

**НАУЧНЫЕ И НАУЧНО-
МЕТОДИЧЕСКИЕ
АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ
СПЕЦИАЛИСТОВ В
ОБЛАСТИ ЭНЕРГЕТИКИ И
ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ.**

Содержание

К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАКАЛАВРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ	
Александров В.В., Ануфриенко О.С.	269
КОМПОНЕНТА ВОСПИТАНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА	
Бобанский В.Л., Доброжанова Н.И.	277
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ С СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ ПРОСТРАНСТВОМ ПРИ НЕПРЕРЫВНОМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ (ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ) ОБРАЗОВАНИИ	
Бушуев А.Н., Бушуева Н.В.	280
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ КУРСА ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ	
Быковская Л.В., Быковский В.В.	285
ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ	
Жаворонков А. Е., Митрофанов С. В.	289
ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ LMS И SMS В ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ	
Мажирина Р.Е.	297
ВИБРОДИАГНОСТИКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ ВИБРОДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ	
Митрофанов С.В., Шашкевич А.С.	301
РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ НА ШИНАХ ГПП С ПОМОЩЬЮ СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	
Нелюбов В.М.	305
МЕТОДИКА БЫСТРОГО ВЫЧИСЛЕНИЯ КОРРЕЛЯЦИИ ДВУХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ	
Нестеров К.А., Шипилов А.А.	308
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСПОЛАГАЕМОЙ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ТУРБОГЕНЕРАТОРА	
Никиян Н.Г., Падеев А.С.	312
ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ НА ОСНОВЕ СОЧЕТАНИЯ РЕАЛЬНОГО И ИМИТАЦИОННОГО ИНЖЕНЕРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА	
Праслова Е.А.	319
МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИЗЛУЧЕНИЯ ОБЛАЧНОЙ АТМОСФЕРЫ	
Худорожков О.В.	327

К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАКАЛАВРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ

Александров В.В., Ануфриенко О.С.
Орский гуманитарно-технологический институт, г. Орск

В соответствии с ФГОС ВПО бакалавр технического направления подготовки должен быть подготовлен к различным видам профессиональной деятельности, одной из которых является проектно-конструкторская.

Так в ФГОС ВПО по направлению подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника» отмечается, что бакалавр должен решать следующие профессиональные задачи проектно-конструкторской деятельности:

- сбор и анализ данных для проектирования;
- расчет и проектирование технических объектов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;
- разработка проектной и рабочей технической документации, оформление проектно-конструкторских работ;
- контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;
- проведение предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов.[1]

В данной статье под *проектно-конструкторской деятельностью* мы будем понимать совокупность проектной и конструкторской деятельности.

При этом *проектной деятельностью* мы будем подразумевать совокупность действий, направленных на создание нового еще не существующего объекта в виде его описания или проекта; а под *конструкторской деятельностью* – совокупность действий, направленных на определение состава и взаимного расположения частей создаваемого объекта.

В основе ФГОС ВПО положен компетентностный подход, который подразумевает, что подготовка к профессиональной деятельности осуществляется через формирование ключевых компетенций.

Например, в ФГОС ВПО по направлению подготовки 140100 Электроэнергетика и электротехника выпускник должен обладать следующими ключевыми профессиональными компетенциями для проектно-конструкторской деятельности:

- готовностью работать над проектами электроэнергетических и электротехнических систем и их компонентов (ПК-8);
- способностью разрабатывать простые конструкции электроэнергетических и электротехнических объектов (ПК-9);
- готовностью использовать информационные технологии в своей предметной области (ПК-10);

- способностью использовать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока (ПК-11);
- способностью графически отображать геометрические образы изделий и объектов электрооборудования, схем и систем (ПК-12);
- способностью оценивать механическую прочность разрабатываемых конструкций (ПК-13);
- готовностью обосновывать принятие конкретного технического решения при создании электроэнергетического и электротехнического оборудования (ПК-14);
- способностью рассчитывать схемы и элементы основного оборудования, вторичных цепей, устройств защиты и автоматики электроэнергетических объектов (ПК-15);
- способностью рассчитывать режимы работы электроэнергетических установок различного назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы электроэнергетических объектов (ПК-16);
- готовностью разрабатывать технологические узлы электроэнергетического оборудования (ПК-17);

В настоящее время нет единого, признанного определения компетенции. Однако на основе теоретического исследования можно выделить следующие характеристики данного понятия: «компетентность является комплексной характеристикой личности; приобретается и проявляется в деятельности; включает не только когнитивную и операционально-технологическую, но и мотивационную, этическую, социальную и поведенческую, социально-ценностные составляющие».[2]

Структура компетентности состоит из следующих компонентов:

- мотивационно-ценностный;
- когнитивный;
- деятельностный;
- рефлексивно-оценочный.

В данной статье мы подробно рассмотрим когнитивный компонент проектно-конструкторской деятельности. На основе наших исследований когнитивный компонент проектно-конструкторской деятельности можно представить в таблице 1.

Таблица 1 – Когнитивная составляющая проектно-конструкторской деятельности

Компетенция	Знания	
	1	2
1. Готовностью работать над проектами электроэнергетических и электротехнических систем и их компонентов		1.1 Знание этапов проектирования; 1.2 Знание подходов к проектированию; 1.3 Знание стратегий проектирования; 1.4 Знание концепций и методов проектирования 1.5 Знание основополагающей проектной документации;

Продолжение таблицы 1.

1	2
<p>2. Способностью разрабатывать простые конструкции электроэнергетических и электротехнических объектов (ПК-9);</p>	<p>2.1 Знание основных параметров конструкции электроэнергетических и электротехнических объектов 2.2 Знание методов расчета параметров конструкции электротехнических и электроэнергетических объектов 2.3 Знание методов исследования конструкции электроэнергетических и электротехнических объектов</p>
<p>3. Готовностью использовать информационные технологии в своей предметной области (ПК-10);</p>	<p>3.1 Знание основных источников информации 3.2 Знание методов поиска информации 3.3 Знание технологий создания данных; 3.4 Знание технологий сохранения данных; 3.5 Знание технологий управления и обработки данных</p>
<p>4. Способностью использовать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока (ПК-11);</p>	<p>4.1 Знание методов анализа электрических цепей; 4.2 Знание критериев выбора методов анализа; 4.3 Знание методов математического моделирования электрических цепей; 4.4 Знание методов физического моделирования электрических цепей; 4.5 Знание эвристических методов моделирования.</p>
<p>5. Способностью графически отображать геометрические образы изделий и объектов электрооборудования, схем и систем (ПК-12);</p>	<p>5.1 Знание основных документов при построении чертежей; 5.2 Знание правил построения чертежей; 5.3 Знание методов построения чертежей; 5.4 Знание правил построения электрических схем; 5.5 Знание условных графических обозначений элементов электрических схем;</p>
<p>6. Способностью оценивать механическую прочность разрабатываемых конструкций (ПК-13);</p>	<p>6.1 Знание основных законов механики; 6.2 Знание основных характеристик материалов; 6.3 Знание методов расчета конструкций на механическую прочность; 6.4 Знание методов увеличения механической прочности конструкции изделия.</p>

Продолжение таблицы 1.

1	2
7. Готовностью обосновывать принятие конкретного технического решения при создании электроэнергетического и электротехнического оборудования (ПК-14);	7.1 Знание нормативной базы электроэнергетического и электротехнического оборудования; 7.2 Знание типовых методов технических решений; 7.3 Знание достоинств и недостатков электроэнергетического и электротехнического оборудования; 7.4 Знание перспективы развития электроэнергетического и электротехнического оборудования.
8. Способностью рассчитывать схемы и элементы основного оборудования, вторичных цепей, устройств защиты и автоматики электроэнергетических объектов (ПК-15);	8.1 Знание схем замещения электрических цепей; 8.2 Знание параметров элементов схем замещения электрических цепей; 8.3 Знание методов определения параметров элементов схем замещения; 8.4 Знание методов преобразования схем замещения.
9. Способностью рассчитывать режимы работы электроэнергетических установок различного назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы электроэнергетических объектов (ПК-16);	9.1 Знание режимов работы электроэнергетических установок; 9.2 Знание основных характеристик режимов работы энергетических установок; 9.3 Знание основного энергетического оборудования; 9.4 Знание параметров основного электроэнергетического оборудования; 9.5 Знание схем электроэнергетических объектов.

Оценка формирования компетенций проектно-конструкторской деятельности основывается на уровневом подходе. Данный подход подразумевает, что процесс развития есть переход от одного уровня к другому, более совершенному.[3]

Под уровнем будем понимать дискретное, относительно устойчивое качественное своеобразие, сопоставление материальных систем как отношения «высших» и «низших» структур развития какого-либо процесса.

Выделим творческий, продуктивный, репродуктивный и низкий уровни сформированности когнитивного компонента компетенций проектно-конструкторской деятельности и критерии оценки (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика уровней сформированности когнитивного компонента компетенций проектно-конструкторской деятельности бакалавров технического направления подготовки

Уровень сформированности компетенций проектно-конструкторской деятельности бакалавров технического направления подготовки	Критерий оценки уровня проектно-конструкторской деятельности бакалавров технического направления подготовки
Творческий	<ul style="list-style-type: none"> • глубокое понимание проектно-конструкторской деятельности; • владение ключевыми компетенциями проектно-конструкторской деятельности; • самостоятельность при решении проектно-конструкторских задач; • использовать нестандартные приемы и решения поставленных задач; • самостоятельность в добывании знаний.
Продуктивный	<ul style="list-style-type: none"> • понимание проектно-конструкторской деятельности; • владение ключевыми компетенциями проектно-конструкторской деятельности; • самостоятельность при решении стандартных проектно-конструкторских задач и определения подходов их решения; • самостоятельность в добывании знаний.
Репродуктивный	<ul style="list-style-type: none"> • знание отдельных сторон проектно-конструкторской деятельности; • владение отдельными ключевыми компетенциями проектно-конструкторской деятельности; • неумение решать стандартные проектно-конструкторские задачи; • самостоятельность в добывании знаний.
Низкий	<ul style="list-style-type: none"> • иметь общее представление о проектно-конструкторской деятельности; • не владеть ключевыми компетенциями проектно-конструкторской деятельности; • неумение решать стандартные проектно-конструкторские задачи; • не умение самостоятельно добывать знания.

На основе разработанных когнитивного компонента проектно-конструкторской деятельности и уровней сформированности компетенций проектно-конструкторской деятельности мы разработали диагностический материал для определения уровня сформированности компетенций проектно-конструкторской деятельности. На основе этого материала был произведен констатирующий эксперимент для определения начального уровня развития студентов. Эксперимент проводился на базе Орского гуманитарно-технологического института (филиала) ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет» со студентами 2 курса направления подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника».

Определение количественных показателей уровня сформированности компетенций проектно-конструкторской деятельности студентов производится с помощью коэффициента сформированности компетенций, составляющих когнитивный компонент проектно-конструкторской деятельности студентов, и определяется по формуле:

$$K_f = \frac{\sum_{i=1}^N K_i}{N \cdot K}$$

Где K_i – количество признаков (знания, умения), усвоенных i -м студентом;

K – максимальное число признаков, подлежащих усвоению;

N – количество учащихся.

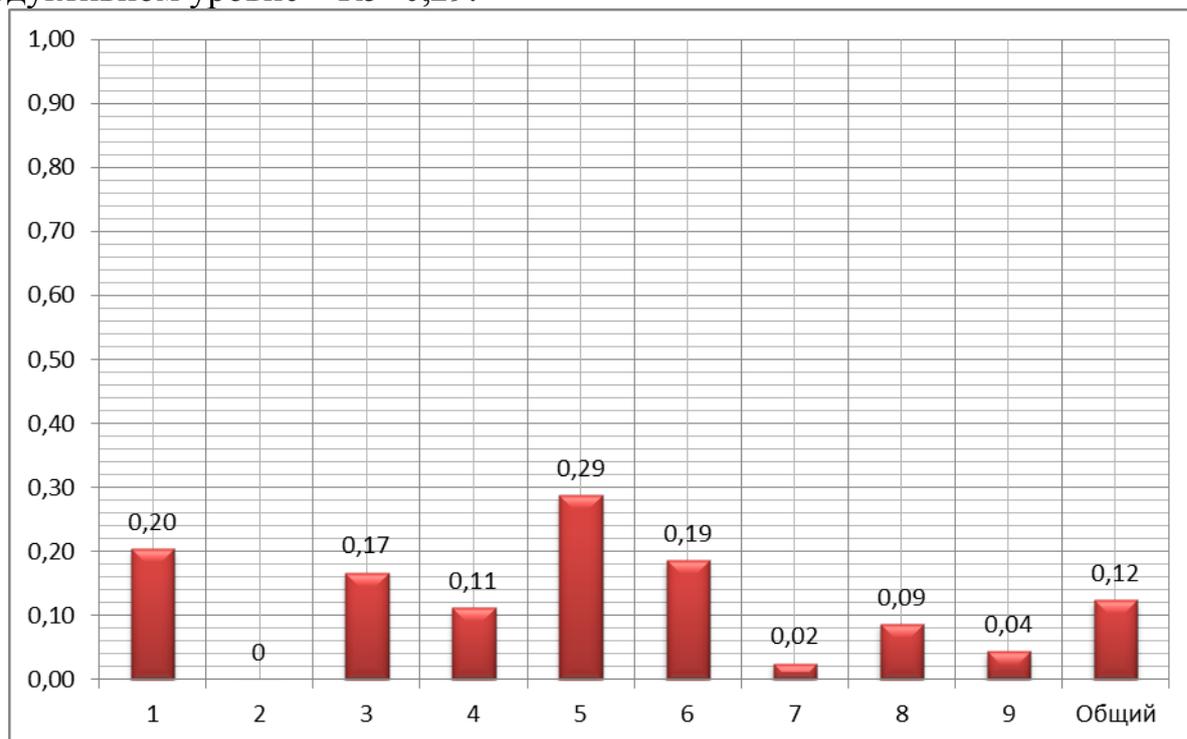
Уровень сформированности компетенции проектно-конструкторской деятельности студентов оценивается по четырехбалльной шкале: творческий, продуктивный, репродуктивный и низкий.

Если максимальное значение коэффициента сформированности компетенции принять за единицу, то диапазон оценки каждого уровня будет следующим: творческий – от 0,75 до 1; продуктивный – от 0,5 до 0,75; репродуктивный – от 0,25 до 0,5; низкий – от 0 до 0,25.

Результаты констатирующего эксперимента приведены на рисунке 1.

Проанализировав полученные данные можно заключить, что общий уровень сформированности когнитивного компонента проектно-конструкторской деятельности студентов 2 курса направления подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника» находится на низком уровне – $K_{общ}=0,12$. При этом коэффициент сформированности когнитивного компонента компетенций проектно-конструкторской деятельности соответствующий компетенции 2 (способностью разрабатывать простые конструкции электроэнергетических и электротехнических объектов) из таблицы 1 находится на нулевом уровне сформированности – $K_2=0$; а коэффициент сформированности когнитивного компонента компетенций проектно-конструкторской деятельности соответствующий компетенции 5 (способностью графически отображать геометрические образы изделий и объектов электрооборудования, схем и систем) из таблицы 1 находится на

репродуктивном уровне – $K5=0,29$.



1÷9 – общий коэффициент сформированности когнитивного компонента компетенции, соответствующий первой÷девятой компетенции из таблицы 1; Общий – общий коэффициент сформированности когнитивного компонента компетенций проектно-конструкторской деятельности.

Рисунок 1 – Диагностика сформированности когнитивного компонента компетенций проектно-конструкторской деятельности бакалавров 2 курса направления подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника».

На основе полученных результатов можно определить направления дальнейшего исследования формирования компетенций проектно-конструкторской деятельности бакалавров технического направления подготовки, а именно: определить педагогические технологии формирования ключевых компетенций проектно-конструкторской деятельности; определить условия реализации педагогических технологий в учебном процессе.

