали проект «Микробиологическое разложение отходов ДСП», занявший 1 место на II международной конференции «Geonature 2018» и на региональном этапе Всероссийского конкурса научно-технических проектов «Сириус»; и проект «Способы модификации целлюлозосодержащих нефтесорбентов», получивший диплом 2 степени на II международной конференции «Geonature 2018».

Литература

1. Анисимов А.С., Безродная И.В. Основные направления формирования экологического сознания на современном этапе // Сервис в России и за рубежом. – 2012. – С. 14–27.
2. Бегидова С.Н., Макрушина И.В. Структура экологического сознания // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология. – 2014. – № 3 (143). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/struktura-ekologicheskogo-soznaniya> (дата обращения: 13.05.2018).
3. Валуева Н.Н. Модель формирования экологической культуры учащихся в системе дополнительного эколого-биологического образования // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. – 2008. – № 61. – С. 358–364.

МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА «ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ»

С.П. Куксенко, канд. техн. наук, доцент каф. ТУ

Томск, ТУСУР, ksergp@tu.tusur.ru

Отмечена актуальность подготовки специалистов по моделированию и обеспечению электромагнитной совместимости. Освещены особенности подготовки первого набора магистрантов по программе «Электромагнитная совместимость в топливно-энергетическом комплексе», открытой в ТУСУРе в 2016 г. Освещены особенности подготовки и приведены результаты первого выпуска обучения.

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, топливно-энергетический комплекс, математическое и программное обеспечение, особенности подготовки магистрантов.

Из-за массового распространения в последнее десятилетие технических средств (ТС), состоящих из микропроцессорных устройств, высокочастотных схем и маломощных передатчиков, широко применяемых в бытовой технике, автомобильной промышленности и др., выполнение требований электромагнитной совместимости (ЭМС) становится все более сложным, а число аспектов, принимаемых во внимание, стремительно увеличивается. Таким образом, проблема обеспечения ЭМС тесно связана с тем, что составляет обширную область радиотехники, электроники и электротехники. Вопросам обеспечения ЭМС уделяется все больше внимания во всем мире. Введены в действие и постоянно совершенствуются международные, национальные и отраслевые стандарты, содержащие требования к разнообразному оборудованию по ЭМС, Продукция, не соответствующая требованиям ЭМС, не допускается на рынок.

Особенно остро проблема обеспечения ЭМС стоит в топливно-энергетическом комплексе (ТЭК) в целом и в электроэнергетике в частности.

Так, известны случаи нештатной работы оборудования, выход его из строя и отказы. На одной из тепловых электростанций аварийно остановлен крупный энергоблок из-за ложной работы технологической защиты, на работу которой оказала влияние носимая коротковолновая радиостанция. Практика эксплуатации показывает, что происходит повреждение кабелей вторичной коммутации и устройств релейной защиты и автоматики при коротких замыканиях на шинах распределительных устройств подстанций и станций. Несмотря на наличие на объектах ТЭК систем молниезащиты, были аварии, вызванные молниевыми разрядами. Помимо прямых ударов молний возможны удары в близлежащие заземленные конструкции и объекты, что приводит к появлению так называемых «вторичных воздействий» молний. Их возможным последствием является выход из строя оборудования, линий связи и объектов в целом, приводящий к существенным материальным затратам. И это далеко не единичные случаи.

Согласно энергетической стратегии России на период до 2030 г. (распоряжение Правительства РФ от 13 ноября 2009 г. № 1715-р) для удовлетворения потребностей экономики и населения страны в электрической энергии предполагается замена и модернизация основного силового обо-

рудования, строительство новых электростанций, а также выполнение работ по техническому перевооружению предприятий электрических сетей, в том числе за счет использования микропроцессорного оборудования. При этом очевидно, что обеспечение ЭМС будет являться важнейшей задачей, а для её решения как на стадии проектирования, так и на стадии эксплуатации ТС потребуются высококвалифицированные кадры.

Цель данной работы – освещение особенностей подготовки магистрантов по программе «Электромагнитная совместимость в топливно-энергетическом комплексе».

Комплексная цель рациональных работ по ЭМС при проектировании, изготовлении и эксплуатации ТС состоит в том, чтобы устранить указанные ранее возможные недостатки, обусловленные электромагнитной несовместимостью. Другими словами, путем организованного применения технически реальных мер при оправданных затратах достичь удовлетворительной совместимости, возможности измерения степени совместимости и испытания на совместимость и тем самым гарантировать объективное сравнение вариантов. При этом обеспечение ЭМС ТС важно предусматривать, начиная с наиболее ранних этапов его разработки, т.е. с момента проектирования, поскольку с увеличением времени в пределах жизненного цикла ТС набор доступных разработчику способов борьбы с помехами уменьшается, т.к. технические решения, необходимые для обеспечения ЭМС, приходится приспособлять под уже имеющиеся элементы изделия, а сложность возможных технических решения при этом, как правило, возрастает, как показано на рисунке 1 [2].

Образовательный процесс состоит из: базовой части, включающей дисциплины по направлению подготовки (инфокоммуникационные технологии системы связи), и вариативной части, посвященной всестороннему изучению общих принципов обеспечения ЭМС в различных областях, с особым уклоном на ТЭК. Отметим два существенных факта, повлиявших на особенности подготовки. Первым является то, что отечественное образование в последние годы претерпевает изменения, связанные, помимо реформ среднего и высшего образования, с компьютерной революцией, сформировавшей новый стиль жизни студенчества, при котором компьютер является неизменным его атрибутом. Второй основан на использовании математического моделирования, с помощью специализированного программного обеспечения, позволяющего существенно сократить как финансовые, так и временные затраты на проектирование ТС с учетом требований ЭМС. Отдельно стоит отметить, что для их эффектив-

ного использования пользователь должен иметь навыки и знания из нескольких разделов математической физики, для понимания сути, начиная с настроек параметров решателей, и заканчивая физичностью полученных результатов. Таким образом, использование компьютерных технологий на всех этапах обучения актуально для подготовки специалистов в области ЭМС. Для этого сформирована дисциплина «Вычислительная ЭМС», в ходе которой изучаются универсальные численные методы, способы уменьшения вычислительных затрат на моделирование, инструментальные средства моделирования (системы моделирования, имеющие студенческие версии), в том числе отечественная система TALGAT [3], а также приобретаются навыки разработки специализированного математического и программного обеспечения.



Рис. 1 – Соотношение между проблемой и возможностями обеспечения ЭМС ТС в течение жизненного цикла

Еще одной особенностью обучения является использование результатов передовых научных исследований, в том числе коллектива научно-исследовательской лаборатории «Электромагнитная совместимость и безопасность радиоэлектронных средств», ведущего работы по обеспечению и моделированию ЭМС. Так, лаборатория имеет широкий спектр исследований, начиная с решения промышленных задач по проектированию элементов радиоэлектронной аппаратуры различного назначения [4–6] и заканчивая электроэнергетикой [7] и биомедициной [8]. Все обучающиеся имеют возможность участвовать в выполнении различного рода научно-исследовательских работ, выполняемых сотрудниками лаборатории. Последней особенностью подготовки, заслуживающей отдельного внимания, является привлечение к подготовке специалистов ПАО «ФСК ЕЭС», МЧС России, Радиочастотного центра Сибирского федерального округа и др., для освещения особенностей обеспечения ЭМС на их предприятиях. Дан-

ные особенности подготовки позволят получить специалистов готовых приступить к выполнению поставленных перед ними задач проектирования с первого дня работы, без необходимости получения дополнительных навыков.