Список литературы

1. *Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 140400 Электроэнергетика и электротехника [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.osu.ru/docs/bachelor/fgos/140400b.pdf> – 8.12.2009.*
2. *Ерцкина Е. Б. Формирование проектно-конструкторской компетентности студентов в процессе инженерного образования : Дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 : Красноярск 2009 229 с. РГБ ОД, 61.09-13/689*

3. **Усая Т. В.** Развитие художественно-проектной деятельности в процессе профессиональной подготовки студентов университета : Дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 : Магнитогорск, 2004 162 с. РГБ ОД, 61:05-13/186

КОМПОНЕНТА ВОСПИТАНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

Бобанский В.Л., Доброжанова Н.И.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Основной особенностью обучения в вузе является то, что в вузе не учат, а учатся. Считается, что студент поступивший в институт – взрослый человек, обладающий способностью самоконтроля. Если это не так он не созрел еще быть студентом. Так должно быть. Очевидно, что человек, не проявляющий самостоятельности в учебе, не станет самостоятельным и в работе.

Второй особенностью обучения и воспитания в вузе является необходимость освоения студентом за пять лет значительно больше дисциплин (более 50) чем в школе за 10 лет. Ему необходимо осознать различие содержания дисциплин и в то же время их единство в деле комплексного формирования знаний инженера – специалиста в заданной области промышленного производства.

Учеба в вузе это начало профессиональной работы человека. Студент осваивает содержательную основу будущей профессиональной деятельности, а также интеллектуально созревает как специалист. С самого начала ему необходимо объяснить и даже заставить понять, что учеба в институте это трудная работа и что он должен приобрести знания и научиться ими пользоваться за 5 лет пребывания в институте.

Во первых студент должен научиться учиться. И это должно быть на научной основе. Научиться слушать и конспектировать лекции, пользоваться библиотекой и интернетом. При этом чтобы закрепить изученное необходима практика: математика – решение задач, физика, механики, электротехника – лабораторные работы, инженерные дисциплины – лабораторные работы и производственные практики и т.д.

Необходимо, чтобы студент на первых курсах усвоил понятие глубины изучаемого материала. Это хорошо осваивается на простом примере: поднять карандаш над столом и разжать пальцы чтобы он упал. Потом задать четыре вопроса:

– что ответит трехлетний ребенок на вопрос, почему падает карандаш?

Ответ – потому что ты разжал пальцы.

– что ответит на этот вопрос ученик восьмого класса?

Ответ – действует сила притяжения к земле.

– что ответит ученик 10 – 11 классов?

Ответ – среди всех известных сил существует сила гравитации, которая и действует на карандаш.

– что ответит профессор на этот вопрос?

Ответ – не знаю, потому что сила гравитации до конца не изучена и глубинная ее сущность не раскрыта.

Это важно потому, что почти все дисциплины учебного плана имеют общие фундаментальные основы, так как отражают различные стороны одной и той же объективной реальности. Фундаментальные знания не могут быть освоены без освоения всей глубины и важности применения их в практической деятельности [1].

При пропуске одной или больше дисциплин нарушается непрерывность учебного процесса, а следовательно допускается брак в образовании студента. Основательное познание, освоение и закрепление теоретического материала происходит на производственных работах и практиках. В прошлом все вузы(факультеты) имели производственные мастерские на которых часть учебного времени студенты работали под наблюдением опытных мастеров, которые не только прививали студентам навыки работы по новейшим технологиям, но и определяли уровень практических знаний и умений для присвоения им квалификационных разрядов.

Единство теоретического познания наук и их практического применения в производстве является одним из основных технологических законов образования инженера в вузе.

Поэтому, студент должен научиться работать. Работоспособность студента вырабатывается в случае методичности выполнения всех заданий, и особенно при самостоятельной проработке материала во время освоения дисциплин. При этом студент должен выработать жесткий самоконтроль на порядок выше чем в школе. В школе, как бы там ни было, контроль присутствовал постоянно – на уроках ежедневный опрос по материалу в разброс по фамилиям (а может меня спросят?). Дома родителям тоже не безразлична успеваемость детей. В вузе всего два модульных контроля за семестр и зачетно – экзаменационная сессия. А родители думают, что «дете» уже самостоятельно, тем более, что учиться в университете!

И правильно думают, потому что «университету» негоже в воспитании студентов – уповать на родителей. Уровень не тот.

Необходимо отметить важность практической работы в образовании и воспитании инженера и бакалавра. Специалист технического вуза, придя на производство после выпуска, непосредственно столкнется с производством промышленной продукции. И если он об этом производстве имеет представление, приобретенное только по учебникам и из лекций, а практической сущности этого производства не знает, его авторитет долгое время будет на низком уровне [2].

Таким образом, чтобы научить студента учиться необходимо качественно давать ему теоретический материал и научить применять на практике.

Надо не только подбирать опытных лекторов, но и организовать подготовку их из молодых преподавателей. Для чего необходимо соблюдать старую систему этого процесса – прикрепление опытных лекторов к молодым, выполнять план открытых лекций, план взаимопосещений и др.

Во вторых, необходим регулярный контроль выполнения студентом домашних заданий, что конечно зависит от преподавателей.

И в третьих, традиционная форма обучения студентов на младших курсах не дают возможности ориентировать их на работу в будущей профессиональной среде и создают трудности при переходе от стадии обучения к стадии работы и творчества. Поэтому проводится организация факультетских, университетских олимпиад по различным предметам. Это заставляет более серьезно готовиться к участию в них, а также поднимает самостоятельность подготовки на более высокий уровень. Чтобы научить студентов работать необходимо убедить, что выбранная ими специальность очень хорошая и только она подходит ему. Этому никто не учит, только собственные умозаключения и необходимость получения высшего образования заставляют многих заканчивать вуз. Поэтому многие, окончившие высшее учебное заведение не работают по специальности.

В четвертых, необходимо приучить студентов регулярно не только выполнять задания, но и работать с дополнительной литературой, участвовать в мероприятиях проводимых предприятиями по выбранной специальности.

В пятых, наладить работу в учебных мастерских так как ничто так не приучает к труду, как работа «руками». И ничто так не радует человека, как хорошо изготовленное самостоятельно изделие [3].

Список литературы:

- 1. Лозовский, В.Н. Нанотехнология в электронике. Введение в специальность: учебн. пособ./В.Н. Лозовский, Г.С. Константинова С.В. Лозовский. – СПб.:Издательство «Лань», 2008. – 336 с.:*
- 2. Пул, Ч. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии. М.: Техносфера, 2004. 327 с.*
- 3. Головин, Ю.И. Введение в нанотехнологию. М.:Машиностроение, 2003. 111 с.*

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ С СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ ПРОСТРАНСТВОМ ПРИ НЕПРЕРЫВНОМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ (ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ) ОБРАЗОВАНИИ

Бушуев А.Н., Бушуева Н.В.

**Орский гуманитарно-технологический институт, г. Орск
МОАУ «Средняя школа №32», г. Орск**

Развитие современной российской экономики и общественных отношений требует от системы образования формирования таких кадров, которые, с одной стороны, позволят “настроить” экономику на инновационный путь развития, а с другой, способны к ранней социализации с последующим наращиванием интеллектуального, общественного и профессионального потенциала для достижения стратегических, тактических целей развития личности, общества и государства.

Удовлетворение требований личности, общества и экономики в контексте функционирования системы образования возможно только в рамках непрерывного образования. При этом реализуются поэтапное прохождение индивидом уровней образования с возможностью выхода на рынок труда с каждого уровня и развитие социального партнерства между профессиональными образовательными учреждениями и предприятиями отраслей, соответствующих направлениям подготовки.

Потенциал обучаемого формируется в профессионально-образовательном пространстве личностного развития [1], а система непрерывного профессионального образования является неотъемлемым условием формирования специалиста, развивающегося и подготовленного к универсальной деятельности. Термин “непрерывное образование” – учение длиной в жизнь – определен как всесторонняя учебная деятельность, осуществляемая на постоянной основе с целью улучшения знаний, навыков и профессиональной компетенции. Впервые термин появился в 1968г. в материалах ЮНЕСКО [2].

Могут быть отмечены следующие основные принципы непрерывного образования:

- интенсивность – достижение максимума результата при минимуме затрат времени за счет внедрения современных образовательных технологий;
- практическая ориентация на перспективные требования инновационного развития экономики (квалификационные структуры, профессиональные требования);
- адаптивность – приемлемость для работающих слушателей;
- открытость – конкуренция программ разных операторов непрерывного образования.

Энергетика – одна из ключевых отраслей экономики России, создающая основу для развития и совершенствования всей промышленности, поэтому

идеология непрерывного образования на базе социального партнерства особенно важна при подготовке кадров. В настоящее время необходимость создания новых моделей взаимодействия профессиональных образовательных учреждений с социально-экономическим пространством в части развития системы непрерывного энергетического образования обуславливают такие факторы, как активизация инновационных и инвестиционных процессов модернизации энергетики, внедрение федеральных образовательных стандартов нового поколения и уровневой системы высшего образования и исполнение закона 261-ФЗ “Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности” [3].

Важнейшая роль при моделировании, апробации и реализации непрерывного энергетического образования должна отводиться вузам, которые призваны формировать стратегию профессионального развития личности, координировать образовательные потребности и образовательное пространство, а также деятельность участников этого процесса.

Обобщенные варианты взаимовыгодного сотрудничества профессионального образовательного учреждения и предприятий в рамках непрерывного образования сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – варианты сотрудничества образовательного учреждения и предприятий

Направление взаимодействия образовательного учреждения и крупных предприятий	Уровень непрерывного профессионального образования	Направление взаимодействия образовательного учреждения и предприятий среднего и малого бизнеса
Профориентация	Профильное обучение в рамках общего среднего образования	Профориентация, знакомство с компанией
Типовая профессиональная подготовка	Профессиональная подготовка в рамках начального профессионального образования	Введение в качестве средств обучения продукции компании для обучения работе на данном оборудовании
Формирование, развитие корпоративных компетенций	Среднее профессиональное образование (колледж)	Введение в качестве средств обучения продукции компании для обучения обслуживанию и ремонту данного оборудования
	1-й уровень высшего профессионального образования - бакалавриат	
Индивидуальная траектория развития	2-й уровень высшего профессионального	Введение в качестве средств обучения

профессиональной карьеры сотрудника предприятия	образования – магистратура	продукции компании для актуализации знаний персонала компании, обучения проектированию (модернизации) данного оборудования.
	Повышение квалификации, послевузовское образование	

Траектории сотрудничества выстраиваются на основе взаимодействия обучающихся, образовательных учреждений, предприятий и организаций в системе “школа – колледж – вуз”, обеспечивающей преемственность этапов непрерывного образования, с учетом потребностей крупных предприятий отрасли и партнерских соглашений с бизнес-сообществом (предприятиями среднего и малого бизнеса) как потенциальным посредником при реализации образовательных программ [1, 4].

Степень глубины взаимодействия определяется уровнем профессионального образования – от минимального, на этапе школьной подготовки, до максимального – на этапе послевузовского образования. В результате личность, с одной стороны, повышает уровень профессионального образования на протяжении своей деятельности, а с другой стороны, адаптируется к потребностям отрасли и конкретного предприятия.

Каждый уровень предполагает свои формы и задачи при взаимодействии участников непрерывного профессионального образования, которые преследуют свои цели [4]. Крупные предприятия, участвуя в процессах непрерывного профессионального образования, могут иметь следующие цели:

- формирование у работников компетенций, необходимых для качественного выполнения актуальных и перспективных должностных обязанностей;
- обеспечение единого уровня квалификации работников разных структурных подразделений и филиалов;
- мотивация работников к повышению эффективности и результативности работы;
- предотвращение утечки знаний с предприятия;
- минимизация затрат на подготовку, переподготовку и повышение квалификации персонала.

Предприятия среднего и малого бизнеса, не имеющие в структуре учебного подразделения, могут решать задачу продвижения своей продукции на рынке.

Таким образом, прослеживается два вида взаимодействия: по формированию профессионально-образовательного пространства и в рамках реализации образовательного процесса. При этом в обоих случаях есть своя специфика, которая определяется наличием или отсутствием на предприятии центра обучения. Крупные предприятия могут готовить свои кадры и студентов в рамках как базового, так и дополнительного образования. Необходимое оборудование размещается на базе предприятия (его учебного центра) и

используется для учебных целей на практике, во время производственного обучения, освоения дополнительных профессиональных программ.

В рамках такого рода взаимодействия выстроена система непрерывного профессионального образования между ОАО “МК ОРМЕТО-ЮУМЗ”, ОГК-1 “Ириклинская ГРЭС”, ОАО “Орскнефтеоргсинтез”, Орской ТЭЦ-1 и кафедрой теплоэнергетики и теплотехники ОГТИ. Студенты второго курса проходят ознакомительную, а через год квалификационную и производственную практику по рабочей профессии на предприятиях города Орска и всего восточного Оренбуржья.

Иным примером взаимодействия учебного заведения с крупным предприятием на уровне повышения квалификации может являться реализация разработанных на кафедрах программ повышения квалификации для специалистов, занимающихся обучением персонала, в которых интегрируются учебные модули, посвященные инновациям в разработке информационно-коммуникационных, психолого-педагогических, проектно-технологических элементов профессионально-образовательного пространства учебного центра предприятия.

Если предприятие не имеет своего учебного центра, то целесообразно использовать ресурс образовательного учреждения, при котором открываются учебные центры на базе инновационного оборудования бизнес-компаний. В этом случае предприятия могут участвовать в организации экскурсий для учеников профильных классов, в базовой подготовке студентов колледжа и вуза, размещая образцы своей продукции в лабораториях и мастерских профессионального образовательного учреждения, что обеспечивает потенциальную возможность ее внедрения у бизнес-партнеров, которое сопровождается специально обученным персоналом.

Установка инновационного оборудования, приборов, инструментов, программных продуктов предприятия на базе вуза еще не решает задачи организации непрерывного профессионального образования. Необходимо создавать условия реализации всех уровней образования начиная с технологического (энергетического) профильного класса и заканчивая послевузовским профессиональным образованием. Примером реализации такой модели образования может выступать разработка университетами и отдельными кафедрами специальных образовательных программ некоторых основных дисциплин, в которых могут быть запланированы и смоделированы практические работы и моменты по решению реальных ситуаций в производстве (например, проектирование системы теплоснабжения отдельного здания), что обеспечивает обучение студента на высоком уровне [4].

В качестве заключения следует отметить, что увеличение числа предприятий-партнеров способствует упрочнению положения профессионального образовательного учреждения на рынке образования и формированию интереса предприятий к развитию системы непрерывного образования, что в целом способствует целям наращивания интеллектуального,

общественного и профессионального потенциала личности, общества и государства.

Список литературы

- 1. Психология развивающегося профессионально-образовательного пространства человека: коллективная монография / под ред. Э.Ф. Зеера. - Екатеринбург: ГОУ ВПО "Российский гос. проф.-пед. ун-т", 2008. – 230с.*
- 2. Зайцева, О.В. Непрерывное образование: основные понятия и определения / О.В. Зайцева // Вестник ТГПУ, 2009. – Выпуск 7(85). – С.106-109.*
- 3. Закон РФ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" №261-ФЗ от 23.11.2009*
- 4. Федорова, С.В. Разработка и внедрение модели "пошагового развития" специалиста электротехнической отрасли в системе "школа – колледж – вуз" / С.В. Федорова, Т.Б. Соколова, Е.Г. Вуколова. – В кн.: Наука и образование: поддержка инновационных процессов и профессионального партнерства. Материалы региональной науч.-практ. конф., т.1. - Екатеринбург, декабрь 2010. – С.126-131.*

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ КУРСА ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Быковская Л.В., Быковский В.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования представляет собой совокупность требований, обязательных при реализации основных образовательных программ бакалавриата по направлениям подготовки образовательными учреждениями высшего профессионального образования (высшими учебными заведениями, вузами), на территории Российской Федерации, имеющими государственную аккредитацию.

Одним из требований к условиям реализации основных образовательных программ бакалавриата на основе ФГОС является широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Ориентация на новые цели образования – компетенции – требует не только изменения содержания изучаемых предметов, но и методов и форм организации образовательного процесса, активизацию деятельности обучающихся в ходе занятия, приближения изучаемых тем к реальной жизни и поисков путей решения возникающих проблем /1/.

Идет внедрение новой концепции обучения, помещающей студента в центр образовательного процесса, превращающего его из пассивного слушателя в самого активного в этом процессе. Этому способствует и уровень современной компьютерной техники и программного обеспечения. Каждый из студентов имеет свой личный индивидуальный подход к целям обучения по каждому из изучаемых предметов (предыдущие знания, предыдущий опыт, предпочтения, хобби, интересы, мотивация) /2/.

Уровень развития информационных технологий, современные концепции образования, необходимость развития у студентов умения непрерывного самообразования на всем протяжении жизни для адаптации к современным условиям заставляет пересмотреть и сами технологии, применяемые в образовательном процессе.

Курс «Электротехника и электроника» относится к дисциплинам базовой части профессионального цикла - БЗ. При переходе на новые образовательные стандарты выпускающие кафедры резко снизили количество часов, выделяемых на изучение нашей дисциплины. Лекционный курс ограничивается на многих направлениях подготовки 18 часами, что не позволяет изложить даже самые трудноусваиваемые темы. В результате появилась необходимость интенсифицировать изучение теоретического материала.

Степень усвояемости материала можно значительно увеличить, если внимание студентов будет сосредоточено на том, что объясняет преподаватель,

а не на том, как скорее и точнее отобразить его слова в своих записях /2/. Во многих странах преподаватели снабжают студентов распечатками слайдов своих лекций, что и было сделано. По каждой лекции студентам выдается файл, содержащий:

1. список вопросов, которые будут изложены на лекции и те вопросы, которые выносятся на самостоятельное изучение по данной теме;
2. слайды лекции;
3. тестовые задания по изучаемым в данной лекции темам с вариантами ответов.

Лекции демонстрируются с помощью проектора в режиме слайд-шоу. Таким образом, может быть решена задача освобождения студентов от большей части записей. Распечатав слайд, студент непосредственно на нем подписывает необходимые с его точки зрения моменты лекции.

При проведении практических и лабораторных занятий по дисциплине «Электротехника и электроника» на кафедре теоретической и общей электротехники широко используются интерактивные методы обучения.

Интерактивный («inter» - это взаимный, «act» - действовать) – означает взаимодействовать, находиться в режиме беседы, диалога с кем-либо. Другими словами, в отличие от активных методов, интерактивные ориентированы на более широкое взаимодействие студентов не только с преподавателем, но и друг с другом и на доминирование активности студентов в процессе обучения /3/. Следовательно, интерактивное обучение – это, прежде всего, диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие преподавателя и обучающегося. Особенности этого взаимодействия состоят в следующем:

- пребывание субъектов образования в одном смысловом пространстве;
- совместное погружение в проблемное поле решаемой задачи, т. е. включение в единое творческое пространство;
- согласованность в выборе средств и методов реализации решения задачи;
- совместное вхождение в близкое эмоциональное состояние, переживание созвучных чувств, сопутствующих принятию и осуществлению решения задач /3/.

Интерактивные способы обучения дают возможность преподавателю визуализировать процесс усвоения учебного материала студентами.

Интерактивное обучение — это специальная форма организации познавательной деятельности. Она подразумевает вполне конкретные и прогнозируемые цели. Цель состоит в создании комфортных условий обучения, при которых студент или слушатель чувствует свою успешность, свою интеллектуальную состоятельность, что делает продуктивным сам процесс обучения, дает знания и навыки, а также создать базу для работы по решению проблем после того, как обучение закончится.

При изучении дисциплины «Электротехника и электроника» предусмотрено широкое использование активных и интерактивных форм проведения занятий в виде:

а) *Групповая работа* как интерактивная технология нестандартных задач применяется на всех лабораторных работах и на практических занятиях. Групповая работа включает в себя подготовку к проведению экспериментов, проведение эксперимента – сборку электрических схем, измерение электрических величин, оценка полученных результатов. При решении задач на практических занятиях групповая работа сводится к выбору метода расчёта электрической цепи, групповому проведению вычислений и сравнению результатов, анализу сделанных ошибок;

б) *Технология развития критического мышления* позволяет сформировать общеучебные компетенции:

- умение работать в группе;
- умение графически и логически верно оформлять отчёты по проведенным лабораторным работам и выполненным расчётно-графическим работам;
- умение распределить информацию по степени новизны и значимости;
- умение обобщить полученные знания и сформулировать выводы по итогам проведенных расчётов;
- способствует выработке студентом собственной технологии учебной деятельности;

в) *Мастер-класс* – это комплексная интерактивная технология, позволяющая продемонстрировать конкретные приемы профессиональной деятельности. Используется при проведении лабораторных работ в виртуальной лаборатории «Electronic Workbench» и при проведении исследования рабочих характеристик асинхронного двигателя. Студентам демонстрируются навыки работы в программе и способы виртуальной сборки схем. Работа по исследованию характеристик асинхронного двигателя требует непосредственного участия преподавателя из соображений техники безопасности и сложности проводимых опытов.

г) *Технологии анализа ситуаций для активного обучения* позволяют студентам соединить теорию и практику, представить примеры, принимаемых решений и их последствий. Студенты при проведении лабораторных работ осуществляют «игровое проектирование», анализируют последствия изменений конфигурации электрических цепей, возникновения аварийных режимов в трёхфазных цепях.

д) «*Мозговой штурм*», «мозговая атака» (метод «дельфи») – это метод, при котором принимается любой ответ учащихся на заданный вопрос. Важно не давать оценку высказываемым точкам зрения сразу, а принимать все и записывать мнение каждого на доске или листе бумаги. Участники должны знать, что от них не требуется обоснований или объяснений ответов. «Мозговой штурм» применяется, когда нужно выяснить информированность участников по определенному вопросу. Можно применять эту форму работы для получения обратной связи.

«Мозговая атака» является эффективным методом при необходимости:

- обсуждения спорных вопросов;

– стимулирования неуверенных обучаемых для принятия участия в обсуждении;

– сбора большого количества идей в течение короткого периода времени;

– выяснения информированности или подготовленности аудитории /3/.

Учитывая отсутствие закупок нового оборудования для проведения лабораторных работ и активный выход из строя ныне эксплуатируемых на кафедре приборов и источников питания, на сегодняшний день является актуальным создание видеороликов, демонстрирующих (визуализирующих) или моделирующих процессы, происходящие в электрических цепях.

В настоящее время успешное освоение дисциплин профессионального цикла возможно не только за счет базовых знаний, но и за счет действий студентов, направленных на самостоятельное освоение знаний. Ни компьютер, ни информационные технологии сами по себе не способны сформировать интеллектуальные и этические качества выпускника вуза, они являются лишь вспомогательными средствами решения мировоззренческих задач.

Список литературы

1. *Двуличанская, Н.Н. Интерактивные методы обучения как средство формирования ключевых компетенций // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2011. № 4. — Режим доступа: <http://elibrary.ru/item.asp?id=16257211>.*

2. *Лебединская, А.Р. Технологии интерактивного обучения./ Труды международной научно-практической Интернет-конференции "Преподаватель высшей школы в XXI веке". / Ростов-на-Дону, 2007. - 59с.*

3. *Интерактивные методы обучения в образовательных учреждениях высшего профессионального образования. Информационно-аналитический обзор // Академия ФСИН России. — Режим доступа: http://apu-fsin.ru/service/omumr/material_int_form.html*

ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

Жаворонков А. Е., Митрофанов С. В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Введение

Тенденция перехода на цифровые технологии в системах сбора и обработки информации, управления и автоматизации подстанций наметилась более 15 лет назад и в настоящее время стремительно развивается. Практически все ведущие фирмы электроэнергетической отрасли активно работают в этом направлении. Расширяется количество теоретических и практических исследований, появляются новые международные стандарты, образцы оборудования, опытные полигоны.[1] Термин “Цифровая подстанция” до сих пор трактуется по-разному разными специалистами в области систем автоматизации и управления. Однако и сегодня, несмотря на повсеместное использование цифровых технологий для построения систем автоматизации, подстанции не являются в полной мере цифровыми, так как вся исходная информация, включая состояния блок-контактов, напряжения и токи, передается в виде аналоговых сигналов от распределительного устройства в оперативный пункт управления, где оцифровывается отдельно каждым устройством нижнего уровня. Например, одно и то же напряжение параллельно подается на все устройства нижнего уровня, которые преобразовывают его в цифровой вид и передают в АСУ ТП. [2]

Описание

Главная особенность цифрового программно-аппаратного комплекса подстанции (ПАК ПС) - это оцифровка всего набора сигналов и команд, свойственных основному электрооборудованию и устройствам контроля, управления и защиты. В этом случае контрольные кабели заменяются оптическими, и обмен сигналами осуществляется посредством передачи цифровых сообщений. Работа с цифровой информацией позволяет на качественно новом уровне решать вопросы реализации основных функций защиты, контроля и управления оборудованием подстанции.[4]

К стандартам и технологиям цифровой подстанции относятся:

1. Стандарт МЭК 61850;
 - модель данных устройств;
 - унифицированное описание подстанции;
 - протоколы «вертикального» (MMS) и «горизонтального» (GOOSE) обмена;
 - протоколы передачи мгновенных значений токов и напряжений (SV).
2. Цифровые (оптические и электронные) трансформаторы тока и напряжения.
3. Аналоговые мультиплексоры (Merging Units).
4. Выносные модули УСО (Micro RTU).

5. Интеллектуальные электронные устройства (IED).

В идеале, на таком объекте к электрооборудованию должны подходить только два кабеля - оптический цифровой (обмен сигналами и командами) и медный (электропитание). Однако для практической реализации общей идеи необходимо решение целого ряда достаточно сложных технических проблем, таких как:

разработка модулей связей с объектом (MU - Merging Unit), обеспечивающих оцифровку дискретных и аналоговых сигналов от силового электрооборудования и его подключение к цифровой шине (называемой "шиной процесса"); устройства MU устанавливаются, как правило, в непосредственной близости от электрооборудования;

разработка устройств, реализующих функции защиты, контроля и управления путём подключения к цифровой шине процесса (IED - Intelligent Electronic Device), т.е. цепи ввода/вывода терминала заменяются оптическим цифровым интерфейсом с протоколами МЭК 61850; проблема усугубляется тем, что номенклатура устройств достаточно широкая, а реализация интерфейса требует весьма существенной переделки устройств;

реализация шины процесса, т.е. цифровой среды для высокоскоростного обмена данными между устройствами MU и IED, которая обеспечивает минимальные задержки при передаче информации и соответствует требуемому уровню надёжности.[2]

Элементы ПАК ЦПС.

Рассмотрим более подробно структуру цифрового ПАК ПС. Основой функционирования всех будущих цифровых программно-аппаратных комплексов на объектах энергетики по всему миру призван стать международный стандарт МЭК-61850 — «Коммуникационные сети и системы подстанций». История создания МЭК-61850 началась еще в 1980-х годах в США, в 2003 году появилась его первая редакция, его требования касались надежности, производительности и совместимости цифровых программно-аппаратных решений. Область применения стандарта МЭК 61850 — системы связи внутри подстанции. Это набор стандартов, в который входят стандарт по одноранговой связи и связи клиент-сервер, стандарт по структуре и конфигурации подстанции, стандарт по методике испытаний, стандарт экологических требований, стандарт проекта. Полный набор стандартов имеет следующие разделы:

- ЕС 61850-1: Введение и общий обзор.
- ЕС 61850-2: Глоссарий терминов.
- ЕС 61850-3: Основные требования.
- ЕС 61850-4: Управление системой и проектированием.
- ЕС 61850-5: Требования связи к функциям и моделям устройств.
- ЕС 61850-6: Язык описания конфигурации связи между

микроспроцессорными электронными устройствами подстанций.

- ЕС 61850-7: Основная структура связи для оборудования подстанции и питающей линии (4 части).
- ЕС 61850-8-1: Описание специфического сервиса связи (SCSM) — Описание передачи данных по протоколу MMS (ИСО/МЭК 9506 — Часть 1 и Часть 2) и по протоколу ИСО/МЭК 8802-3.
- ЕС 61850-9-1: Описание специфического сервиса связи (SCSM) — Выборочные значения по последовательному ненаправленному многоточечному каналу передачи данных типа точка-точка.
- ЕС 61850-9-2: Описание специфического сервиса связи (SCSM) — Выборочные значения по ИСО/МЭК 8802-3.
- ЕС 61850-10: Проверка на совместимость.

В МЭК 61850 регламентируются вопросы передачи информации между отдельными устройствами и формализации описания схем первичных цепей, схем защиты, автоматики и измерений, конфигурации устройств. В стандарте предусматриваются возможности использования новых цифровых измерительных устройств вместо традиционных аналоговых измерителей (трансформаторов тока и напряжения). Все информационные связи на таких подстанциях выполняются цифровыми, образующими единую информационную шину. Это открывает возможности для быстрого прямого обмена информацией между устройствами, что, в конечном счете, дает возможность сокращения числа медных кабельных связей, сокращения числа устройств, более компактного их расположения. [1]

Для быстрой передачи информации о событиях на подстанции, например, команды на отключение, сигнала предупреждения используется механизм связи GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event), определенный протоколом МЭК 61850. Информация отдельного GOOSE передается по IED и используется для многих IED. Данный механизм обеспечивает быструю передачу информации между устройствами, а также самоконтроль и контроль в режиме реального времени технических параметров работы системы. GOOSE передает как дискретные, так и аналоговые сигналы с медленными изменениями. [2]

Структура цифровой подстанции, выполненной в соответствии со стандартом МЭК 61850 показана на рисунке 1. Система автоматизации делится на три уровня:

- Полевой уровень (уровень процесса);
- Уровень присоединения;
- Станционный уровень.

Полевой уровень состоит из:

1. Первичных датчиков для сбора дискретной информации и передачи команд управления на коммутационные аппараты (micro RTU).
2. Первичных датчиков для сбора аналоговой информации (цифровые трансформаторы тока и напряжения).

Уровень присоединения состоит из интеллектуальных электронных устройств (IED):

1. Устройств управления и мониторинга (контроллеры присоединения, многофункциональные измерительные приборы, счетчики АСКУЭ, системы мониторинга трансформаторного оборудования и т.д.).

2. Терминалов релейной защиты и локальной противоаварийной автоматики.

Станционный уровень состоит из:

1. Серверов верхнего уровня (сервер базы данных, сервер SCADA, сервер телемеханики, сервер сбора и передачи технологической информации и т.д., концентратор данных).

2. АРМ персонала подстанции.

Одна из отличительных черт построения вторичных цепей полевого уровня такой подстанции заключается в применении устройств сбора первичной информации, таких как выносных УСО, ЦИТ, и встроенных датчиков системы диагностики первичного оборудования, находящихся в непосредственной близости от первичного устройства.[2]

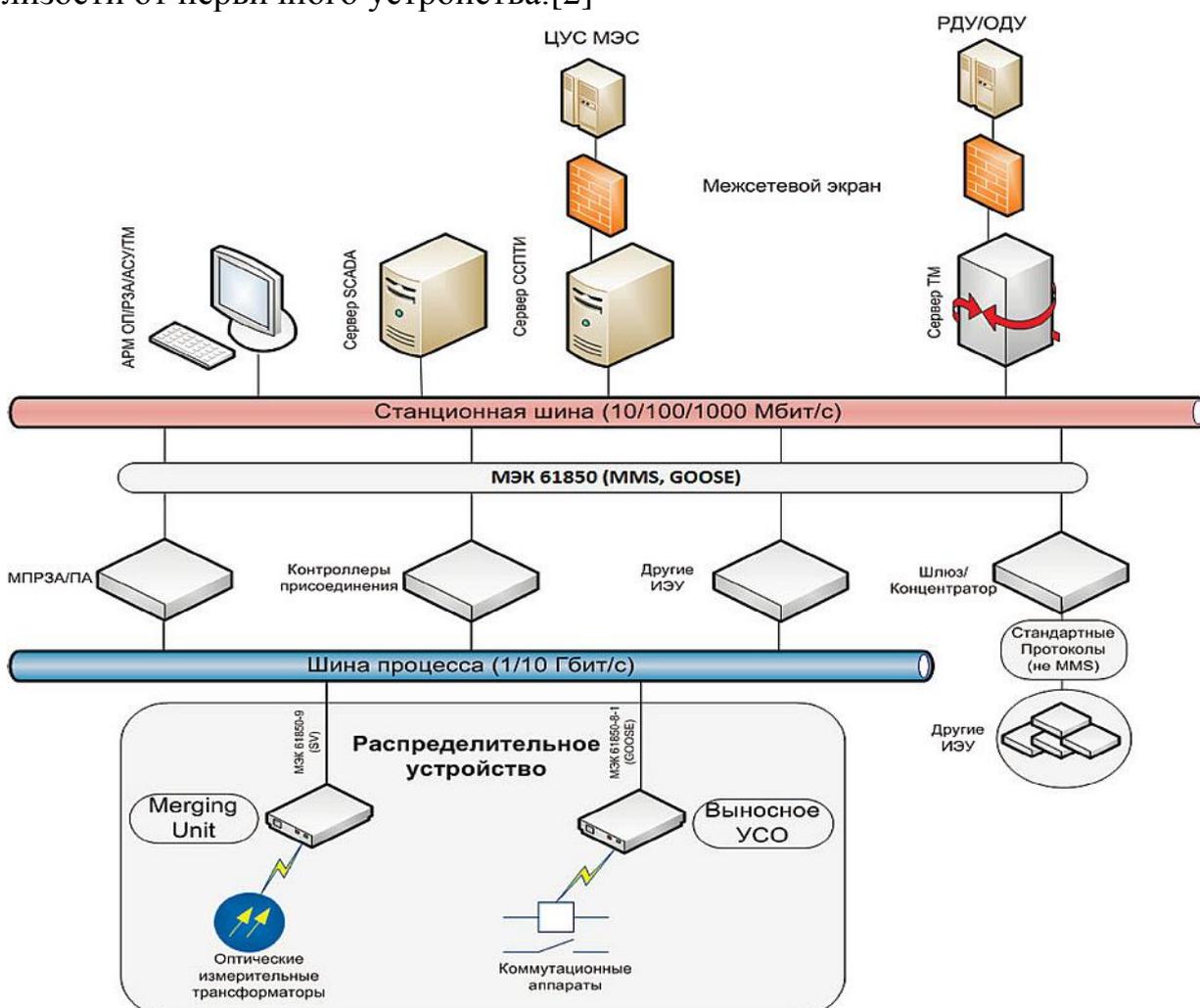


Рисунок 1 – Структурная схема цифрового программно-аппаратного комплекса подстанции

Состав устройств МУ определяется составом основного электрооборудования: цифровые трансформаторы тока и напряжения (ЦТТ,

ЦТН), МУ выключателей, МУ трансформаторного оборудования, МУ разъединителей и заземляющих ножей, МУ для КРУ 6 кВ, МУ для оборудования щитов постоянного тока (ЩПТ) и щитов собственных нужд (ЩСН) подстанции. Все они (за исключением ЩПТ и ЩСН), как правило, располагаются на открытом распреустройстве, и поэтому должны надёжно функционировать в широком температурном диапазоне и в условиях достаточно интенсивных электромагнитных полей без регулярного технического обслуживания.[4]

Сформированные мультиплексорами пакеты передаются по сети Ethernet (шине процесса) в устройства уровня присоединения – микропроцессорные интеллектуальные электронные устройства – (IED) – (контроллеры АСУ ТП, РЗА, ПА и др.). Устройства типа IED - это устройства, подключаемые к шине процесса и реализующие весь спектр функций существующих устройств релейной защиты, измерений и управления [3].

Частота дискретизации передаваемых данных должна быть не хуже 80 точек на период для устройств РЗА и ПА, и 256 точек на период для АСУ ТП, АИИС КУЭ и др. Данные о положении коммутационных аппаратов и другая дискретная информация (положение ключей управления, состояние цепей обогрева приводов и др.) собираются с использованием выносных модулей УСО, установленных в непосредственной близости от коммутационных аппаратов. Выносные модули УСО имеют релейные выходы для управления коммутационными аппаратами. Выносные модули УСО синхронизируются с точностью не хуже чем 1 мс. Передача данных от выносных модулей УСО осуществляется по оптоволоконной связи, являющейся частью шины процесса по протоколу МЭК 61850-8-1 (GOOSE). Передача команд управления на коммутационные аппараты также осуществляется через выносные модули УСО с использованием протокола МЭК 61850-8-1 (GOOSE).

Силовое оборудование оснащается набором цифровых датчиков электрических и неэлектрических величин, предназначенных для непрерывной самодиагностики его состояния. Существуют специализированные системы для мониторинга трансформаторного и элегазового оборудования, которые имеют цифровой интерфейс для интеграции в АСУ ТП без использования дискретных входов и датчиков 4-20 мА. Внешняя автоматическая диагностика основного оборудования специализированными программно – техническими средствами может осуществляться:

- без вывода из работы (сравнение мгновенных значений токов от разных ЦТТ одного присоединения, сравнение напряжений электрически связанных ТН, контроль суммы токов/мощностей в узле).
- с кратковременным выводом из работы (эмуляция тестовых сигналов для терминалов и сравнение полученной реакции терминала с тестовой).

Современные КРУЭ оснащаются встраиваемыми цифровыми трансформаторами тока и напряжения, а шкафы управления в КРУЭ позволяют устанавливать выносные УСО для сбора дискретных сигналов. Установка

цифровых датчиков в КРУЭ производится на заводе-изготовителе, что позволяет упростить процесс проектирования, а также монтажные и наладочные работы на объекте.[2]

Шина процесса - совокупность активных и пассивных компонентов резервированной цифровой сети на основе волоконно-оптических каналов связи с технологией передачи Ethernet. Это центральный элемент цифрового ПАК подстанции: от качества функционирования шины процесса напрямую зависят все характеристики и сама работоспособность подключённых к ней устройств IED и MU (в настоящее время работа устройств РЗА, ПА, управления и других не зависит от какой-либо "шины").

К пропускной способности шины процесса предъявляются высокие требования: основной трафик создаётся цифровыми ТТ и ТН (до 4,5 Мб/с от трёхфазного ТТ), и из-за большого числа трансформаторов тока общий трафик может достигать сотен мегабит в секунду, что требует использования гигабитных маршрутизаторов. Этот поток не зависит от электрического режима, а существенно сократить число ТТ не представляется возможным из соображений надёжности и принципов реализации РЗА и ПА. Вклад остальных МУ в общий трафик не превысит долей процента.

Для обеспечения требуемого уровня надёжности потребуется как минимум двух- или даже трёхкратное резервирование сети с временем выявления неисправностей и переключения на другую сеть не более 2-3 мс, причём резервируемые сети должны прокладываться по разным трассам и получать питание от разных источников.

В случае повреждения оптического кабеля, по которому в упакованном виде будет передаваться информация, ранее передававшаяся по разным жилам нескольких контрольных кабелей, может произойти потеря управляемости и наблюдаемости сразу нескольких единиц электрооборудования.

Система единого времени для шины процесса должна обеспечить метками времени с микросекундной точностью сотни устройств МУ данного сегмента сети.

Кроме этих основных особенностей шины процесса необходимо отметить, что от цифрового ПАК, в отличие от ПАК обычной современной подстанции, требуется питать цифровые ТТ и ТН, другие устройства типа МУ и активное сетевое оборудование, а это может существенно повлиять на надёжность.[4]

Заключение

Ценность идеи интеллектуальной сети и цифровой подстанции в частности не только в повышении энергетической и экономической эффективности энергосистемы России, важно и то, что проект способен привести страну к новому этапу — преодолеть привычный путь ресурсного развития и сделать шаг к практической модернизации России.[1]

Разработка собственного российского решения по Цифровой подстанции позволит не только развивать отечественное производство и науку, но и повысить энергобезопасность нашей страны. Проведенные исследования технико-экономических показателей позволяют сделать вывод, что стоимость

нового решения при переходе на серийный выпуск продукции не будет превышать стоимость традиционных решений построения систем автоматизации и позволит получить ряд технических преимуществ, таких как:

- Значительное сокращение кабельных связей.
- Повышение точности измерений.
- Простота проектирования, эксплуатации и обслуживания.
- Унифицированная платформа обмена данными (МЭК 61850).
- Высокая помехозащищенность.
- Высокая пожаро-, взрывобезопасность и экологичность.
- Снижение количества модулей ввода/вывода на устройства АСУ ТП и РЗА, обеспечивающие снижение стоимости устройств.

Еще ряд вопросов требует дополнительных проверок и решений. Это относится к надежности цифровых систем, к вопросам конфигурирования устройств на уровне подстанции и энергообъединения, к созданию общедоступных инструментальных средств проектирования, ориентированных на разных производителей микропроцессорного и основного оборудования. Для обеспечения требуемого уровня надежности в рамках пилотных проектов должны быть решены следующие задачи:

1. Определение оптимальной структуры Цифровой подстанции.
2. Накопление статистики по надежности оборудования Цифровой подстанции.
3. Накопление опыта внедрения и эксплуатации, обучение персонала, создание центров компетенции.

В настоящее время в мире началось массовое внедрение решений класса «Цифровая подстанция», основанных на стандартах серии МЭК 61850, реализуются технологии управления Smart Grid, вводятся в эксплуатацию приложения автоматизированных систем технологического управления. Применение технологии Цифровой подстанции должно позволить в будущем существенно сократить расходы на проектирование, пусконаладку, эксплуатацию и обслуживание энергетических объектов.[2]

Список литературы

1. *Моржин Ю. И. Цифровая подстанция ЕНЭС / Ю. И. Моржин, С. Г. Попов, П. А. Горожанкин В.Г. Наровлянский, М. А. Власов, А. А. Сердцев // ЭнергоЭксперт – 2011.– № 4 (27).– С. 27–32.*
2. *Горелик Т. Г. Автоматизация энергообъектов с использованием технологии “цифровая подстанция”. Первый российский прототип / Т. Г. Горелик, О. В. Кириенко // Релейная защита и автоматизация – 2012.– № 1(05).– С. 86–89.*

3. *СО 34.35.310 (РД 34.35.310-97). Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем.*
4. *Гельфанд А. М. Перспективы создания цифровых программно-аппаратных комплексов подстанций ЕНЭС / А. М. Гельфанд, П. А. Горожрнкин, В.Г. Наровлянский, Л. И. Фридман // Электрические станции – 2012.– № 5.– С. 55-58.*

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ LMS И CMS В ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Мажирина Р.Е.

Орский гуманитарно-технологический институт, г. Орск

Современный период развития характеризуется широким проникновением Интернет технологий в профессиональное образование. Интернет технологии предполагают использование интерактивных учебников, он-лайн тестирования, виртуальных практикумов в учебном процессе подготовки. Интернет технологии позволяют организовать образовательный процесс с широким доступом к отечественным и международным образовательным ресурсам, а сам образовательный процесс сделать наиболее эффективным. Уровень и темп проникновения Интернет в образовательный процесс определяет качество этого процесса.

Уровень развития Интернет технологий на кафедре электроэнергетики и электротехники в Орском гуманитарно-технологическом институте характеризуется достаточной материальной базой, обеспечивающей подключение к Интернету значительного числа компьютеров; на кафедре имеются высококлассные специалисты не только в своей предметной области, но и в области информационных технологий; в институтском фонде алгоритмов и программ зарегистрировано преподавателями кафедры большое количество электронных ресурсов. Эти причины и послужили побудительными мотивами внедрения в образовательный процесс подготовки бакалавров систем управления контентом и обучением.

Свои решения для встраивания Интернет технологий в учебный процесс предлагают многочисленные российские и зарубежные компании, производящие различные программные продукты. Из всего многообразия выделим продукты «Joomla!» и «Moodle», относящиеся к свободному программному обеспечению и используемые в подготовке бакалавров и специалистов на кафедре электроэнергетики и электротехники Орского гуманитарно-технологического института.

Joomla является системой управления контентом (англ. Content management system, CMS), а система Moodle относится к система управления обучением (англ. Learning Management System, LMS). Оба эти программных продукта имеют австралийское происхождение и относятся к мировым лидерам в своем сегменте. О популярности Joomla говорит тот факт, что число инсталляций программного продукта превышает 35 миллионов. Компания «Water and Stone», проведя исследование среди 19 самых известных Open Source систем управления контентом (CMS), признала, что в тройку доминирующих продуктов по удобству использования и популярности входит Joomla. 10 % веб-ресурсов работают на Joomla. Moodle используется почти в 50 тысячах организаций из более чем 200 стран мира. В России зарегистрировано более 1000 инсталляций.

Оба программных продукта позволяют создавать разнообразный учебный контент, размещать его в сети Интернет, имеют функции администрирования (управление доступом, корректировка структуры и содержания сайта и т.п.). Оба продукта при начальной установке могут быть минимизированы, а дополнения (плагины) устанавливаются по мере необходимости. Некорректно сравнивать общее число возможных плагинов для Joomla (более 10 тыс.) и для Moodle (чуть больше 400) по состоянию на 5 ноября 2012. В системе Moodle разработчиками предлагаются плагины в таких категориях как «Блоги» в количестве 125 шт., «Мероприятия» - 118 шт., «Темы» - 41 шт., а вот в категории «Отчеты» - 12 шт., а по администрированию всего 2 плагина.

Система управления контентом Joomla предлагает следующие расширения в категории «Доступ к сайту» - 283 предложения, «Администрирование» 144 плагина, «Управление базами данных и хранилищами файлов» - 53 предложения. Категория «Образование и культура» включает в себя 66 приложений по таким разделам «Викторины», «Графики и диаграммы», «Книги и библиотеки», «Формулы». В отдельном разделе представлены системы управления обучением LMS в количестве 5 приложений и раздел по созданию курсов - 10 приложений. То есть может появиться вопрос: «Зачем система управления обучением Moodle, если все задачи обучения можно решить при помощи системы управления контентом Joomla?»

Более подробный анализ предлагаемых плагинов для Joomla позволяет сделать вывод, что предлагаются, как правило, не полнофункциональные системы обучения, а отдельные его компоненты. Так приложение Soundset Tutorial позволяет создавать интерактивные учебники, а не полноценную систему обучения. Плагин Guru, позволяющий создать интернет-школу с отслеживанием успеваемости учащихся является бесплатным в течении 90 дней, а далее становится средством, позволяющим получать пассивный доход от продажи он-лайн курсов.

Среди великого множества возможностей и особенностей CMS Joomla! наиболее востребованными для нужд создания и поддержания учебного контента на наш взгляд являются следующие:

- использование встроенного платформонезависимого редактора TinyMCE, позволяющего вставлять рисунки, таблицы, видео и др.;
- создание описания и выделение ключевых слов для каждой страницы в целях повышения рейтинга в поисковых системах;
- начало и окончание публикации любых материалов можно запрограммировать по календарю;
- большие возможности при настройке схем расположения элементов по областям шаблона;
- возможность создания нескольких форм обратных связей со студентами, включая использование социальных сетей.

LMS Moodle незаменима в учебном процессе на таких этапах как создание шкалы оценок, ведение журнала успеваемости, автоматизации процесса

оценивания. В Moodle представлены хорошие возможности при работе в модуле «Задание».

Задача интегрирования наиболее часто используемой системы управления обучения Moodle и самой популярной системы управления контентом Joomla решается при помощи приложения Joomla. Интеграция позволяет получить один интерфейс в обеих системах, централизовать управление профилями, иметь единый пароль при входе в одну из систем.

Одним из основных вопросов функционирования кафедрального сайта является его наполнение. Сайт содержит систему регистрации, администрирования, информационные материалы по категориям, систему оценивания и систему поиска информации.

Система регистрации позволяет идентифицировать пользователя и предоставляет доступ к учебной информации, расположенной на ресурсе.

Система администрирования сайта предусматривает обновление и дополнение той информации, которая размещена на сайте, изменение структуры сайта, т.е. поддерживает постоянную работоспособность сайта и эффективное информационное сопровождение.

Система оценивания позволяет по результатам тестирования, выполнения письменных заданий накапливать результаты текущего и рубежного контроля по дисциплинам. При этом возможно использование многобалльных шкал, составление индивидуального рейтинга и введение бально-рейтинговой системы как основного показателя успехов обучающихся.

Система поиска информации по ключевым словам облегчает поиск информации внутри информационного ресурса.

Центральное место на сайте занимают материалы по различным категориям. Наиболее объемной категорией является категория «Дисциплины», в которой представлены учебные дисциплины. Представление каждой дисциплины выполнено в следующем объеме:

- рабочая программа;

- учебные пособия, монографии;

- лекционный материал, в том числе мультимедийное сопровождение лекционных занятий, контрольные вопросы и задания;

- материал практических и лабораторных занятий, в том числе индивидуальные задания, примеры выполнения, программное обеспечение и др.;

- задания для выполнения расчетно-графических заданий, курсовых работ и проектов, методические указания по выполнению, примеры расчетов;

- методическое сопровождение самостоятельной работы студентов;

- рекомендуемые источники информации;

- экзаменационные материалы, вопросы к экзамену и зачеты, примерный вид задач.

Разработанная информационно-образовательный сайт предусматривает реализацию следующих принципов открытого образования: планирование индивидуальной образовательной траектории; свобода в выборе времени, ритма

и темпа обучения; свобода в выборе места обучения и создают образовательный комфорт для студентов и преподавателей.

Список литературы

1. Давлеткиреева, Л. З. Информационно-предметная среда в процессе профессиональной подготовки будущих специалистов в университете : монография / Л. З. Давлеткиреева; М-во образования и науки РФ, ГОУ ВПО "Магнитогорский гос. ун-т". – Магнитогорск : Магнитогорский гос. ун-т, 2008. – 141 с. – ISBN 978-5-86781-606-3

ВИБРОДИАГНОСТИКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ ВИБРОДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Митрофанов С.В., Сташкевич А.С.

«Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

За последнее десятилетие роль вибродиагностической аппаратуры для контроля энергетического оборудования резко возросла. Это связано с тем, что парк оборудования энергетических предприятий катастрофически устаревает. В ряде энергосистем до 60% установленного высоковольтного оборудования полностью исчерпало свой ресурс, что грозит лавинообразным увеличением числа техногенных аварий и катастроф. Если в 1990 году их число составляло в России около 200, то уже к 1997 году оно увеличилось до 1200, в настоящее время продолжает увеличиваться, а по прогнозам специалистов в ближайшие годы может еще более резко возрасти из-за намечившегося оживления промышленности и увеличение мощности.

Существуют два пути выхода из создавшегося положения: первый путь – радикальная замена устаревшего оборудования практически одновременно во всех энергосистемах, что в нынешних экономических условиях следует признать нереальным, и второй путь – интенсификация диагностических проверок оборудования с целью выявления аварийно-опасных объектов и, как следствие, предупреждения аварий и обоснования сроков ремонта.

Очевидно, что второй путь является реальным и единственно возможным на ближайшую перспективу. В связи с этим разработка и внедрение средств технической диагностики (СТД) и вибродиагностики становится магистральным путем снижения вероятности техногенных катастроф на ближайшие годы.

В последнее время в ряде регионов страны активизировались работы в области создания и внедрения вибродиагностики, причем, развиваются два основных направления в этой области: автономные, подключаемые к контролируемому оборудованию только на время периодических проверок (как правило, с обесточиванием оборудования) и постоянно установленные на этом оборудовании с осуществлением непрерывного контроля оборудования под напряжением (мониторинга). Следует признать намечившееся отставание последнего направления в нашей стране. Например, практически отсутствуют отечественные разработки мониторинговых систем для вибродиагностики высоковольтного коммутационного оборудования (выключателей, разъединителей). В то же время, именно мониторинговые вибродиагностические системы могут стать основой нижнего уровня автоматизированных систем управления подстанциями, в создании которых наша страна пока так же отстает.

Наиболее универсальными, информативными и развивающимися в настоящее время являются виброакустические диагностирующие комплексы.

Виброакустическая диагностика (ВАД) - это один из методов неразрушающего контроля, назначением которого является оценка степени отклонения ТС объекта от нормы по косвенным признакам, т.е. по изменению виброакустических процессов, возникающих в объекте и зависящих от характера взаимодействия его деталей и узлов.

Сущность ВАД состоит в разработке и реализации алгоритмов оценки технического состояния объекта без его разборки по характеристикам виброакустического процесса, сопровождающего его работу.

Объектами виброакустического диагностирования могут быть любые технические системы, работа которых сопровождается возбуждением колебаний. ВАД имеет особое значение на всех этапах жизненного цикла машин и оборудования: от разработки и изготовления до снятия с эксплуатации, но методы и средства диагностирования, применяемые на этих этапах, существенным образом различаются.

С точки зрения оценки машин и оборудования наибольший интерес представляет этап эксплуатации, а именно оценка фактического ТС и прогнозирование остаточного ресурса.

В процессе эксплуатации машин и оборудования основными задачами ВАД являются:

- текущая оценка ТС объекта;
- определение трендов основных параметров объекта;
- прогнозирование поведения отдельных узлов и объекта в целом.

Возможны два подхода реализации контроля ТС по виброакустическим характеристикам.

Первый подход заключается в организации постоянного контроля изменений (тренда) параметров, характеризующих ТС в зависимости от наработки объекта; установлении времени, когда скорость ухудшения ТС достигнет критического значения.

Трендовая характеристика позволяет:

- прогнозировать момент наступления катастрофических изменений ТС объекта;
- прогнозировать остаточный ресурс;
- планировать время физически обоснованного ремонта.

Данный подход рекомендуется для контроля ТС:

- дорогостоящих и уникальных объектов;
- объектов, нарушение работоспособности которых может привести к катастрофическим последствиям.

Второй подход (контрольная проверка) основан на эпизодическом контроле параметров ТС и сравнении их с пороговыми (допустимыми) значениями. Метод контрольной проверки целесообразно использовать для оценки ТС однотипных объектов.

Очевидные преимущества вибродиагностики:

- широкая информативность, так как в вибрации содержится вся информация о рабочих процессах;

- высокая чувствительность к возникающим неисправностям;
- достаточная простота технологии измерения, по сравнению с другими видами диагностирования, а также ее высокая точность;
- широкие возможности автоматизированного анализа результатов измерения.

В чем же состоит задача оптимизации вибродиагностической технологии? На рисунке 1 представлена диаграмма, позволяющая понять, каким образом влияет оптимизация технологии вибрационного диагностирования на оптимизацию системы технического обслуживания и ремонта.

Основой вибродиагностики являются два основных компонента - знание виброметрии, т.е. что и как измерять, а также знание объекта диагностирования - что нужно диагностировать. На их основе строится соответствующая система распознавания состояний (неисправностей), связывающая вибрационные параметры с неисправностями конкретных типов объектов. Эту систему распознавания обычно называют диагностической моделью. Она может быть реализована в виде некоторого набора решающих правил (алгоритмов), формализованных в виде диагностических программ.

Оптимизация вибрационного диагностирования заключается в достижении максимального соответствия изложенным требованиям и должна охватывать все ключевые моменты этой технологии, а именно:

- создание необходимых виброизмерительных и анализирующих устройств, построение на их основе системы сбора вибрационной информации;
- определение перечня неисправностей конкретного оборудования, которые необходимо диагностировать для обеспечения надежности;
- разработку диагностической модели, соответствующей требованиям диагностирования конкретного оборудования. Реализация модели должна обеспечивать получение информации о степени опасности диагностируемых состояний, а также сведений, необходимых для ремонтного персонала; разработку диагностического программного обеспечения, которое на уровне пользовательского интерфейса должно формализовать процесс диагностирования и давать возможность наращивания его функциональности;
- разработку технологических инструкций диагностирования и создание эксплуатационной документации на диагностические средства.

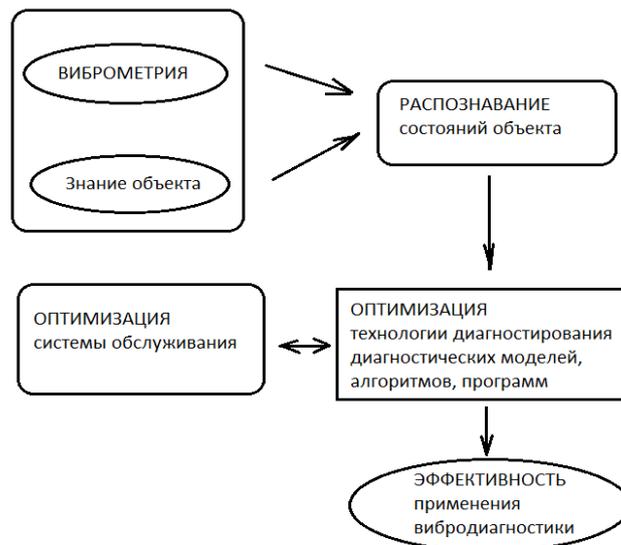


Рисунок 1 – Оптимизация вибродиагностической технологии

Таким образом, применение вибродиагностики для мониторинга состояния оборудования может дать значительный экономический эффект за счет предотвращения внезапных отказов и аварий на объектах диагностирования, более раннего обнаружения неисправностей и своевременного принятия мер по предотвращению их развития, отказа от проведения регламентных работ на исправном оборудовании, правильного планирования ремонтов оборудования, четкого планирования расходуемых материалов для ремонта и, как следствие, снижения запасов запчастей, а также за счет продления ресурса работы объектов диагностирования.

Список литературы:

1. **Русов В.А.** "Диагностика дефектов вращающегося оборудования по вибрационным сигналам" 2012 г.
2. **Ширман А., Соловьев А.** "Практическая вибродиагностика и мониторинг состояния механического оборудования" 1996 г.

РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ НА ШИНАХ ГПП С ПОМОЩЬЮ СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Нелюбов В.М.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В системах электроснабжения крупных промышленных предприятий нефтехимической и газовой промышленности в составе электроприводов промышленных потребителей широко используются синхронные двигатели. На главных понизительных подстанциях таких предприятий устанавливаются, как правило, трансформаторы с расщепленной обмоткой. В некоторых режимах, только за счет РПН трансформаторов, не удастся обеспечить нормируемые отклонения напряжения из-за разнородного характер нагрузок (по коэффициенту мощности или величине) питающихся с разных секций.

Сочетание двух способов регулирования - изменением коэффициентов трансформации и изменением потоков реактивной мощности в таких случаях является весьма эффективным средством кондиционирования ПКЭ.

Рассматривается задача регулирования напряжения на шинах главной понизительной подстанции промышленного предприятия при следующих условиях (рисунок 1): на ГПП установлены трансформаторы с расщепленной обмоткой; к каждой из секций подключена обобщенная нагрузка – $P_i + jQ_i$ ($i=1,2$), и соответственно n_1 и n_2 высоковольтных синхронных двигателей.

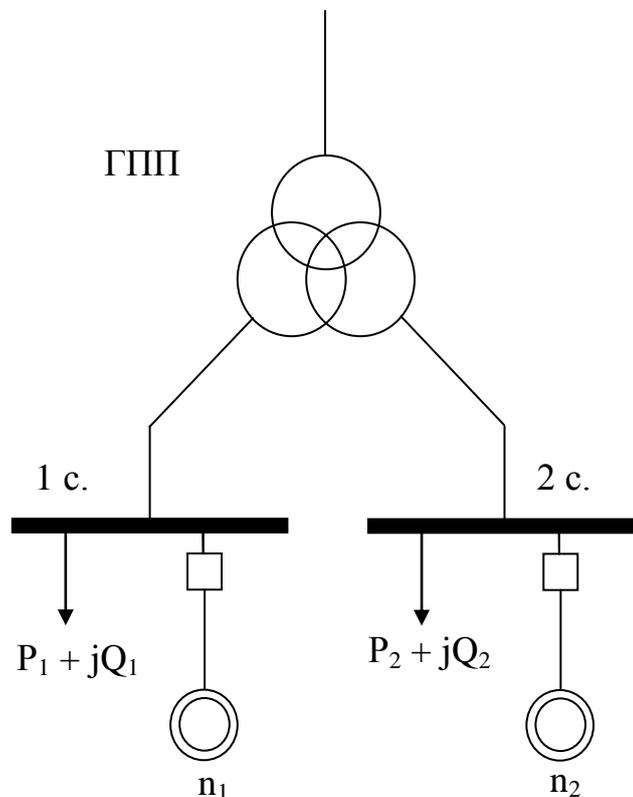


Рисунок 1

Требуется поддержание напряжения на шинах (секция 1- U_1 и секция 2 – U_2) вблизи желаемых значение – соответственно $U_{ж1}$ и $U_{ж2}$.

Выразим значения напряжений на секциях ГПП через приращения реактивной мощности синхронных двигателей

$$U_1 = \sqrt{U_{10}^2 + 2 \cdot \gamma_{11} \cdot \sum_{i=1}^{n_1} \Delta Q_{1i} + 2 \cdot \gamma_{12} \cdot \sum_{i=1}^{n_2} \Delta Q_{2i}} \quad (1)$$

$$U_2 = \sqrt{U_{20}^2 + 2 \cdot \gamma_{21} \cdot \sum_{i=1}^{n_1} \Delta Q_{1i} + 2 \cdot \gamma_{22} \cdot \sum_{i=1}^{n_2} \Delta Q_{2i}}, \quad (2)$$

где U_{10}, U_{20} – напряжения на секциях ГПП до введения поправок ΔQ ;

γ_{ij} ($i=1,2; j=1,2$) – реактивные составляющие сопротивлений влияния;

ΔQ_{km} ($k=1,2; m=1,2$) – приращения реактивной мощности соответствующих синхронных двигателей.

Дополнительные активные потери в синхронных двигателях, связанные с генерацией ими реактивной мощности составят:

$$\Delta P = \sum_{i=1}^{n_1+n_2} \left(\frac{D_{1i} \cdot (Q_i + \Delta Q_i)}{Q_{ни}} + \frac{D_{2i} \cdot (Q_i + \Delta Q_i)^2}{Q_{ни}^2} \right), \quad (3)$$

где D_{1i} и D_{2i} – коэффициенты потерь;

$Q_{ни}$ – номинальные реактивные мощности синхронных двигателей.

Представим задачу регулирования напряжения в виде задачи оптимального управления с целевой функцией:

$$F = (U_1 - U_{ж1})^2 + (U_2 - U_{ж2})^2 + \alpha \cdot \Delta P \Rightarrow \min \quad (4)$$

при выполнении условий:

$$-Q_i \leq \Delta Q_i \leq Q_{\max i} - Q_i, \forall i = 1, n_1 + n_2, \quad (5)$$

где α – весовой коэффициент, учитывающий различную природу первых двух и последнего слагаемого, входящих в целевую функцию 4;

$Q_{\max i}$ – максимальная располагаемая реактивная мощность i -го синхронного двигателя, зависящая от его загрузки по активной мощности и напряжении на его зажимах.

Заменим функцию 4 эквивалентной:

$$F = (U_1^2 - U_{ж1}^2)^2 + (U_2^2 - U_{ж2}^2)^2 + \alpha \cdot \Delta P \Rightarrow \min \quad (6)$$

Взяв частные производные и приравняв их нулю, получим систему линейных уравнений:

$$\frac{\partial F}{\partial \Delta Q_i} = 0, \forall i = \overline{1, n_1 + n_2} \quad (7)$$

Решая систему 7, находим оптимальные приращения реактивной мощности для каждого из двигателей.

Учет ограничений 5 производим традиционным методом групповой релаксации переменных.

Список литературы

- 1. Холмский, В. Г. Расчет и оптимизация режимов электрических сетей: учебное пособие / В.Г. Холмский. — М. :Высшая школа, 1986. — 280 с.*
- 2. Черняк, А.А., Математическое программирование. Алгоритмические методы / А.А.Черняк, Ж.А.Черняк, Ю.М. Метельский. - Минск: Высшэйшая школа, 2007. - 352 с. - ISBN: 978-985-06-1356-1.*

МЕТОДИКА БЫСТРОГО ВЫЧИСЛЕНИЯ КОРРЕЛЯЦИИ ДВУХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ

Нестеров К.А., Шпилов А.А.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В основе оптимальной обработки сигналов заложен корреляционный анализ. Для точного вычисления коэффициента корреляции необходима обработка сигнала на бесконечном интервале времени. В технических устройствах вычисление коэффициента корреляции является обеспечивающей функцией работы устройства с заданными параметрами при воздействии помех, поэтому интервал времени, при котором возможно использовать алгоритмы корреляционного анализа, конечный. В связи с этим ускорение расчета корреляции является актуальной задачей.

Расчет корреляции можно ускорить, используя теорему о корреляции, которая обычно формулируется следующим образом:

$$r_{12}(j) = \frac{1}{N} F_D^{-1} \left[X_1^*(k) X_2(k) \right] \quad (1)$$

где F_D^{-1} - обозначает обратное преобразование Фурье, $X_2(k)$, $X_1^*(k)$ - прямое и комплексно-сопряженное значения результатов прямого дискретного преобразования Фурье.

Данный подход требует выполнения двух дискретных преобразований Фурье (ДПФ) и одного обратного ДПФ, что легче всего сделать, используя алгоритм БПФ. Если число членов в последовательностях достаточно велико, данный метод БПФ дает результат быстрее, чем непосредственный расчет взаимной корреляции.

Расчет взаимной корреляции также можно ускорить, реализовав рекурсивный алгоритм. Проиллюстрируем это на примере с нулевой задержкой. Взаимная нулевой задержке двух дискретных сигналов $x_1(n)$ и $x_2(n)$ равна

$$r_{12}(0) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x_1(n) x_2(n). \quad (2)$$

Эта операция включает вычисление N произведений, $N - 1$ суммы и одного деления и может требовать чрезмерного времени при реализации в реальном времени, когда пары новых данных поступают с частотой дискретизации. Расчет необходимо повторять при поступлении следующей пары данных. Новые вычисления будут отличаться от предыдущих только тем, что к сумме пар произведений будет прибавлено произведение новой пары и первое произведение вычтется. Итак, для каждой взаимной корреляции

$$(\text{новое значение}) = (\text{предыдущее значение}) + 1/N (\text{произведение двух новых данных}) - 1/N (\text{произведение первых двух данных}). \quad (3)$$

Это выражение основа рекурсивного алгоритма. Каждая взаимная корреляция теперь требует только одного умножения, одного вычитания, одного сложения и одного деления при условии, что в памяти хранятся произведения пар данных. Для N точечной корреляции рекурсивный подход дает правильные значения после вычисления первых $(N - 1)$ точек.

Во многих приложениях требуется, чтобы среднее данных было равно нулю, например, для устранения постоянного тока из электрических сигналов. При этом необходимо рассчитать среднее значение сигнала и вычесть его из всех дискретных значений. Это означает, что расчет среднего значения также можно провести рекурсивно, поскольку для каждой новой пары данных

$$\text{новое среднее} = \text{предыдущее среднее} + 1/N (\text{новый элемент данных} - \text{первый элемент данных}) \quad (4)$$

Кроме того, вычитание среднего уровня и расчет взаимной корреляции можно объединить в один рекурсивный алгоритм. Рассмотрим величины

$$\bar{x}_1(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x_1(n) \quad (5)$$

и

$$\bar{x}_2(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x_2(n) . \quad (6)$$

Значение функции взаимной корреляции k -го набора из N точек равно

$$r_{12}(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x_1(n)x_2(n) . \quad (7)$$

При удалении среднего значение функции взаимной корреляции становится равным $r_{12}^0(k)$, где

$$r_{12}^0(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} [x_1(n) - \bar{x}_1(k)] [x_2(n) - \bar{x}_2(k)] , \quad (8)$$

что можно упростить до

$$r_{12}^0(k) = r_{12}(k) - \overline{x_1(k)x_2(k)} \quad (9)$$

Объединяя уравнения (3) и (6), получаем (10)

$$r_{12}(k) = r_{12}(k-1) + \frac{1}{N} \left[x_1(k)x_2(k) - x_1(k-N)x_2(k-N) \right] \quad (10)$$

Из уравнения (4)

$$\overline{x_1(k)} = \overline{x_1(k-1)} + \frac{1}{N} \left[x_1(k) - x_1(k-N) \right] \quad (11)$$

и

$$\overline{x_2(k)} = \overline{x_2(k-1)} + \frac{1}{N} \left[x_2(k) - x_2(k-N) \right] \quad (12)$$

Уравнения (9 - 12) составляют рекурсивный алгоритм, который объединяет вычитание среднего из данных с вычислением взаимной корреляции. Каждое вычисление требует только трех умножений, четырех вычитаний, трех сложений и четырех делений. При этом необходимо учитывать, что при изменении средних значений данных от выбора N , зависит точность полученного результата [1].

Способ расчета частотно-временной корреляционной функции позволяет детализировать информацию об общих свойствах двух сигналов.

Положим, имеются дискретные сигналы x_i и y_i , взаимную связь которых, если она существует, следует выявить. Задача состоит в обнаружении взаимной связи этих сигналов и частотного спектра, на котором она проявляется. При вычислении взаимной корреляционной функции по формуле (1) прежде чем подвергать произведение $X_1^*(k)X_2^*(k)$ обратному преобразованию Фурье, составляется того копий M^k , $k=0, \dots, m-1$, предварительно обнулив весь спектр, кроме k -ой части. В результате обратного преобразования Фурье каждой из этих копий получаются взаимно-корреляционные функции на соответствующих частотах. Совокупность всех результатов обратного дискретного преобразования Фурье дает частотно-временную корреляционную функцию. Формульная запись имеет следующий вид [2]:

$$r_{12} = Z^k, \quad (13)$$

$$Z^k = F^{-1} \left[M^k \right], \quad (14)$$

$$M_j^k = \begin{cases} P_j, & \frac{k}{m} \leq \frac{j}{2^{n-1} + 1} < \frac{k+1}{m}, \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases} \quad (15)$$

$$P_j = F(x_i)F^*(y_i), \quad (16)$$

где x_i и y_i – отсчеты входных сигналов,
 $i=0,1,\dots,2n-1$,
 $j=0,1,\dots,2n-1+1$,
 $k=0,1,\dots,m-1$,
 $m=0,1,\dots$,
 $n=2,3,\dots$

Алгоритм быстрой корреляции может использоваться в устройствах оптимальной обработки сигналов информационных и радиолокационных систем. Этот алгоритм является эффективным способом анализа, однако он обладает существенным ограничением – по его результатам невозможно определить, в каком частотном диапазоне сигналы коррелированы.

Список литературы

1. **Айфичер, Э.С.** Цифровая обработка сигналов: практический подход [Текст] / Э.С. Айфичер, Б.У. Джервис. 2-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 992 с. - ISBN 5-8459-0710-1
2. **Аврамчук, В.С.** Частотно-временной корреляционный анализ цифровых сигналов [Текст] / В.С. Аврамчук, В.Т.Чан // Известия Томского политехнического университета. – 2009. - Т.315 - №5 С. 112-115

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСПОЛАГАЕМОЙ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ТУРБОГЕНЕРАТОРА

Никиян Н.Г., Падеев А.С.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Электрический режим включенного в сеть турбогенератора характеризуется пятью параметрами: активной и реактивной мощностью, напряжением на выводах статора, током ротора и частотой. Все перечисленные параметры турбогенератора взаимно связаны и при заданных четырех пятый имеет одно определенное значение. Определение одного из параметров по заданным остальным четырем может потребоваться при анализе режима работы отдельных реактивных мощностей между агрегатами и электростанциями энергосистемы.

Наиболее часто требуется определить реактивную мощность турбогенератора при заданных активной мощности и напряжении статора при полном использовании токов статора и ротора, то есть располагаемую реактивную мощность турбогенератора. Существуют несколько методов определения располагаемой реактивной мощности и тока ротора турбогенераторов.

Ниже приводится метод, разработанный В.М. Горнштейном.

1 Располагаемая и предельная реактивные мощности турбогенераторов

Располагаемая реактивная мощность турбогенератора при заданных активной мощности, напряжении статора и номинальной частоте – это максимальная реактивная мощность, которую турбогенератор может отдать в сеть без перегрузки по току статора и по току ротора. Для определения величины располагаемой реактивной мощности турбогенератора при заданных условиях необходимо знать предельные реактивные мощности по току статора и току ротора.

Предельная реактивная мощность турбогенератора по току статора – это реактивная мощность, вычисленная из условий допустимой нагрузки статора турбогенератора, даже если бы при данных условиях для её получения пришлось перегрузить ротор сверх допустимых пределов.

Предельная реактивная мощность турбогенератора по ротору – это реактивная мощность, вычисленная из условий допустимой нагрузки ротора турбогенератора, даже если бы при данных условиях для её получения пришлось перегрузить статор сверх допустимых пределов.

Располагаемая реактивная мощность турбогенератора определяется наименьшим из значений предельных реактивных мощностей.

Предельная реактивная мощность турбогенератора по току статора Q_{cm} при различных активных нагрузках P и заданном напряжении на выводах

статора U вычисляется по полной мощности турбогенератора S , соответствующей заданному напряжению:

$$Q_{cm} = \sqrt{S^2 - P^2}. \quad (1)$$

Полная мощность турбогенератора при различных напряжениях статора и различных условиях охлаждения турбогенератора определяется, как правило, величиной допустимого тока статора.

$$S = \sqrt{3} I_{cm, \text{дон}} U. \quad (2)$$

Длительно допустимые токи статора при изменении напряжения в пределах $\pm 5\%$ от номинального и изменения температур входящего охлаждающего газа приведены в приложениях.

При повышении напряжения сверх $1,05 U_{ном}$ допустимый ток статора значительно снижается (величина его должна определяться тепловыми испытаниями или согласовываться с заводом-поставщиком); так, например, при повышении напряжения на 10% сверх номинального длительно допустимый ток статора турбогенераторов серии ТВФ снижается на 18% , а серии ТВВ – на 20% .

2 Метод расчета электрического режима работы турбогенераторов

В основу метода расчета положены диаграмма Потье и круговая диаграмма электрической цепи. Ток ротора

$$i_{рот} = \sqrt{(i_0 \sin \alpha + k I_a)^2 + (i_0 \cos \alpha + k I_p)^2}. \quad (3)$$

На диаграмме (рисунок 1) обозначено:

U - вектор напряжения на выводах турбогенератора, кВ;

I_{cm} - вектор тока статора, отстающий от вектора напряжения U ;

I_a - вектор активной составляющей тока статора;

I_p - вектор реактивной составляющей тока статора;

$\Delta U = \sqrt{3} I_{cm} x_p = AO'$ - вектор падения напряжения в индуктивном сопротивлении Потье x_p генератора (активным сопротивлением статора пренебрегаем);

E_δ - вектор ЭДС турбогенератора; $E_\delta = OO'$, кВ;

α - угол сдвига между векторами ЭДС E_δ и напряжения U ;

$$\sin \alpha = \frac{I_a x_p \sqrt{3} \cdot 10^{-3}}{E_\delta}; \quad (4)$$

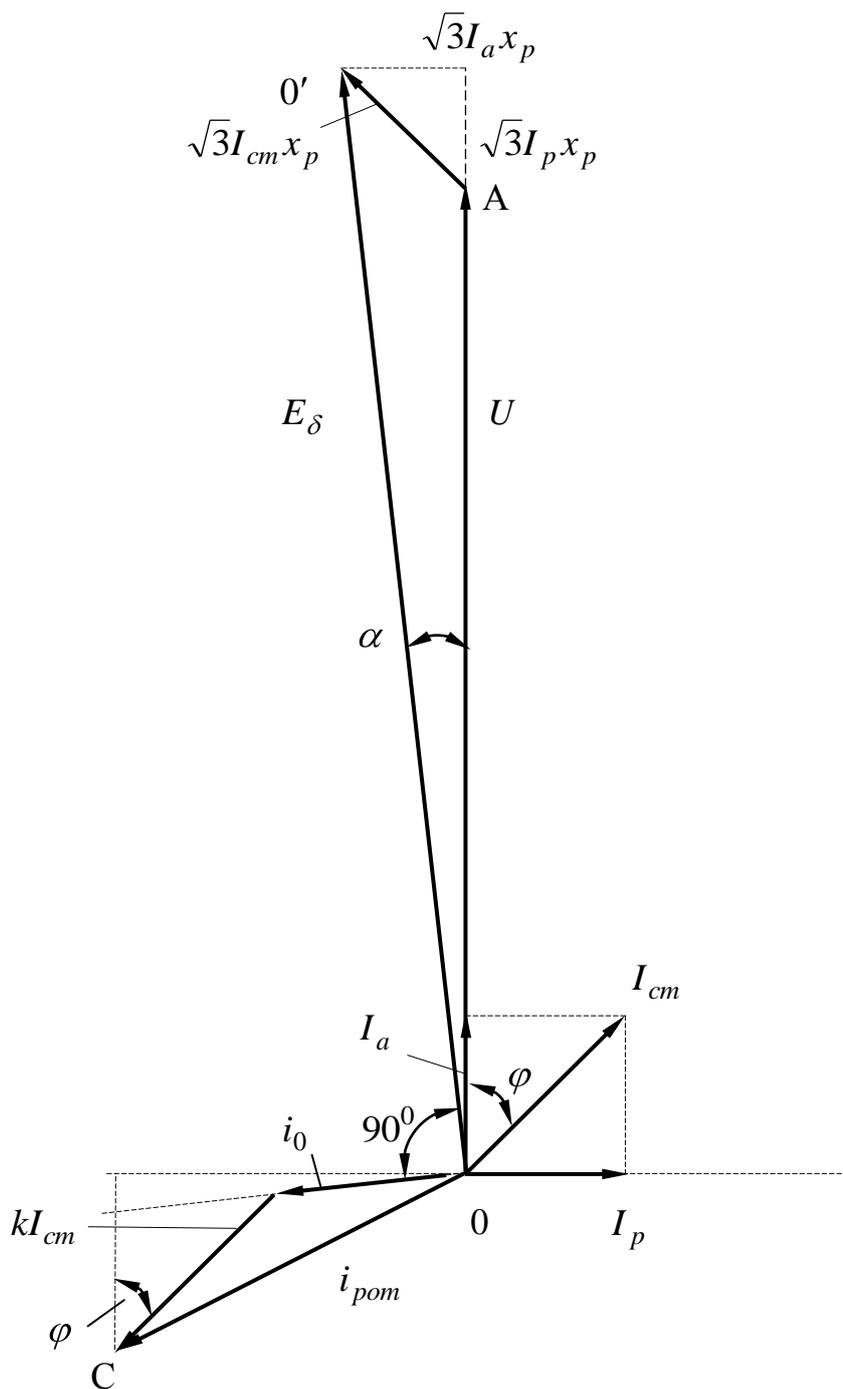


Рисунок 1 – Диаграмма Потье

$$\cos \alpha = \frac{I_p x_p \sqrt{3} \cdot 10^{-3} + U}{E_\delta}; \quad (5)$$

i_0 - вектор составляющей тока возбуждения, создающей ЭДС E_δ . Величина его находится по E_δ из характеристики холостого хода. Направление его перпендикулярно к E_δ ;

kI_{cm} - вектор составляющей тока возбуждения, обусловленной реакцией якоря (он пропорционален току статора и направлен противоположно этому току);

k - коэффициент пропорциональности, зависящий от конструкции машины; постоянен для данного турбогенератора.

Коэффициент

$$k = \frac{i_{rom}^k - i_0^k}{I_k}, \quad (6)$$

где i_{rom}^k - полный ток ротора в режиме короткого замыкания турбогенератора, соответствующий некоторому значению тока короткого замыкания I_k ; в частном случае I_k можно принять равным номинальному току статора; ток i_{rom}^k находится по характеристике короткого замыкания генератора для выбранного значения I_k ;

i_0^k - составляющая тока ротора в режиме короткого замыкания I_k турбогенератора при выбранном выше токе короткого замыкания I_k , создающая ЭДС $E_s = \sqrt{3}I_k x_p$ (рисунок 2); ток i_0^k определяется по характеристике холостого хода генератора для найденной величины E_s (рисунок 3);

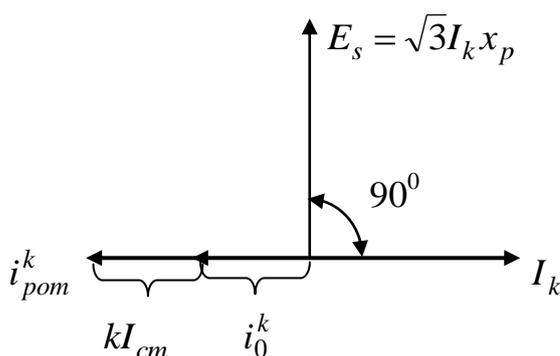


Рисунок 2 – Диаграмма Потье при коротком замыкании турбогенератора

i_{rom} - полный ток ротора, соответствующий заданным активной и реактивной мощности турбогенератора и напряжению статора; ток i_{rom} определяется геометрической суммой векторов i_0 и kI_{cm} (рисунок 1).

По круговой диаграмме (рисунок 4) связь между активной и реактивной мощностями элемента системы при постоянных напряжениях на его концах выражается уравнением окружности:

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 - c^2 = 0,$$

где x и y - текущие координаты, c - радиус окружности.

Для турбогенератора координаты центра и радиус окружности круговой диаграммы, если пренебречь активным сопротивлением обмотки статора, выражаются формулами:

$$a = 0, \quad (7a)$$

$$b = \frac{U^2}{x_p}, \text{ MVar}, \quad (7б)$$

$$c = \rho = \frac{U}{x_p} E_\delta, \text{ MVar}, \quad (7в)$$

где a и b - абсцисса и ордината центра окружности диаграммы (по оси абсцисс откладывается активная, а по оси ординат – реактивная мощность генератора);

ρ - радиус окружности;

U и E_δ - линейное напряжение на выводах статора и ЭДС генератора, кВ;

x_p - индуктивное сопротивление Потье на фазу, Ом.

Диаграмма для подсчета параметров турбогенератора представляет собой совокупность серии круговых диаграмм электрической цепи с диаграммой Потье. При этом она может быть построена для постоянного напряжения и постоянной частоты на шинах генератора или же построена как универсальная – для любых напряжений и частот.

В тех случаях, когда не нужно производить большого количества расчетов для одного и того же генератора, но требуется определить ток ротора для какого-либо одного режима, вполне достаточно воспользоваться формулой (3) и не строить диаграмму.

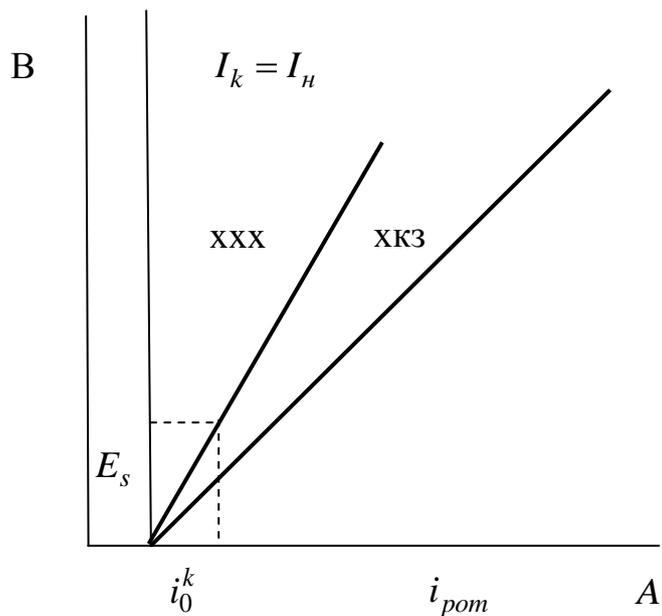


Рисунок 3 – Характеристики турбогенератора Т-25-2

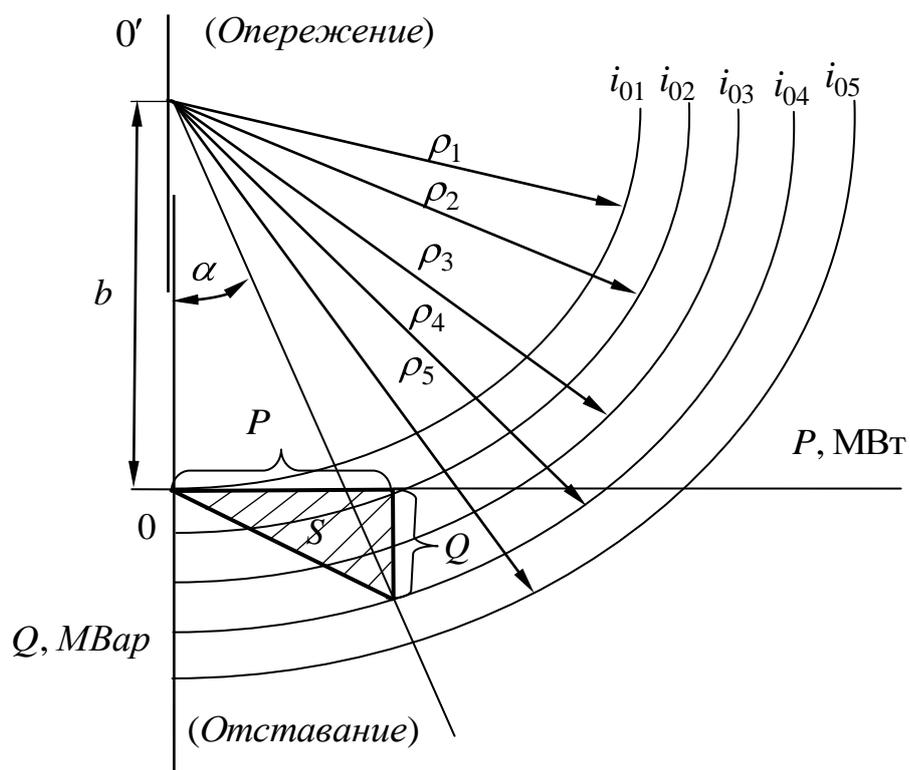


Рисунок 4 – Круговая диаграмма электрической сети

Список использованных источников

1. **Аврух, В.Ю.** *Повышение мощности отечественных турбогенераторов с водородным охлаждением путем реконструкции.* Издательство «Энергия», 1964.
2. **Копылов, И.П.** *Электрические машины.* М.: Энергоатомиздат, 1986. 360 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ НА ОСНОВЕ СОЧЕТАНИЯ РЕАЛЬНОГО И ИМИТАЦИОННОГО ИНЖЕНЕРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Праслова Е.А.

**Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ,
г. Орск**

На практике широко используются как реальные, так и имитационные инженерные эксперименты. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки.

Модели, используемые в реальных экспериментах, более грубы, учитывают меньшее число факторов, всегда требуют допущений и упрощений. Но они больше приспособлены для поиска оптимальных решений, отчетливее отражают присущие явлению основные закономерности и результаты расчета по ним легче анализировать.

Модели, применяемые в имитационных экспериментах, более точны и подробны, не требуют столь грубых допущений, позволяют учесть большое число факторов. Но и у них есть свой недостаток: трудность поиска оптимальных решений.

Наши исследования основаны на совместном применении материальных и идеальных средств обучения, которые дополняют друг друга. Материальные средства связаны в основном с осуществлением практических действий, усвоением новых знаний. Идеальные средства - с пониманием материала, логикой рассуждения.

Имитационное моделирование применяется к процессам, в ход которых может вмешиваться человек. Затем приводится в действие математическая модель, которая показывает, какое ожидается изменение обстановки в ответ на это решение и к каким последствиям оно приведет спустя некоторое время. Следующее решение принимается уже с учетом реальной обстановки. В результате многократного повторения такой процедуры студент набирает опыт и постепенно учится принимать правильные решения.

Нами предлагается курс лекций, лабораторный практикум и решение задач с применением реального и имитационного инженерного эксперимента на основе мультимедийных приложений.

Для каждого человека ведущим является определённый вид сенсорной модальности (основного канала восприятия информации). Одни лучше усваивают видеoinформацию, другие звуковую, третьим для закрепления полученной информации необходима мышечная активность.

При помощи несложных программ возможно сделать процесс обучения более понятным из-за визуализации, наглядности явлений, предметов, оборудования и прочего.

Для обеспечения максимального эффекта обучения в курсе лекций предлагается использование таких мультимедиа приложений, как:

- аудио – небольшие комментарии к некоторым схемам, иллюстрациям;
- анимация – динамичная графика – движущиеся картинки, моделирование опытов;
- статические иллюстрации – рисунки, фотографии, сопровождающие текстовый материал.

В качестве примера приводим лабораторные работы, которые можно выполнить двумя способами:

1) Реальным инженерным экспериментом.

К реальному инженерному эксперименту относится выполнение лабораторных работ на стендах.



Рисунок 1

2) Имитационным инженерным экспериментом.

К имитационному выполнению лабораторных работ на компьютере при помощи прикладных программ Electronics Workbench MultiSim Power Pro v8.028.

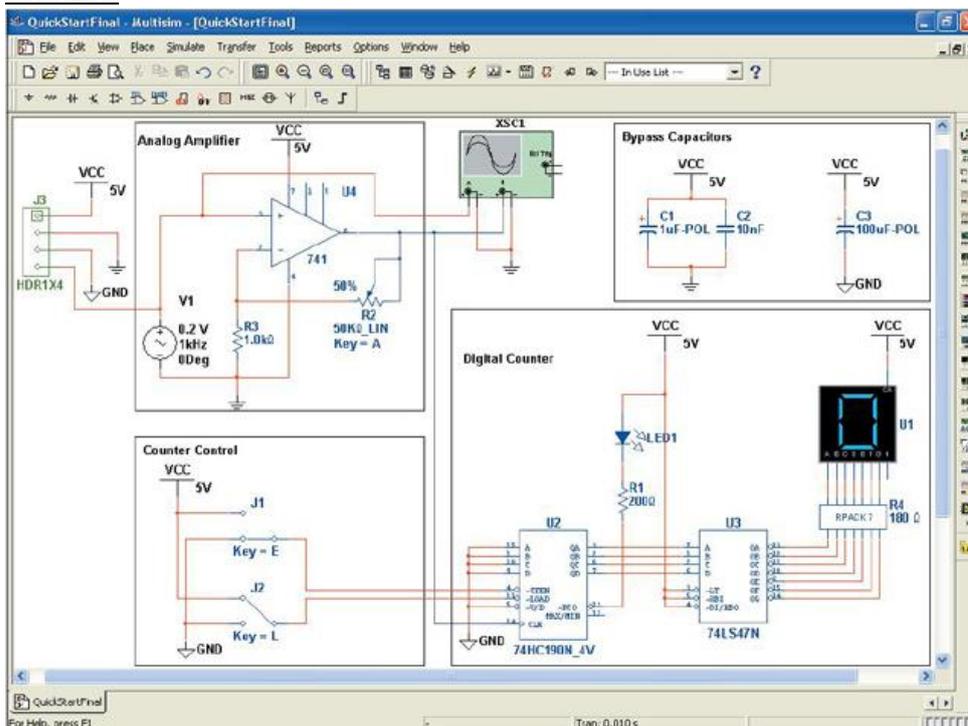


Рисунок 2

Выполнение лабораторной работы на стенде проводится с необходимыми приборами.

На пример:

1. Источник электрической энергии постоянного тока 30 В
2. Магазин сопротивлений
3. Вольтметр
4. Амперметр
5. Реостат



Рисунок 3

А для имитационного эксперимента достаточно всего лишь компьютера и прикладной программы.

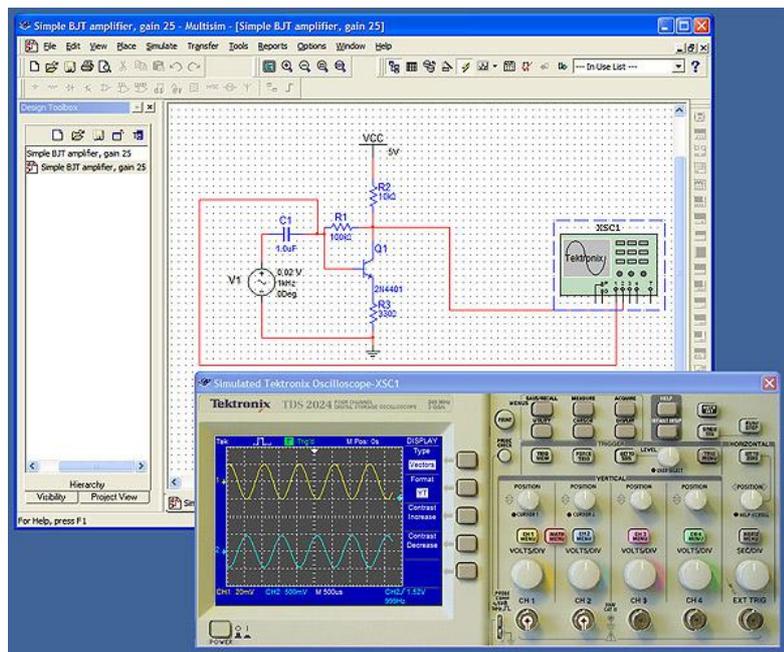


Рисунок 4

Ход выполнения работы на стенде:

1. Собрать электрическую схему цепи, показанной на рисунке 5.

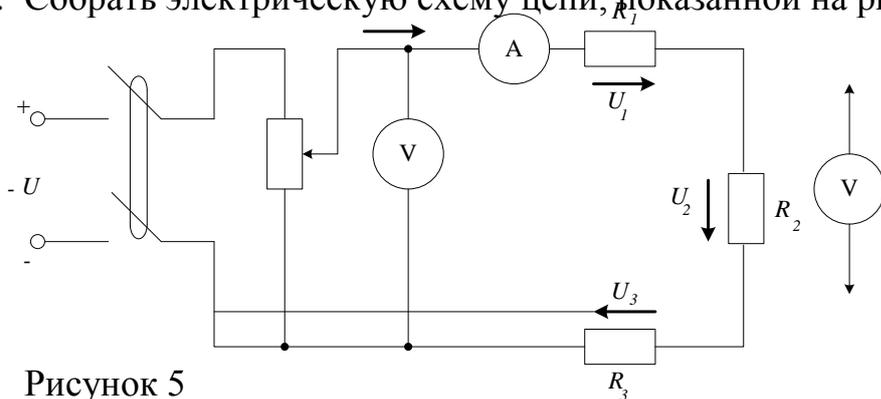


Рисунок 5

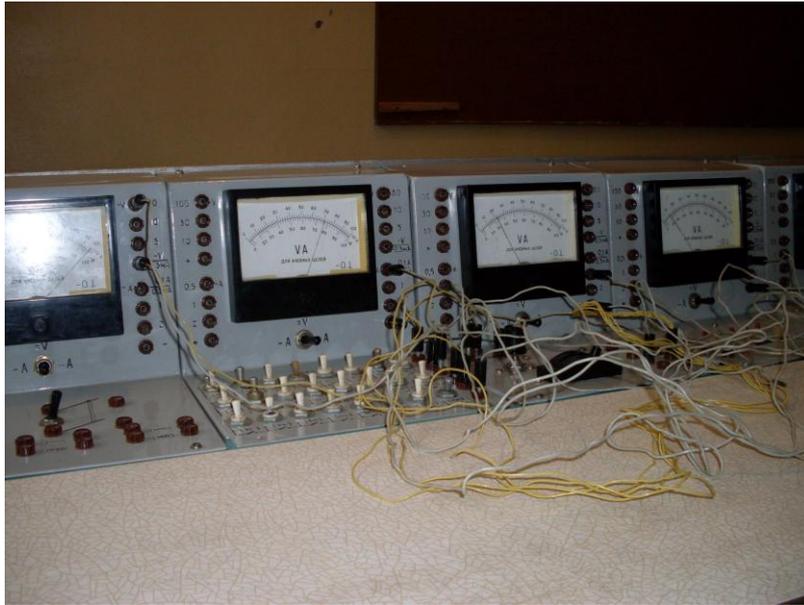


Рисунок 6

2. Установить заданные преподавателем параметры сопротивлений.
3. После проверки преподавателем, включить схему в сеть автоматом постоянного тока.
4. Установить при помощи реостата заданное напряжение и записать в таблицу.

Таблица 1

№№ п.п	Участок цепи	U	I	R	P
		В	А	Ом	Вт
1	Резистор 1				
2	Резистор 2				
3	Резистор 3				
4	Вся цепь				

5. Переносным вольтметром измерить напряжение на резисторах. Результаты записать в таблицу.
6. Измерить ток в цепи и полученное значение занести в таблицу.
7. Убедиться, что:

$$U=U_1+U_2+U_3 ;$$

$$R=R_1+R_2+R_3$$

$$P_1=U_1 \cdot I ;$$

$$P_2=U_2 \cdot I ;$$

$$P_3=U_3 \cdot I ;$$

$$P=P_1+P_2+P_3;$$

$$P=U \cdot I$$

$$R_1 =U_1/I;$$

$$R_2 = U_2/I;$$

$$R_3 = U_3/I$$

8. Собрать схему, показанную на рисунке 7.

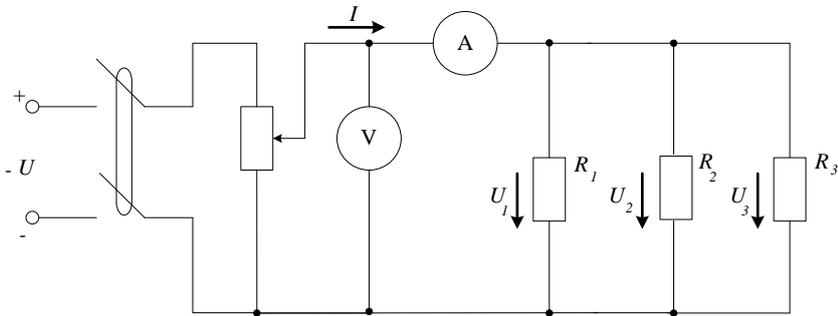


Рисунок 7



Рисунок 8

9. Установить заданные преподавателем параметры резисторов и внести в таблицу 2.

Таблица 2

№№ п.п.	Участок цепи	U	I	R	G	P
		В	А	Ом	См	Вт
1	Резистор 1					
2	Резистор 2					
3	Резистор 3					
4	Вся цепь					

10. После проверки преподавателем включить автомат постоянного тока.
11. Установить при помощи реостата заданное напряжение и записать его значение в таблицу 2
12. Записать показания амперметров
13. Убедиться, что

$$I = I_1 + I_2 + I_3 ;$$

$$G = G_1 + G_2 + G_3 ;$$

$$(G_1 = 1/R_1; G_2 = 1/R_2; G_3 = 1/R_3) ;$$

$$I_1 = U/R; I_2 = U/R_2; I_3 = U/R_3; I = U/R.$$
14. Сделать вывод.

Ход проведения и моделирование лабораторной работы при помощи программы Electronics Workbench MultiSim Power Pro v8.028 заключается в следующем:

1. При помощи панели инструментов Components собираем электрическую схему, показанную на рис 9.

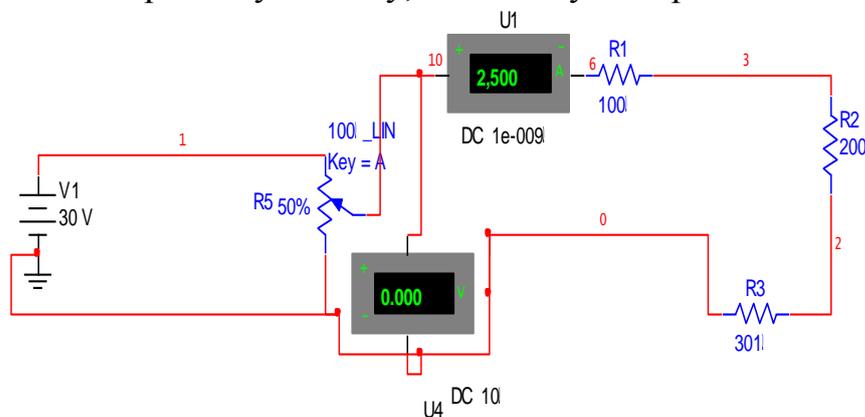


Рисунок 9

2. Все элементы электрической схемы соединяем при помощи функции Wire расположенной на основной панели инструментов Place.
3. При помощи клавиши Place Indicator выбираем нужные измерительные приборы – voltmeter v и ammeter, и вставляем их в электрическую схему в месте где нужно произвести замеры.
4. После подготовки электрической схемы запускаем функцию симулирования схемы при помощи инструмента Simulate – Run
5. Переставляя вольтметр, замеряем напряжение на каждом резисторе как показано на рис.10.

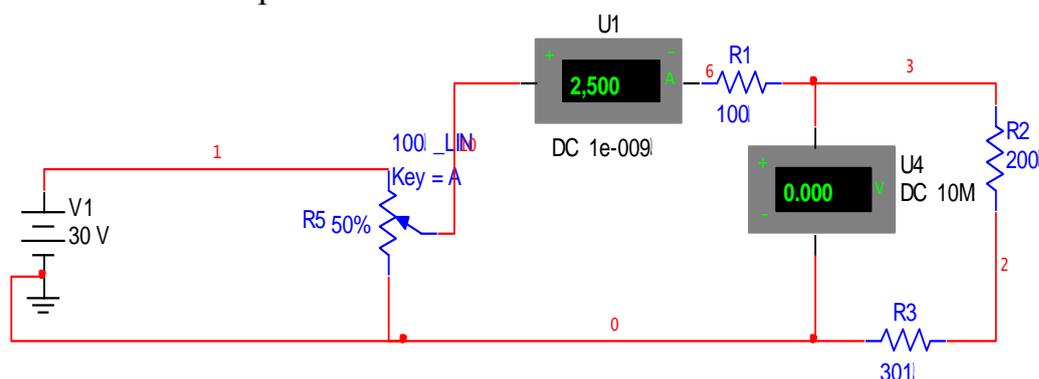


Рисунок 10

6. Данные показаний приборов записываем в таблицу 3.

Таблица 3

№№ п.п	Участок цепи	U	I	R	P
		В	А	Ом	Вт
1	Резистор 1				
2	Резистор 2				
3	Резистор 3				
4	Вся цепь				

7. Следующим пунктом лабораторной работы является подключение электрической схемы с параллельно включенными сопротивлениями как показано на рис.11.

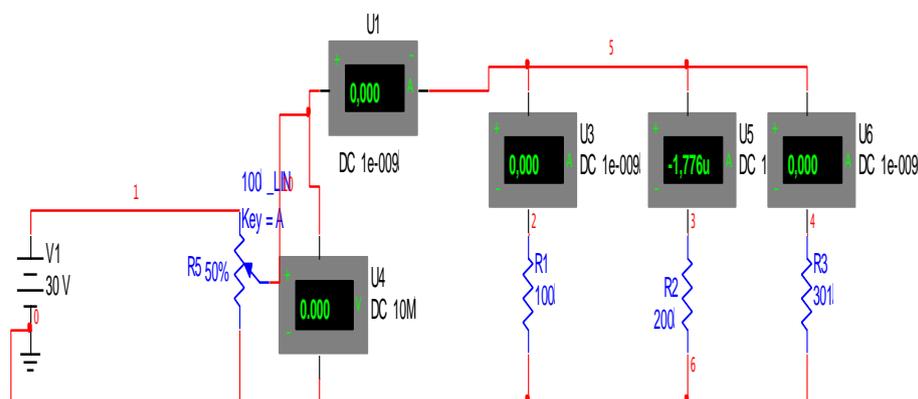


Рисунок 11

8. Затем запускается симулирование эл. схемы как было проделано в первом случае и данные приборов записываем в таблицу

Таблица 4

№№ п.п.	Участок цепи	U	I	R	G	P
		В	А	Ом	См	Вт
1	Резистор 1					
2	Резистор 2					
3	Резистор 3					
4	Вся цепь					

9. Убедиться, что $I = I + I + I$;
 $G = G_1 + G_2 + G_3$;
($G_1 = 1/R_1$; $G_2 = 1/R_2$; $G_3 = 1/R_3$);
 $I_1 = U/R$; $I_2 = U/R_2$; $I_3 = U/R_3$; $I = U/R$.

10. Сделать вывод.

Итак, выполнение лабораторных работ на стендах даёт наглядность, в то же время их выполнение при помощи программ также имеет ряд преимуществ, а именно:

- ✓ нет затрат времени на подключение и проверку приборов.
- ✓ ускоряется процесс проверки правильности схемы преподавателем.
- ✓ безопасность эксплуатации (за счет отсутствия токоведущих частей, электроприборов).
- ✓ нет погрешности приборов, все расчеты точны.
- ✓ В случае ошибки при выполнении работы, программы выдает и указывает на ошибку выполнения, тогда как в реальном эксперименте, как правило выходит из строя оборудование.

Список литературы

1. *Педагогические технологии дистанционного обучения : учебное пособие. / под ред Е.С. Полат. — М. : Издательский центр «Академия», 2006. —400 с. — ISBN 5-7695-2241-0.*
2. **Земцова, В. И.** *Управление учебно-профессиональной деятельностью студентов на основе функционально-деятельностного подхода : монография / В. И. Земцова — М. : Компания Спутник+, 2008. —208 с. — ISBN 978-5-364-00899-2.*
3. **Михеева, Е. В.** *Практикум по информационным технологиям в профессиональной деятельности : учебное пособие / Е. В. Михеева — М. : Издательский центр «Академия», 2006. —400 с. — ISBN 978-5-7695-4546-7.*
4. *Electronics Workbench Multisim v8.2.12.SP1 [Электронный ресурс] : Мобильный мультисервис. / Режим доступа : <http://mobims.ru>.— 2011-2013.*

МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИЗЛУЧЕНИЯ ОБЛАЧНОЙ АТМОСФЕРЫ

Худорожков О.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Результаты измерения яркости излучения неба, полученные в процессе сканирования пространства в небольшом интервале времени, при котором процессы, протекающие в атмосфере, можно считать стационарными, обрабатывались методами математической статистики.

Статистические связи между распределением энергетической яркости облачной атмосферы в исследуемых диапазонах длин волн определялась методом корреляционного анализа.

Основная задача, решаемая в ходе проведения корреляционного анализа, - выявление связи между различными спектральными диапазонами. Она решалась путем точечной и интервальной оценки коэффициентов корреляции. При вычислении коэффициентов корреляции проверялась их значимость, по критерию Колмогорова - Смирнова [1].

В ходе проведения анализа производился расчет взаимных корреляционных функций. Кроме этого, корреляционный анализ позволил оценить функции регрессии одной случайной величины относительно к другой.

Возможность проведения корреляционного анализа обеспечивалась следующими предпосылками:

распределение энергетической яркости облачной атмосферы в обоих диапазонах является случайной величиной;

случайные величины имеют совместное нормальное распределение.

В процессе корреляционного анализа использовалась методика обработки стационарных временных рядов. Так как реализации можно считать стационарными временными рядами в течение исследуемого времени, что следует из независимости математического ожидания и автокорреляционной функции от времени в течение от 1 до 50 минут в зависимости от условий наблюдения. Помимо этого все реализации подвергались проверке на стационарность. В результате было установлено, что исследуемые процессы можно считать стационарными в пределах 50 ± 5 минут.

В ходе проведения корреляционного анализа вычислялись оценки статистических характеристик по формулам (1 и 2) [2]:

- средние арифметические значения энергетической яркости

$$\bar{B} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N B_i, \quad (1)$$

где B_i – энергетическая яркость,

i – порядковый номер в реализации;

- стандартное отклонение энергетической яркости

$$\sigma = \sqrt{\frac{N \cdot \sum_{i=1}^N B_i^2 - \left(\sum_{i=1}^N B_i \right)^2}{N \cdot (N-1)}}; \quad (2)$$

- коэффициент взаимной корреляции между пространственным распределением яркостей в двух спектральных диапазонах

$$r_{XY} = \frac{\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (B_{X_i} - \bar{B}_X) \cdot (B_{Y_i} - \bar{B}_Y)}{\sigma_X \cdot \sigma_Y}, \quad (3)$$

где B_X – энергетическая яркость в диапазоне X мкм,
 B_Y – энергетическая яркость в диапазоне Y мкм,
 \bar{B}_X – среднее значение энергетической яркости излучения в диапазоне X,
 \bar{B}_Y – среднее значение энергетической яркости излучения в диапазоне Y,
 σ_X – стандартное отклонение значений энергетической яркости излучения в диапазоне X,
 σ_Y – стандартное отклонение значений энергетической яркости излучения в диапазоне Y;

- взаимная корреляционная функция

$$R_{XY}(k \cdot h) = \frac{1}{N-k} \cdot \sum_{i=1}^{N-k} (B_{X_i} - \bar{B}_X) \cdot (B_{Y_i} - \bar{B}_Y), \quad (4)$$

где k – шаг $k=0, 1, 2, \dots, m$,
 m – максимальное число шагов,
 $k \cdot h$ – сдвиг;

- уравнения прямых регрессии

$$B_Y(B_X) = \bar{B}_Y + r_{XY} \cdot \frac{\sigma_Y}{\sigma_X} (B_{X_i} - \bar{B}_X), \quad (5)$$

$$B_X \ominus B_Y \supseteq \bar{B}_X + r_{XY} \cdot \frac{\sigma_X}{\sigma_Y} \ominus B_{Y_i} - \bar{B}_Y \supseteq ; \quad (6)$$

- доверительный интервал для оценки математического ожидания

$$\left] \mu \pm t \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \right[, \quad (7)$$

где t – число, определяемое по таблице значений функции Лапласа, соответствующее доверительной вероятности $\gamma=0,95$.

Надежность вычисляемых оценок коэффициентов корреляций ослабевает при уменьшении объема выборки, поэтому возможны ситуации, когда отклонение от нуля полученной величины оказывается статистически незначимым, а зависимым от случайных колебаний выборки, на основании которой он вычислен. Поэтому все полученные оценки коэффициентов корреляции были проверены на достоверное отличие от 0, т. е. проверялась гипотеза об отсутствии корреляционной связи между исследуемыми переменными. Для проверки этой гипотезы использовался тот, что величина

$$t^{(r)}(n-2) = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

при условии $r \neq 0$ распределена по закону Стьюдента с $n-2$ степенями свободы [2]. Поэтому если окажется, что верно неравенство (8) то гипотеза об отсутствии связи принимается.

$$\frac{|r| \cdot \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} < t_{0,05}(n-2), \quad (8)$$

где $t_{0,05}(n-2)$ – 5%-ная точка распределения Стьюдента с $n-2$ степенями свободы.

Доверительный интервал для оценки коэффициента взаимной корреляции находится по методике представленной в [1]. Пусть α - заданная доверительная вероятность. В работе при всех вычислениях доверительная вероятность равнялась 0,95. Из соотношения $2\Phi(\varepsilon_\alpha) = \alpha$ определяется ε_α , где $\Phi(x)$ – интеграл Лапласа. Тогда доверительный интервал определяется соотношениями (9-11) [1]:

$$z_1 = \operatorname{arcth}(r) - \frac{\varepsilon_\alpha}{\sqrt{n-3}} - \frac{r}{2 \cdot (n-1)}, \quad (9)$$

$$z_2 = \operatorname{arcth}(r) + \frac{\varepsilon_\alpha}{\sqrt{n-3}} - \frac{r}{2 \cdot (n-1)}, \quad (10)$$

$$\operatorname{th}(z_1) < r < \operatorname{th}(z_2). \quad (11)$$

Полученные значения оценок коэффициентов взаимной корреляции из всей совокупности реализаций необходимо проверить на статистическую значимость различий в значениях оценок. То есть, принадлежат ли оценки коэффициентов корреляции к разным генеральным совокупностям или к одной. Для статистической проверки используется факт приближенной (0-1)—нормальной распределенности, справедливый лишь в предположении истинности гипотезы об однородности оценок коэффициентов взаимной корреляции $r^{(1)}$ и $r^{(2)}$ (где 1 и 2 – номера реализаций). Используется формула (12)

$$\gamma = \frac{(z^{(1)} - z^{(2)})}{\sqrt{\frac{1}{n_1 - 3} + \frac{1}{n_2 - 3}}}, \quad (12)$$

где $z^{(1)}$ и $z^{(2)}$ — вычисляются по формуле (13),

$$z = \frac{1}{2} \cdot \ln\left(\frac{1+r}{1-r}\right). \quad (13)$$

Если $|\gamma| > \varepsilon_\alpha$, то различия между оценками $r^{(1)}$ и $r^{(2)}$ признаются статистически значимыми с уровнем значимости α .

Однако исследовать попарно полученные оценки требует большого количества времени, поэтому для k оценок коэффициентов взаимной корреляции необходимо вычислить статистику (14).

$$\hat{X}^2 = \sum_{i=1}^k \left[\frac{z^{(i)}}{\sqrt{n_i - 3}} \right]^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^k \left[\frac{z^{(i)}}{\sqrt{n_i - 3}} \right] \right)^2}{\sum_{i=1}^k \left[\frac{1}{n_i - 3} \right]}, \quad (14)$$

Эта статистика должна приближенно подчиняться X^2 — распределению с $k-1$ степенями свободы. Поэтому если значение статистики удовлетворяет неравенству (15),

$$\widehat{X}^2 > X_a^2(k-1), \quad (15)$$

где $X_a^2(k-1)$ – величина точки X^2 распределения с $k-1$ степенями свободы соответствующая доверительной вероятности a ,

то гипотеза об однородности оценок коэффициентов взаимной корреляции отвергается с уровнем значимости a .

Список литературы

- 1. Кобзарь, А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников [Текст] / А.И. Кобзарь - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 816 с. - ISBN 5-9221-0707-0.*
- 2. Венцель, Е.С. Теория вероятностей и её инженерные приложения [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов / Е.С. Венцель, Л.А. Овчаров. – 3-е изд., перераб. и доп. – М: Издательский центр «Академия», 2003. - 464 с. – ISBN 5-7695-1052-8*