Первый набор по данной магистерской программе состоялся в 2016 г. и состоял из 9 человек. По окончании обучения с туденты успешно написали и защитили свои диссертации. Оценки «хорошо» удостоены 3 студента, а отлично – 6. Двоим из них рекомендовано продолжить обучение в аспирантуре, что и было реализовано в 2018 г. Примечательно, что все зачисленные в магистратуру успешно защитили диссертации, что говорит об ответственном отношении к учёбе и высоком потенциале магистров. По результатам анализа процесса обучения сделаны соответствующие корректировки в учебном плане, нацеленные на повышение эффективности обучения.

Таким образом, в работе показана актуальность и освещены особенности подготовки по магистерской программе «Электромагнитная совместимость в топливно-энергетическом комплексе». Представленные результаты выпуска первого набора говорят об успешности данного направления подготовки.

Литература

1. Куксенко С.П. Актуальность подготовки специалистов по электромагнитной совместимости в топливно-энергетическом комплексе Сибири // 22-я Межд. науч.-практ. конф. «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (СИБРЕСУРС-22-2016)». – Томск. – 2016. – С. 88–92.
2. Геворкян В.М. Электромагнитная совместимость электронных информационных систем: в 2 ч. Ч. 1. Общие вопросы электромагнитной совместимости технических средств: учеб. пособие. – М.: Изд-во МЭИ, 2006. – 432 с.
3. Куксенко С.П. Новые возможности системы моделирования электромагнитной совместимости TALGAT / С.П. Куксенко, А.М. Заболоцкий, А.О. Мелкозеров, Т.Р. Газизов // Доклады ТУСУР. – 2015. – № 2(36). – С. 45–50.
4. Заболоцкий А.М. Использование зеркальной симметрии для совершенствования модальной фильтрации // Доклады ТУСУР. – 2015. – № 2(36). – С. 41–44.

5. Газизов Р.Р. Исследование локализации пиковых значений сигнала в печатной плате системы автономной навигации / Р.Р. Газизов, Т.Т. Газизов // Инфокоммуникационные технологии. – 2017. – № 2. – С. 10–18.

6. Газизов Т.Т. Эволюционное моделирование приемопередающих антенных систем связи / Т. Т. Газизов // Информатика и системы управления. – 2016. – № 4(50) – С. 3–10.

7. Куксенко С.П. Использование системы TALGAT при решении задач электроэнергетики / С.П. Куксенко, Р.Р. Мусабаев // Сборник Региональной Научно-практической конференции «Наука и практика: проектная деятельность – от идеи до внедрения». – Томск: ТУСУР, 2016. – С. 1–2.

8. Komnatnov M.E. Environmental Shielded TEM Chamber for Biomedical Testing / Komnatnov M.E., Gazizov T.R. // IEEE MTT-S Intern. Microw. Workshop Series on RF and Wireless Techn. Biomed. Health. Applic. IMWS - BIO. – 2014. England, London. – P. 1–4.

НЕЛИНЕЙНЫЙ ВЗГЛЯД НА УСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

**С.Г. Михальченко, д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой ПрЭ,
Г.Я. Михальченко, д-р техн. наук,
профессор каф. ПрЭ.**

г. Томск, ТУСУР, msg@ie.tusur.ru

Предложена методика, предназначенная для поиска критических границ областей устойчивых движений систем автоматического управления энергией по в пространстве параметров системы, позволяющая предусмотреть потенциальные аномальные режимы работы, в реальности обнаруживаемые лишь на этапе испытаний.

Ключевые слова: нелинейные системы автоматического управления, неединственность решений, бифуркационный анализ.

Разработчики систем электропитания постоянно сталкиваются с серьезными трудностями в создании отказоустойчивых замкнутых нелинейных импульсных систем, поскольку имеющихся знаний по их динамике и средствам автоматизированного проектирования недостаточно. В то же время, сотрудниками ТУСУРа разработаны следующие оригинальные методы алгоритмы и программы анализа нелинейной динамики ключевых преобразователей: