

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ



МАТЕРИАЛЫ

IV МЕЖДУНАРОДНОГО
МОЛОДЁЖНОГО ФОРУМА

«ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ»

ТОМ 3.

Томск – 2016

УДК 620.9(063)
ББК 31л0
И73

Интеллектуальные энергосистемы: труды IV Международного молодежного форума. В 3т. Томск 10 - 14 октября 2016г. Т.3.-Материалы IV Международного форума «Интеллектуальные энергосистемы», 366 с.

Настоящий сборник содержит материалы IV Международного молодежного форума «Интеллектуальные энергосистемы», проведенного 10 - 14 октября 2016г. на базе Энергетического института Томского политехнического университета, при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований.

Материал сборника представлен без редактирования авторских электронных версий.

СОСТАВ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ СБОРНИКА ТРУДОВ ФОРУМА

1. Губин В.Е., к.т.н., доцент кафедры АТЭС ЭНИН ТПУ, председатель;
2. Легро Жан Клод Числан, PhD, профессор Бельгийского свободного университета, (Бельгия);
3. Ажаев В.С., PhD, профессор Южного университета Далласа, (США);
4. Кузнецов Г.В., д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедрой ТПТ ЭНИН ТПУ;
5. Кладиев С.Н., к.т.н., доцент кафедры ЭПЭО ЭНИН ТПУ;
6. Дементьев Ю.Н., к.т.н., доцент, зав. кафедрой ЭПЭО ЭНИН ТПУ;
7. Обухов С.Г., д.т.н., доцент кафедры ЭПП ЭНИН ТПУ;
8. Заворин А.С., д.т.н., профессор, зав. кафедрой ПГС и ПГУ ЭНИН ТПУ;
9. Муравлев О.П., д.т.н., профессор кафедры ЭКМ ЭНИН ТПУ
10. Стрижак П.А., д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедрой АТП ЭНИН ТПУ;
11. Кобенко Ю.В., д.ф.н., профессор кафедры ИЯ ЭНИН ТПУ;
12. Литвак В.В., д.т.н., профессор кафедры АТЭС ЭНИН ТПУ;
13. Сулайманов А.О., к.т.н., доцент, зав. кафедрой ЭЭС ЭНИН ТПУ;
14. Хрущев Ю.В., д.т.н., профессор кафедры ЭСиЭ ЭНИН ТПУ;
15. Ардашкин И.Б., д.филос.н., профессор ФИЛ ИСГТ ТПУ;
16. Лукутин А.В., к.т.н., доцент, начальник учебно-методического отдела ЭНИН ТПУ.

Верстка и дизайн оригинал макета: Зими́на Н.А.

© Томский политехнический университет, 2016

СЕКЦИЯ 8. РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА, АВТОМАТИКА, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

ПРОБЛЕМА АДЕКВАТНОСТИ НАСТРОЙКИ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И ПУТИ ЕЁ РЕШЕНИЯ

М.В. Андреев, А.О. Сулайманов, Ю.С. Боровиков
Томский политехнический университе
ЭНИН, ЭЭС

Согласно данным Росстата рост потребления электроэнергии в России в среднем составляет 1,5% в год, а общий прирост за последние 10 лет – 18 % [1]. Примерно такая же ситуация в среднем существует и в мире. Следует отметить, что предпосылок к снижению этих цифр нет, а это в свою очередь приводит к логичному выводу о том, что наращивание генерируемых мощностей будет также продолжаться. В итоге, современная электроэнергетическая система (ЭЭС), которая уже на сегодняшний день представляет собой сложную, динамическую, многопараметрическую и нелинейную систему, станет еще сложнее. Управление и защита ЭЭС в настоящее время являются приоритетными задачами электроэнергетической отрасли ввиду чрезвычайной сложности их решения в указанных условиях. Ситуация усугубляется за счет современной мировой тенденции, связанной с увеличением доли распределённой генерации и активным внедрением возобновляемых источников энергии. Согласно планам Евросоюза доля распределенной генерации к 2020 году будет 20%, а к 2050 – 80-95%. Применение быстродействующих адаптивных систем управления и защиты не позволяет решить названные проблемы полностью. Об этом, в частности, свидетельствует мировая статистика аварийности в ЭЭС, согласно которой 25 % [2] приходится на неправильные действия релейной защиты (РЗ) и автоматики. История знает множество случаев тяжелых системных аварий (блэкаутов), вызванных непосредственно или косвенно неправильными действиями защит. Вот лишь несколько случаев [3], результаты расследования которых стали теперь общедоступны:

- 1965 г., США. Ввиду значительной загруженности пяти ЛЭП, соединяющих север и юг США, резервная защита одной из них инициировала отключение линии (в данном случае ложное). Это привело к перегрузке и отключению других ЛЭП. В результате 30 млн. человек остались без электричества в течение 13 часов.
- 1977 г., США. В результате 8 млн. человек оставались без электричества в течение 5-25 часов в разных районах города Нью-Йорк. Развитие аварии: молния ударила в две ЛЭП, объединяющих две части ЭЭС Нью-Йорка; РЗ этих линий сработали некорректно и отключили их; была также отключена еще одна линия (три из четырех ЛЭП объединяющих две части ЭЭС Нью-Йорка). Через 35 минут из-за перегрузки

отключилась четвертая ЛЭП. В итоге работа всей системы была нарушена.

- 1996 г., США. Развитие аварии: возник пробой между ЛЭП 345 кВ и деревом; возникшее КЗ было отключено, в результате чего возник дефицит мощности в 2 ГВт; возникшая в результате этого просадка напряжения привела к отключению нескольких гидрогенераторов ввиду значительного увеличения токов в них в течение 25 секунд; еще большая просадка напряжения в результате этого привела к ложному срабатыванию третьей ступени дистанционной защиты, что еще усугубило ситуацию и привело к ускорению генераторов ЭЭС. В итоге система была поделена на 5 «островов» и на восстановление целостности потребовалось несколько часов.
- 2003 г., США. В результате 50 млн. человек остались без электричества, было выведено 63 ГВт энергии (11% от общего объема), при этом 400 ЛЭП, 531 генерирующая единица на 261 электростанции были отключены. Главной причиной стал дефицит реактивной мощности, приведший к потере устойчивости ЭЭС. Сам дефицит возник в результате ложного отключения автоматического регулятора возбуждения из-за перегрузки. Параллельно с этим возникло КЗ в результате пробоя на дерево. Точку в этой аварии поставила третья ступень дистанционной защиты одной нагруженной ЛЭП, сработавшая ложно. Возникший после этого реверс мощности привел к каскадному блэкауту.
- 2003 г., Италия. Развитие аварии началось с пробоя на дерево линии, соединяющей Италию и Швейцарию. Автоматическое повторное включение не восстановило связь ввиду невыполнения условий синхронного включения. Дефицит мощности привел к потере синхронизма Италии и европейской ЭЭС. Связи с Францией и Австрией были потеряны ввиду ложного действия дистанционных защит. В итоге возникла перегрузка связи Италия-Словения, что привело к её отключению. Возник дефицит 6400 МВт и устойчивая работа Итальянская ЭЭС была нарушена.

Неправильные действия РЗ связаны с несоответствием настройки защит реальным условиям их функционирования, что в свою очередь определяется двумя взаимосвязанными факторами:

1. Использование неполной и/или малодостоверной информации о режимах и процессах в ЭЭС при расчете уставок РЗ.
2. Грубый расчет уставок из-за учета в соответствующих методиках процессов в конкретных реализациях РЗ и погрешностей, вносимых элементами этих РЗ, приближенными обобщенными коэффициентами.

По мере развития средств моделирования ЭЭС и, особенно, в результате создания в Энергетическом институте Томского политехнического университета Всережимного моделирующего комплекса реального времени ЭЭС (ВМК РВ ЭЭС), минимизирующего первый фактор, появилась возможность более глубокого полного и достоверного исследования обозначенной проблемы, выявления факторов её существования и разработки на основе результатов этих исследо-

ваний концепции решения данной проблемы, позволяющей создать методику адекватной всережимной настройки РЗ.

Решить эту задачу весьма эффективно можно с помощью средств всережимного моделирования РЗ, достаточно полно и достоверно воспроизводящих процессы в конкретных реализациях и измерительных преобразователях (ИП). Общие положения концепции для создания таких моделей представлены ниже:

1. ИП, которые в настоящее время основаны на электромагнитном принципе, являются источниками наибольших погрешностей. В связи с этим их адекватное моделирование в совокупности с самой защитой является очень важным. Следует учесть и современные тенденции развития ИП, а именно оптоэлектронные технологии преобразования сигналов, при разработке моделей РЗ.
2. В зависимости от конкретной реализации РЗ сигналы, поступающие с ИП, преобразуются и используются различным образом. Информацию об этом содержит в себе принципиальная схема защиты конкретного вида и типа. Тщательный её анализ позволит выявить все ключевые особенности РЗ.
3. Основой для математического описания процессов, протекающих в устройствах РЗ, является схема замещения, составленная в соответствии с принципиальной схемой защиты с учетом ИП. При этом:
 - все устройства электромагнитного и индукционного типа (измерительные трансформаторы, промежуточные трансформаторы, трансреакторы, реле и др.), учитываются в схемах замещения их RL-параметрами; следует учесть магнитные свойства сердечника, поскольку характеристика намагничивания в определенных режимах играет существенную роль при формировании погрешностей элемента;
 - все остальные пассивные элементы представляются соответствующими RLC-параметрами; при необходимости можно учесть и паразитные параметры этих элементов.
4. Наиболее удобной формой математического описания, позволяющей производить анализ во временной и частотной областях, является передаточная функция (ПФ), наиболее эффективным методом получения которой является метод направленных графов [4].
5. Для анализа амплитудно-частотной (АЧХ) и фазо-частотной (ФЧХ) характеристик звеньев и РЗ в целом используется комплексная форма ПФ.
6. Для анализа и исследования процессов в звеньях и РЗ в целом на основе ПФ формируются дифференциальные уравнения.
7. При реализации математических моделей РЗ, в связи с возможной ограниченностью аппаратных ресурсов, таких как оперативная память и временные затраты на выполнение алгоритма, может возникнуть необходимость их упрощения, что позволяет эффективно осуществить теория точности и чувствительности.
8. Синтезированные математические модели РЗ необходимо протестировать и, в случае необходимости, скорректировать. Предварительное их

исследование наиболее удобно производить с помощью таких программных комплексов, как MATLAB Simulink, MathCAD и др.

9. Синтезированные математические модели РЗ необходимо верифицировать. Применяются два основных подхода к достоверизации математических моделей РЗ:

- сравнение результатов функционирования математической модели и реального устройства;
- сравнение полученных характеристик отдельных узлов модели с теоретическими сведениями, доступными в открытых источниках.

Следует отметить, что первый подход сложно реализуем ввиду ряда факторов, в частности, сложности извлечения информации в конкретных узлах реального устройства, а также отсутствия доступа к оборудованию.

10. Реализация синтезированных математических моделей РЗ в виде программных или программно-технических средств. В зависимости от варианта реализации расчет математических моделей может осуществляться одним из численных методов интегрирования дифференциальных уравнений, либо аппаратно – методом явного или неявного непрерывного интегрирования.

Данная концепция, в несколько ином виде уже была использована при создании моделей РЗ [5]. Полученные при этом результаты оказались удовлетворительными. Конечная цель данной работы, как уже говорилось – создание новой методики расчета уставок РЗ, учитывающей современные тенденции развития ЭЭС и РЗ.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, Госзадание «Наука» № 3901, тема: «Разработка и исследование гибридной модели вставки несинхронной связи электроэнергетических систем».

ЛИТЕРАТУРА:

1. Сайт Института проблем естественных монополий. Доступ: <http://ipem.ru/news/publications/630.html>.
2. Кузьмичев В.А., Коновалова Е.В., Сахаров С.Н., Захаренков А.Ю. Ретроспективный анализ работы устройств РЗА в ЕНЭС // Релейная защита и автоматизация. - 2012. - №01 (06). - С. 60-65.
3. Arulampalam Atputharajah, Tapan Kumar Saha. Power System Blackouts - Literature review // Fourth International Conference on Industrial and Information Systems, ICIIS 2009, 28 - 31 December 2009, Sri Lanka, pp.460-465.
4. Дж. Абрахамс, Дж. Каверли. Анализ электрических цепей методом графов. М., «Мир», 1967.

5. Андреев М.В. Средства всережимного моделирования дифференциальных защит трансформаторов в электроэнергетических системах: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук; спец. 05.14.02 / М. В. Андреев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); науч. рук. Ю.С. Боровиков. — Томск, 2013. — 287 л.: ил. — Библиогр.: с. 133-143 (106 назв.).

ВОДНО-РАСТВОРНЫЙ ОГРАНИЧИТЕЛЬ ТОКА КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

А.А. Кладько
Томский политехнический университет
ИФВТ, ВЭСЭ

Последовательный рост классов напряжения, успешно коммутируемых современными моделям промышленных вакуумных выключателей, делает актуальными вопросы дальнейшего улучшения их эксплуатационных характеристик. Одной из таких характеристик является коммутационных ресурс выключателя, напрямую связанный с эрозией контактов вакуумной дугогасительной камеры. В последующем рассмотрении будет изложен один из способов подключения вакуумного выключателя в коммутируемую им сеть, в перспективе своего применения способный минимизировать проблемы износа поверхности контактов.

Не останавливаясь подробно на детальном описании процессов, протекающих в вакуумной дугогасительной камере (ВДК) выключателя при отключении токов короткого замыкания (КЗ), в качестве основного положения в дальнейшем рассмотрении будем рассматривать тот факт, что ограничение величины токов КЗ позволяет понизить температуру нагрева контактных поверхностей, тем самым минимизируя объем испаряемого с них металла.

Обзор существующих разработок по ограничению токов КЗ, позволил установить два устройства, имеющих аналогичное назначение.

Первое – высокотемпературный сверхпроводящий ограничитель тока КЗ. Принцип его работы основывается на том, что при прохождении номинального тока ограничитель имеет небольшое сопротивление (порядка десятков мкОм и индуктивное сопротивление в единицы мкГн), а в момент КЗ сопротивление ограничителя увеличивается до нескольких Ом за сотни мкс и продолжает расти по мере нагрева ограничителя от проходящего тока, что и обеспечивает ограничение тока КЗ [1]. Конструктивно, подобный ограничитель представляет собою систему из бифилярных петель высокотемпературной сверхпроводящей ленты, закрепленной на роликовых опорах [1]. Ключевой недостаток конструкции – сложность и как следствие высокая стоимость изготовления.

Второе устройство ограничителя тока КЗ имеет в каждом из полюсов вакуумного выключателя (ВВ) две параллельно соединенных ВДК последовательно соединенных с токоограничивающими резисторами [2]. При общей про-

стоте конструкции, резисторы устройства включены в схему ограничения таким образом, что они постоянно находятся под воздействием протекающих по ним токов и создаваемого этим нагрева, как в нормальном режиме работы, так и в режиме коммутации токов КЗ, что является недостатком второго токоограничивающего устройства.

Указанный недостаток может быть устранен при оперативном регулировании величины активного сопротивления резистора от минимальной величины в номинальном режиме работы сети, до максимальной величины в режиме КЗ.

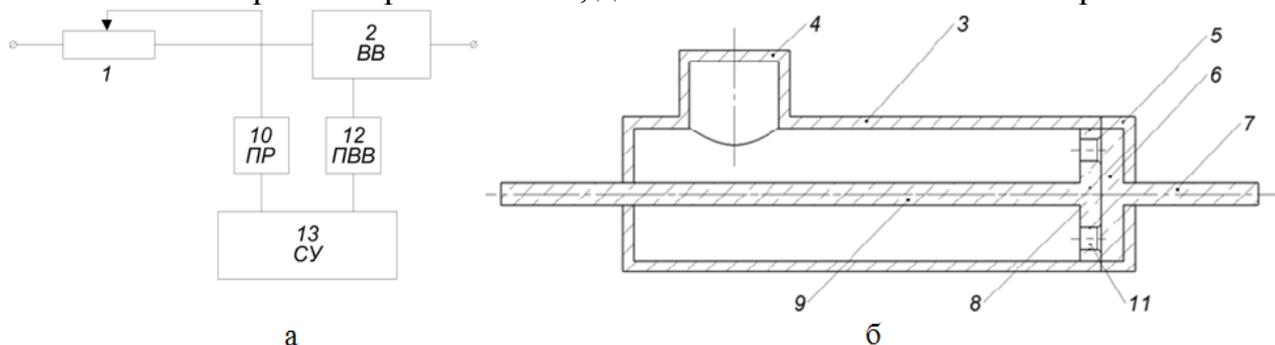


Рис. 1. Устройство для ограничения токов КЗ а – функциональная схема; б – продольное сечение водно-растворного резистора в номинальном режиме работы электрической сети, коммутируемой высоковольтным ВВ

Предлагаемое устройство для ограничения токов КЗ (рис. 1) содержит водно-растворный резистор 1, последовательно соединенный с вакуумным выключателем 2 (ВВ). Полимерный корпус 3 водно-растворного резистора 1 имеет цилиндрическую форму и заполнен раствором на основе солей кислот или их смесей. В качестве такого раствора может быть использован раствор меди сернокислой 5-водной $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. В верхней части корпуса резистора для компенсации температурного расширения раствора выполнен расширительный отвод 4. Торцевая часть корпуса закрыта крышкой 5, в которую вмонтирован неподвижный контакт 6. Шток 7 неподвижного контакта соединен с токоподводом. Внутри корпуса, с возможностью возвратно-поступательного перемещения, размещен поршневой контакт 8, шток которого 9 соединен с приводом 10 (ПР). В поршневом контакте выполнено, восемь сквозных отверстий 11, со скругленными кромками. Шток поршневого контакта соединен с вводом ВВ. Привод 12 (ПВВ) соединен с подвижным контактом ВВ. Приводы 10 и 12 соединены с системой управления 13 (СУ).

Устройство работает следующим образом. В номинальном режиме работы электрической сети коммутируемой ВВ, поршневой контакт плотно поджат к неподвижному контакту приводом поршневого контакта, что обеспечивает минимально возможную величину активного электрического сопротивления водно-растворного резистора. В момент возникновения в сети короткого замыкания, на привод поршневого контакта поступает сигнал от системы управления приводами. По результатам отработки этого сигнала, поршневой контакт отдалается на предельно возможное расстояние от неподвижного контакта, ограничиваемое торцевой стенкой корпуса водно-растворного резистора. Это расстояние соответствует максимальной величине активного сопротивления

водно-растворного резистора. Во время перемещения поршневого контакта, раствор, заполняющий объем водно-растворного резистора, циркулируя через отверстия поршневого штока, заполняет объем между неподвижным и поршневым контактами. После завершения процесса разведения контактов водно-растворного резистора, на привод ВВ от системы управления поступает сигнал на размыкание контактов.

По сравнению с рассматриваемыми аналогами, устройство ограничения токов КЗ на основе водно-растворных резисторов переменной величины активного сопротивления имеет более простую конструкцию (первое устройство) и большую надежность (второе устройство). Кроме того, доступность элементов водно-растворного резистора и относительная простота его изготовления позволяет изготавливать водно-растворные токоограничивающие резисторы на любые классы напряжений, единственным ограничением при этом являются габариты устройства.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Пат. 99906 U1 Российская федерация, МПК H02H3/00. Сверхпроводящий ограничитель тока короткого замыкания / А.И. Будовский, Д.Ф. Алфёров, В.П. Иванов, А.В. Кацай, Д.И. Комарков (РФ). – заявитель и патентообладатель общество с ограниченной ответственностью "СПИН". – опубл. 27.11.2010, Бюл. № 33. – 5 с.
2. Пат. 2236057 С1 Российская федерация, МПК 7 H01H33/66, H01H33/59. Вакуумный сильноточный выключатель / А.А. Перцев, Г.С. Белкин, Л.А. Рыльская (РФ). – заявитель и патентообладатель государственное унитарное предприятие "Всероссийский электротехнический институт им. В.И. Ленина". – опубл. 10.09.2004, Бюл. № 25. – 3 с.

Научный руководитель: В.А. Лавринович, д.т.н., профессор каф. ЭЭС ЭНИН ТПУ.

О ВЛИЯНИИ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ВОССТАНАВЛИВАВШИЕ НАПРЯЖЕНИЯ И ВТОРИЧНЫЙ ТОК ДУГА ПРИ ОДНОФАЗНОМ АВТОМАТИЧЕСКОМ ПОВТОРНОМ ВКЛЮЧЕНИИ ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ СВЕРХВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

С.Г. Джононаев

Новосибирский государственный технический университет

В дальних электропередачах отказы практически полностью определяются авариями на линии в связи с большой её длиной. При этом в линиях напряжением 500–1150 кВ подавляющая доля отключений вызывается однофазными короткими замыканиями (ОКЗ). Это объясняется возрастающим запасом меж-

фазовой изоляции линий вследствие увеличения изоляционных расстояний на опорах и в пролёте.

С точки зрения возмущающих воздействий на примыкающие системы существенное значение имеет способ ликвидации коротких замыканий в линии. Возникающие на линии неустойчивые ОКЗ сопровождаются минимальными возмущениями на примыкающие системы, если они ликвидируются в цикле однофазного автоматического повторного включения (ОАПВ). В этом случае повреждённую фазу линии отключают с двух сторон, а затем через определенное время, так называемую бестоковую паузу, автоматически повторно включают. За время бестоковой паузы вторичная дуга в месте перекрытия может погаснуть, а место перекрытия деионизироваться и почти полностью восстановить свою электрическую прочность. При эксплуатации СВН более 70 % однофазных коротких замыканий имеют неустойчивый характер, т.е. могут быть устранены в цикле кратковременной бестоковой паузы с последующим восстановлением нормальной схемы. Таким образом, ОАПВ относится к важнейшей мере, повышающей надёжность электропередач сверхвысокого напряжения.

Успешность ОАПВ при ликвидации дуговых коротких замыканий, с одной стороны, определяется характеристикой вторичной дуги, возникающей в длинных воздушных промежутках, а с другой стороны эффективностью применяемых способов для снижения вторичных токов дуги и восстанавливаемых напряжений после её погасания [1].

Осуществление ОАПВ в электропередачах переменного тока затрудняется наличием подпитки места повреждения со стороны неотключенных фаз. Режимными параметрами, определяющими условия гашения вторичной дуги, являются: вторичный ток дуги (ВТД), протекающей в дуге до её гашения, I_D ; восстанавливающееся напряжение (ВН) в месте ОКЗ после погасания вторичной дуги, $U_{вн}$. Длительность горения вторичной дуги зависит и от других факторов.

По имеющимся данным [2] среднее время горения вторичной дуги в основном зависит от величины установившегося ВТД. При токах дуги более 90 А гашение вторичной дуги становится проблематичным.

Наибольший эффект применение ОАПВ дает, если длительность паузы составляет (0,5–1,0) с, для чего требуется ограничение вторичного тока дуги до (30–45) А (амплитудное значение). При паузе более (1,5–2,0)с её длительность не оказывает существенного влияния на пропускную способность по условию динамической устойчивости.

При оценке ВТД и ВН длинные линии у нас и за рубежом принимаются идеально транспонированными, то есть обладающими симметрией фазных и межфазных параметров.

На рис. 1 показано влияние угла между напряжениями по концам идеально транспонированной линии на ВН. Угол между напряжениями увеличивается в процессе динамического перехода и достигает значений $(2,0–2,5)\delta_0$, где δ_0 – угол между напряжениями в исходном нормальном режиме. В относительных единицах величина ВН практически не зависит от длины линии. Если в каче-

стве исходного режима принять режим натуральной мощности, то угол для рассматриваемых длин в нормальном режиме не превышает 30° , а в режиме качаний будет не более 75° . Отсюда следует, что ВН оценивается величиной $U_{1вн} = (0,1 - 0,2)U_\phi$, где U_ϕ – фазное напряжение.

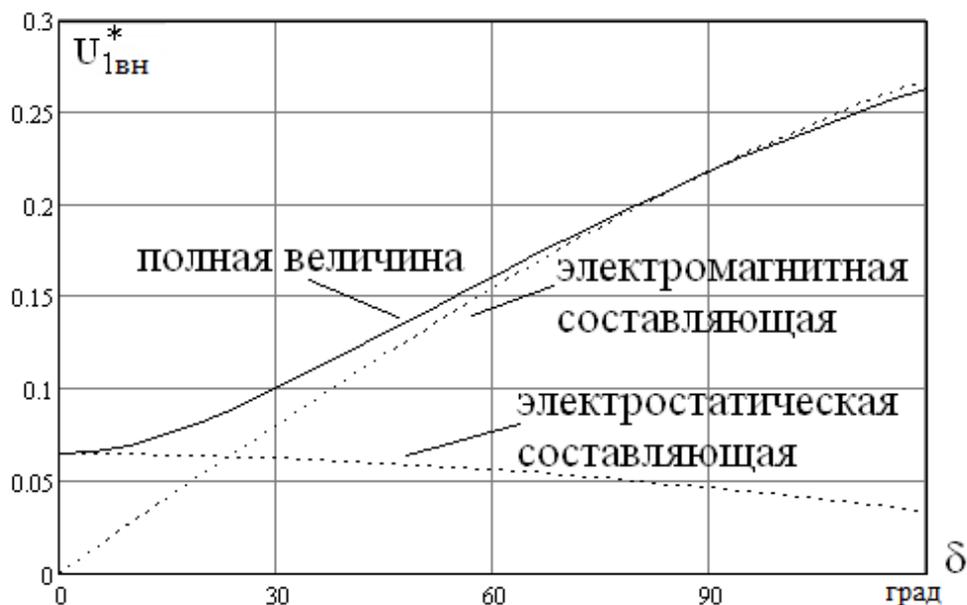


Рис. 1. Зависимость ВН от угла между концевыми напряжениями.

При анализе целесообразно выделить электростатическую и электромагнитную составляющие для ВН и соответственно для ВТД. Электростатическая составляющая определяется подпиткой со стороны здоровых фаз через междофазные ёмкости. Электромагнитная составляющая определяется э.д.с. взаимной индукции, наведённой в аварийной фазе токами здоровых фаз.

Если ВН в относительных единицах практически не зависит от длины линии, то протяжённость линии существенно влияет на вторичный ток дуги, как показано на рис. 2.

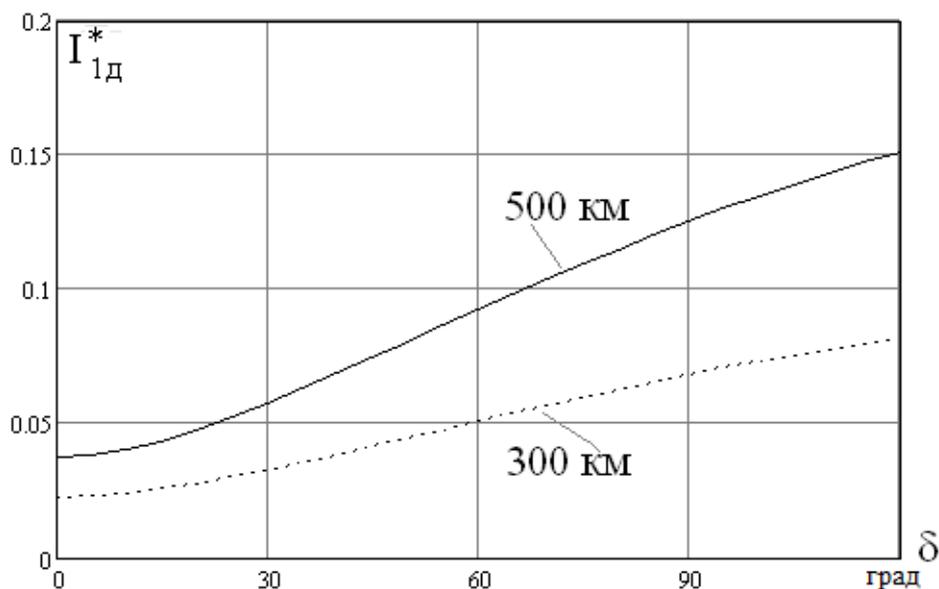


Рис. 2. Зависимость вторичного тока дуги от угла между концевыми напряжениями.

В таблице приведены значения ВТД в абсолютных единицах для линий СВН при длинах 300 и 500 км и при $\delta = 0 \div 2\lambda$, where $\lambda = \beta \cdot \ell$ - электрическая длина линии. Сопротивление дуги принималось равным $R_0 = 10 \text{ Ом}$, что соответствует сопротивлению первичной дуги.

Табл. Вторичные токи дуги для линий СВН при различных исходных данных

Номинальное напряжение, кВ	Длина линии, км	ВТД, А		
		$\delta = 0$	$\delta = \lambda$	$\delta = 2\lambda$
500	300	60	64	72
	500	104	121	159
750	300	81	88	106
	500	138	173	247

Из таблицы следует, что критические значения токов дуги более 90 А (цифры жирным шрифтом) могут иметь место для всех линий СВН, особенно при их длине, превышающей 300 км и углах отклонения $\delta \geq \lambda$.

Известно, что для снижения электростатической составляющей тока дуги необходимо компенсировать частично или полностью междуфазные ёмкости, а для уменьшения электромагнитной составляющей следует обеспечить компенсацию ёмкостей на землю. Эти обе задачи решаются с помощью четырехлучевых шунтирующих реакторов [3].

Существует и другой вариант для создания условий, обеспечивающих надежное гашение вторичной дуги. Он заключается в автоматическом шунтировании фазы (АШФ) быстродействующими шунтирующими выключателями после её отключения линейными выключателями.

Значения вторичных токов дуги были получены для идеально транспонированных линий. Предварительные расчеты показывают, что учёт реальной транспозиции линии при оценке реализации ОАПВ является обязательным условием. Максимальные ВН и ВТД при реальной транспозиции превосходят в 1,5-2,5 раза соответствующие величины в случае, когда линия представляется как идеально транспонированная.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Проектирование линий электропередачи сверхвысокого напряжения // Под ред. Г.Н. Александрова, Л.: Энергоатомиздат, 1993. – 560 с.
2. Беляков Н.Н., Рашкес В.С., Левинштейн М.Л., Хорошев М.И. Перспективы применения ОАПВ в электропередаче 1150 кВ // Электропередачи 1150 кВ. Кн.1., М.: Энергоатомиздат, 1992. – С. 129-158.
3. Беляков Н.Н., Зилес Л.Д. и др. Исследование ОАПВ в электропередачах 750 кВ с четырехлучевым реактором // Электрические станции, 1982, № 12. – С. 43-48.

Научный руководитель: Т.Г. Красильникова, д.т.н., профессор каф. АЭЭС НГТУ.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИБРИДНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧ ИНТЕГРАЦИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

И.А. Разживин, А.О. Сулайманов, А.В. Хлебов
Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭЭС

Основная часть электроэнергии в мире вырабатывается на больших электростанциях, централизовано. Зарубежные страны активно переходят на принцип распределенного производства и потребления энергоресурсов, что позволяет значительно повысить показатели энергоэффективности. Большинство таких производителей энергии, в том числе, включают в себя возобновляемые источники энергии (ВИЭ) большой мощности [1]. Согласно исследованиям «Бритиш петролеум»: Европейский союз – один из лидеров в развитии ВИЭ, на его долю приходится почти 42% мирового потребления возобновляемой энергии, в то время как на долю США – 23%, Китая – 9%, Японии – 4% [2]. В силу технико-конструкторских особенностей и КПД, наибольшее распространение среди ВИЭ получили ветрогенераторы, которые при объединении в обширные электростанции способны вырабатывать до 630 МВт мощности одновременно.

С ростом научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области «зеленой» энергетики ученым из различных стран значительно удалось продвинуться в усовершенствовании технологии использования ВИЭ:

- развитие в области силовой электроники на основе разработки быстрых полупроводниковых элементов, с улучшенными характеристиками и производительностью используются в системе автоматического управления (САУ) ветровых турбин;

- использование современных информационных и компьютерных технологий, позволило реализовать сложные алгоритмы управления;

- новые технологии в сохранении энергии на основе электромеханических накопителей, маховиков и супер-конденсаторов, позволяют сегодня оперативно реагировать на скачки мощности в сети и покрывать дефицит энергии;

Однако изучению вопросов параллельной работы ВИЭ в составе ЭЭС уделяется недостаточное внимание. Влияние работы мощных ветряных электростанций на объединенную ЭЭС в установившихся и переходных режимах представляет сегодня сложную задачу электроэнергетики.

Проблематика использования ветряных электростанций в совместной работе с ЭЭС заключается в следующем:

1. Хаотичный характер выработки мощности ветрогенераторами. Ключевой задачей в решении этой проблемы является сохранение баланса мощности. В ЭЭС, где электроэнергия вырабатывается за счет сырьевых ресурсов, сохранение баланса мощности генерации и потребления в ЭЭС выполняется автоматическими регуляторами частоты вращения паровых, гидравлических и газовых турбин. Используя ветрогенераторы, проблему сохранения баланса мощности в разрезе необходимости

получения электроэнергии промышленного качества, частично решают, применяя регулируемые инверторы.

2. Отсутствие накопителей электроэнергии большой мощности. Вытекающая из первой проблема хаотичной выработки электроэнергии ветрогенераторами затрагивает вопросы не только обеспечения баланса мощности, но и бесперебойного электроснабжения в периоды дефицита энергии в сети. С учетом того, что ветряные электростанции сегодня могут вырабатывать сотни мегаватт электроэнергии, запасание такой мощности в часы избытка электроэнергии представляется сложной задачей.
3. Динамические характеристики ВИЭ особенно нетрадиционного и смешанного (гибридного) типа, когда совместно используются ветрогенераторы, солнечные панели и дизельные электростанции, а также буферные накопители энергии могут оказывать на устойчивость ЭЭС определенное влияние, которое современными учеными мало изучено.

Решение вышеобозначенных проблем в данной области наиболее эффективно получить с помощью Всережимного моделирующего комплекса реального времени ЭЭС (ВМК РВ ЭЭС), который был разработан в Томском политехническом университете. Комплекс основан на концепции гибридного моделирования и представляет собой параллельную, многопроцессорную, программно-техническую систему реального времени. Объединяет в себе совокупность специализированных гибридных процессоров всех элементов моделируемой ЭЭС. Комплекс позволяет адекватно воспроизводить на неограниченном интервале в реальном времени всевозможные режимы работы ЭЭС [3].

Для моделирования ВИЭ в составе ЭЭС необходимо разработать гибридный процессор, который адекватно воспроизводит процессы в ЭЭС.



Рис. 1. Обобщенная структура построения гибридных процессоров моделирующей системы.

Где: ЛКС МС – Локальная компьютерная сеть моделирующей системы; СК – сетевой коммутатор; ЦП – цифровой преобразователь; ГП – гибридный процессор; МПУ – микропроцессорный узел; ППК – продольно-поперечный коммутатор; КТУ МС – коммутатор трехфазных узлов моделирующей системы; ПНТ – преобразователь «напряжение-ток».

Актуальным в исследовании будут являться ВИЭ на основе ветродвигателей, как наиболее динамичные и широко применяемые устройства. Предполагается осуществить синтез адаптируемой трехфазной математической модели

ветродвигателей с разработанным гибридным процессором ВМК РВ ЭЭС, обобщенная структура которого приведена на рисунке 1.

Предлагаемая математическая модель позволяет воспроизводить момент $M_{ВД}$ ветродвигателя в соответствии с уравнением, используемым при их проектировании и надежно проверенным практикой его применения:

$$M_{ВД} = M\pi R^3 \frac{\rho V^2}{2}, \quad (1)$$

в котором R – радиус ветроколеса, V – скорость ветра, а M – определяется конструктивными особенностями и параметрами ветроколеса:

$$M = \frac{4e}{Z} \cdot \frac{1-e}{1+e} \left[\left(1 - \frac{r_0^2}{R^2} \right) - 2\mu \left(\frac{Z_U}{3} + \frac{1-\frac{r_0}{R}}{Z_0} - \frac{1-\frac{r_0^2}{R^2}}{Z} \right) \right] \quad (2)$$

где $e = \frac{V_1}{V}$ – коэффициент торможения ветроколеса, а $V_1 = \frac{1}{3}V$ – потеря скорости ветра в плоскости ветроколеса; $Z = \frac{\omega_B R}{V}$ – быстроходность ветродвигателя, а ω_B – угловая скорость ветроколеса; Z_0 – расстояние от оси ветроколеса до начала лопасти; $\mu = \frac{C_x}{C_y}$ – обратное качество лопасти ветроколеса, определяемое по диаграммам C_x и C_y для конкретных профилей лопасти; $Z_U = \frac{\omega R}{V-V_1}$ – носительное число модулей для конца лопасти [4].

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, Госзадание «Наука», проект №3901: «Разработка и исследование гибридной модели вставки несинхронной связи электроэнергетических систем».

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ackermann T. Distributed generation: a definition // Electric Power Systems Research. – 2001. - Т. 57, №3. - С. 195-204.
2. Н. Ю. Кавешников. Возобновляемая энергетика в ЕС: смена приоритетов Свободный доступ из сети Интернет. Режим доступа: http://russiancouncil.ru/inner/?id_4=3482#1
3. Гусев А.С. Концепция и средства всережимного моделирования в реальном времени электроэнергетических систем // Известия Вузов. Проблемы энергетике, 2008, - № 9-10/1. – с. 164-170.
4. Боровиков Ю.С. Мультипроцессорная моделирующая система реального времени электроэнергетических систем с активно-адаптивными сетями: дис. док. тех. наук. – Новосибирск, 2013. - 273с.

Научный руководитель: А.О. Сулайманов, к.т.н., зав. кафедрой ЭЭС ЭНИН ТПУ.

АНАЛИЗ СИСТЕМ ВОЗБУЖДЕНИЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ

¹А.А. Печагина, ²Н.М. Космынина
^{1,2}Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭЭС, ¹группа 5АМ5Б

Согласно нормативным документам турбогенератор - это синхронный генератор, приводимый во вращение от паровой или газовой турбины [1,2].

Под возбуждением турбогенератора понимается питание постоянным током обмотки ротора, осуществляемое путем подачи напряжения с выводов обмотки якоря через трансформатор на полупроводниковый выпрямитель (система самовозбуждения) или от вспомогательного генератора, сочлененного с валом турбогенератора (система независимого возбуждения турбогенератора) [1,2].

В настоящее время турбогенераторы выпускаются следующими российскими предприятиями [3]:

- ОАО НПО «ЭЛСИБ» г. Новосибирск;
 - Ленинградское производственное электромашиностроительное объединение «Электросила» имени С.М. Кирова;
 - Лысьвенский турбогенераторный завод АО «Привод»;
 - Сибирский завод тяжелого электромашиностроения «Сибэлектротяжмаш» имени 60-летия Союза ССР, Новосибирск;
 - ОАО «Новая Сила», г. Санкт – Петербург, п/о Маталлострой;
- а также Харьковским ПО «Электротяжмаш».

В таблице 1 представлено описание систем возбуждения для турбогенераторов на основании материалов каталога электротехнической промышленности [3]:

Табл. 1. Описание систем возбуждения

Тип турбогенератора	Описание по каталогу системы возбуждения
ТВФ-110-2ЕУЗ	Статическая тиристорная система возбуждения, выполненная по схеме самовозбуждения
ТВФ-63-3600 УЗ	Статическая тиристорная система возбуждения, выполненная по схеме самовозбуждения
Турбогенераторы с воздушным охлаждением серии ТФ мощностью от 1,5 до 220 МВт ТФ(Х)-Х-Х(/Х) УЗ	50 МВт и выше - статическая тиристорная система возбуждения, выполненная по схеме самовозбуждения; До 50 МВт от электромеханического возбудителя – синхронного генератора (электромашина)
ТВВ-1000-4УЗ	Бесщеточная система возбуждения
Турбогенераторы синхронные серии Т	Возбуждение осуществляется от бесщеточных возбудительных устройств серии

Тип турбогенератора	Описание по каталогу системы возбуждения
Т-Х-2У3	БВУГ(ТУ 16-515.219-80)
Турбогенераторы единой унифицированной серии ТВФ-63-2ЕУ3 ТВФ-110-2ЕУ3 ТВВ-160-2ЕУ3 ТВВ-220-2ЕУ3 ТВВ-320-2ЕУ3 ТВВ-500-2ЕУ3 ТВВ-800-2ЕУ3	Для турбогенераторов мощностью 63 и 110 – тиристорная система самовозбуждения Для турбогенераторов мощностью 160, 220, 320, 500 и 800 - тиристорная система независимого возбуждения и тиристорная система самовозбуждения
ТВВ-1200-2У3	Бесщеточный диодный возбудитель
ТВВ-1000-2У3	Бесщеточная
ТЗВ-220-2У3	Тиристорная система самовозбуждения, питаемая через понижающий трансформатор от статора турбогенератора
Турбогенератор типа ТЗВ мощностью от 63 до 1500 МВт с полным водяным охлаждением ТЗВ – Х – 2 У3 Х – 63, 110,160, 220, 320, 400, 540, 645, 800,1100, 1300, 1500	63, 110, 160, 220, 320, 400 – тиристорная система самовозбуждения, питаемая через понижающий трансформатор от статора турбогенератора; 540, 645, 800, 1100, 1300, 1500 – возбуждение осуществляется от тиристорного преобразователя, который питается от электромашиного возбудителя серии ВТ
ТП-12-2Х3	Возбуждение от электромашиного возбудителя.
Турбогенератор с жидкостным охлаждением серии ТВМ ТВМ – Х – 2 (Н) У3 Х-110, 160, 220, 320, 500	Тиристорная, выполненная по схеме самовозбуждения
Турбогенераторы серии ТГВ с водородно-водяным охлаждением мощностью от 200 до 500 МВт ТГВ – Х – Х (Х) Х3 ТГВ – 200 - 2М ТГВ – 220 – 2П ТГВ – 250 – 2П ТГВ – 320 – 2П ТГВ – 500 – 2 ТГВ – 500 – 4	Независимое с использованием синхронного генератора типа СТВ и тиристорного преобразователя возбуждение; самовозбуждение; Бесщеточная
ТВН-320-2У3	Тиристорная, выполненная по схеме самовозбуждения
ТФ-160-2У3 с воздушным	Статическая тиристорная система возбужде-

Тип турбогенератора	Описание по каталогу системы возбуждения
охлаждением	ния, выполненная по схеме самовозбуждения
ТВФ-63-2УЗ	Статическая тиристорная система возбуждения, выполненная по схеме самовозбуждения
Т – 6– 2УЗ, Т – 16– 2УЗ, Т – 25– 2УЗ	Для Т-6 и Т-25 – бесщеточная Для Т-16 – статическая тиристорная, выполненная по схеме самовозбуждения
ТФ-20 – 2УЗ, ТФ-32 – 2УЗ, ТФ-63 – 2УЗ	ТФ-63 – 2УЗ - Статическая тиристорная система возбуждения, выполненная по схеме самовозбуждения; ТФ-20 – 2УЗ, ТФ-32 – 2УЗ – Статическая тиристорная система возбуждения, выполненная по схеме самовозбуждения; бесщеточная

Систематизация данных представлена в таблице 2.

Табл. 2. Анализ систем возбуждения

Система возбуждения	% от общего количества турбогенераторов	Диапазон мощностей, МВт
Статическая тиристорная система возбуждения	64,47	50-1500
Бесщеточная	7,89	2-1200
Система независимого возбуждения	7,89	200-500
Электромашинная	19,75	1,5-50

Часть, из рассмотренных турбогенераторов, может иметь как статическую тиристорную, так и бесщеточную систему возбуждения. В первом случае процент от общего количества турбогенераторов возрастает с 64,47% до 72,36%; во втором случае этот процент увеличивается с 7,89% до 16,78%.

Из таблицы 2 можно сделать вывод, что наиболее распространенной является тиристорная система возбуждения. Данная система возбуждения обеспечивает питание автоматически регулируемым постоянным током обмотки возбуждения генераторов. Питание тиристорного преобразователя системы независимого возбуждения СТН осуществляется от независимого источника напряжения переменного тока (вспомогательного генератора). Питание тиристорного преобразователя системы самовозбуждения СТС осуществляется от шин генераторного напряжения через преобразовательный трансформатор.

Данные системы оснащены системой мониторинга тиристорных преобразователей, предназначенной для:

- измерения тока каждого тиристора;
- контроля состояния предохранителей
- измерения температуры тиристор;

- контроля за распределением токов по одноименным плечам параллельных тиристорных мостов;
- измерения текущих параметров каждого тиристора мостовой схемы (температур каждого вентиля, напряжения на тиристоре, параметров импульсов управления) [4]

ЛИТЕРАТУРА:

1. Стандарт организации ОАО РАО "ЕЭС России" "Электроэнергетика. Термины и определения", 2008 г.
2. ГОСТ 27471-87. Машины электрические вращающиеся. Термины и определения.
3. Указатель "Каталоги и справочники по электротехнике" 01.01.2010 г.
4. Рекус, Г.Г. Электрооборудование производств: Справ. пособие / Г.Г. Рекус.- М.: Высш. шк., 2007.-709 стр.: ил.

Научный руководитель: Н.М. Космынина, к.т.н., доцент, кафедра ЭЭС ЭНИН ТПУ.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАТУХАНИЯ АПЕРИОДИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ТОКА ТРЕХФАЗНОГО КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

¹В.В. Ярмонов, ²Н.М. Космынина
^{1,2}Томский политехнический университет
 ЭНИН, ЭЭС, ¹группа 5АМ61

В настоящее время встает вопрос точного определения параметров тока короткого замыкания для обеспечения стабильности и экономичности электроэнергетической системы.

Короткое замыкание (КЗ) - это процесс замыкания одной или нескольких фаз между собой или же на землю. Одной из характеристик режима является ударный ток - максимальное значение полного тока КЗ [1].

Время (T_a), при котором ударный ток уменьшается в 2,72 раз, называется временем затухания апериодической слагаемой тока короткого замыкания.

Значения T_a зависят от результирующих активного и индуктивного сопротивлений схемы замещения энергосистемы. Последние, в свою очередь, определяются параметрами конкретной схемой соединения оборудования

В большом количестве литературных источников, например [2,3,4,5], рекомендуется для расчета T_a (следовательно и K_u) пользоваться некоторыми усредненными значениями, представленными на рисунке 1

Таблица 3.8. Значения постоянной времени затухания аperiodической составляющей тока КЗ и ударного коэффициента

Элементы или части энергосистемы	T_a, c	k_y
Турбогенераторы мощностью, МВт: 12–60	0,16–0,25	1,94–1,955
100–1000	0,4–0,54	1,975–1,98
Блоки, состоящие из турбогенератора мощностью 60 МВт и трансформатора (на стороне ВН), при номинальном напряжении генератора, кВ 6,3	0,2	1,95
10	0,15	1,935
Блоки, состоящие из турбогенератора и повышающего трансформатора, при мощности генераторов, МВт 100–200	0,26	1,965
300	0,32	1,97
500	0,35	1,973
800	0,3	1,967
Система, связанная со сборными шинами 6–10 кВ, где рассматривается КЗ, через трансформаторы мощностью, МВ·А в единице 80 и выше	0,06–0,15	1,85–1,935
32–80	0,05–0,1	1,82–1,904
5,6–32	0,02–0,05	1,6–1,82
Ветви, защищенные реактором с номинальным током, А 1000 и выше	0,23	1,956
630 и ниже	0,1	1,904
Распределительные сети напряжением 6–10 кВ	0,01	1,369

Рис. 1. Рекомендуемые значения T_a и K_y

В данной статье проанализированы расчеты T_a (следовательно и K_y) для режимов трехфазных коротких замыканий реальных фрагментов энергосистем и произведено их сравнение с рекомендуемыми.

В качестве объекта исследования была принята Назаровской ГРЭС (рисунок 2); упрощенная схема (объединение однотипного оборудования) – рисунок 3, и изображением рассмотренных мест повреждений; типы оборудования – таблица 1.

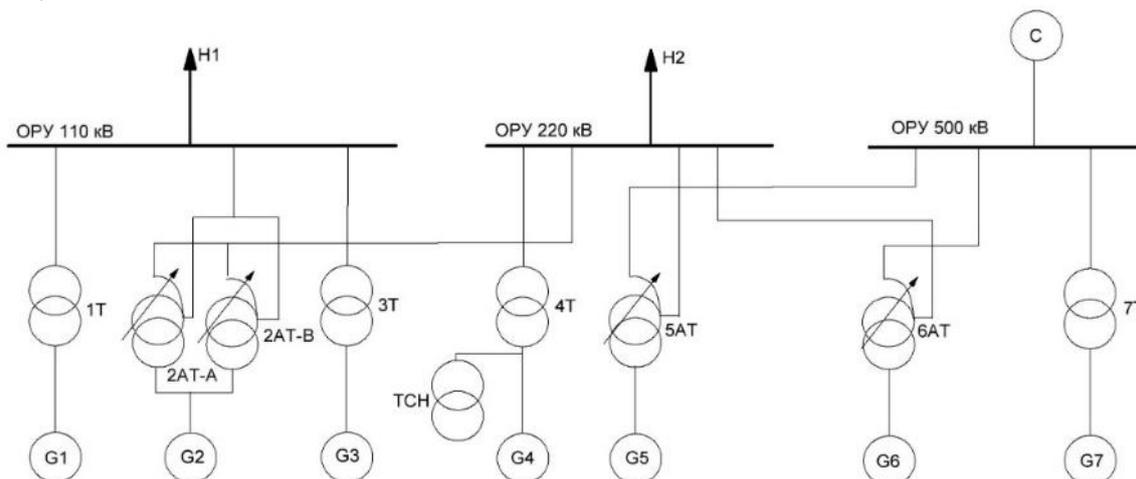


Рис. 2. Структурная схема Назаровской ГРЭС

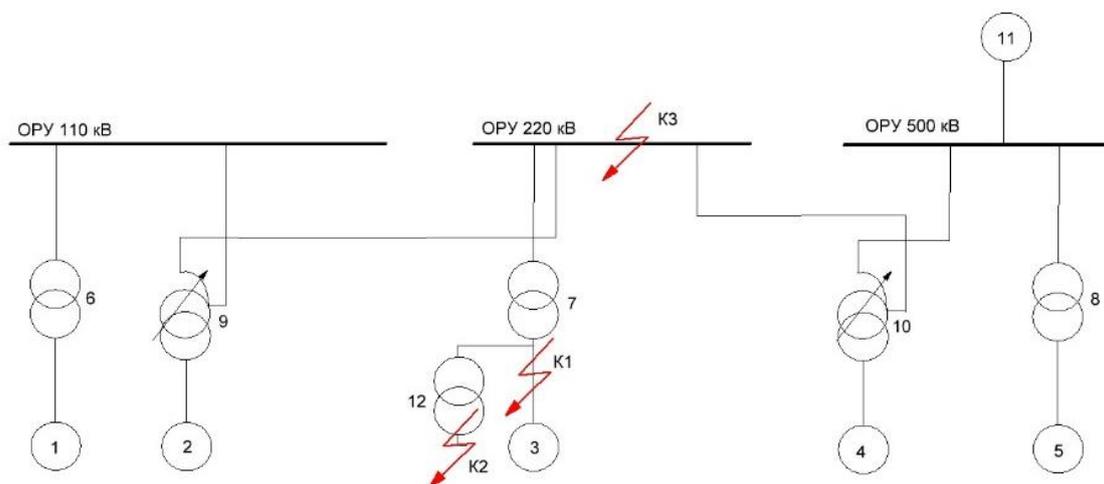


Рис. 3. Упрощенная структурная схема Назаровской ГРЭС.

Табл. 1. Типы оборудования Назаровской ГРЭС

№ на схеме	Обозначение на исходной схеме	Тип оборудования
1	G1, G3	ТВФ-165-2У3
2	G2	ТВФ-165-2У3
3	G4	ТВФ-165-2У3
4	G5, G6	ТВФ-165-2У3
5	G7	ТГВ-500-2У3
6	1Т,3Т	ТДЦН-200000/110
7	4Т	ТДЦ-200000/220
8	7Т	3хОРДЦ-210000/500
9	2АТ-А, 2АТ2-В	АТДЦТН-250000/220/110
10	5АТ, 6АТ	3хАОДЦТ-167000/500/220
11	С	Система
12	ТСН	ТДНС-16000/20

Расчет токов трехфазного короткого замыкания производился с использованием промышленной программы GTCUUR; параметры оборудования были приняты в соответствии с [6].

В таблице 2 приведены результаты расчета для одной точки короткого замыкания на выводах генератора G3.

Табл. 2. Анализ режима короткого замыкания на G3

Место замыкания	Элемент (табличное значение)	Рассматриваемая ветвь	Т _а , с (табличное значение)	Т _а , с (расчетное значение)
КЗ 1 Генератор 165 МВт	Турбогенератор мощностью 100-1000 МВт	1	0,4-0,54	0,183
		2		0,224
		3		0,408
		4		0,195
		5		0,555
	Блоки, состоящие из турбогенератора и по-	6	0,26	0,183
		7	0,32	0,119

Место замыкания	Элемент (табличное значение)	Рассматриваемая ветвь	T_a , с (табличное значение)	T_a , с (расчетное значение)
	вышающего трансформатора при различной мощности генераторов	8	0,35	0,555
		9		0,195
		10		0,0852
	Система, связанная со сборными шинами, где рассматривается КЗ, через трансформаторы мощностью 80 МВ*А и выше	11	0,06-0,15	0,0461

Проведя анализ полученных результатов, можно сделать вывод о том, что время затухания апериодической составляющей тока короткого замыкания T_a не совпадает с табличными данными для всего оборудования электростанции, за исключением генератора, на котором произвели замыкание.

Следовательно, рекомендуемые табличные данные T_a можно использовать только в случае рассмотрения повреждения на выводах генератора; причем в некотором частном случае: ток от генератора больше суммарного тока от остальных источников.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Готман, Владимир Иванович. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах: учебное пособие для вузов / В. И. Готман; Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — 240 с.
2. Электрооборудование станций и подстанций : учебник для техникумов / Л. Д. Рожкова, В. С. Козулин. — 4-е изд., стер. — Екатеринбург: АТП, 2015. — 648 с.
3. Проектирование схем электроустановок : учебное пособие для вузов / Ю. Н. Балаков, М. Ш. Мисриханов, А. В. Шунтов. — 2-е изд., стер. — Москва: Изд-во МЭИ, 2006. — 288 с.
4. Электрооборудование электростанций и подстанций: примеры расчетов, задачи, справочные данные : практикум / Л. К. Карнеева, Л. Д. Рожкова. — Иваново: МЗЭТ ГОУ СПО ИЭК, 2006. — 224 с.
5. Пособие к курсовому и дипломному проектированию для электроэнергетических специальностей вузов : учебное пособие / В. М. Блок, Г. К. Обушев, Л. Б. Паперно и др.; под ред. В. М. Блок. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Высшая школа, 1990. — 384 с.

- б. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: учебное пособие/ Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков: учебное пособие / Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2014. — 607 с.

Научный руководитель: Н.М. Космынина, к.т.н., доцент ЭЭС ЭНИН ТПУ.

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ РЕЗИСТИВНЫХ ДЕЛИТЕЛЕЙ ЦИФРОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ

В.Д. Лебедев, А.А. Яблоков

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

Инновационное развитие электроэнергетики направлено на создание интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью. Ключевым компонентом активно-адаптивной сети являются подстанции, основанные на интегрированных цифровых системах измерения параметров электроэнергии, управления высоковольтным оборудованием, релейной защиты и автоматики, которые получили название цифровых.

Управление оборудованием и режимами работы цифровой подстанции основано на первичных данных, поступающих от измерительных трансформаторов тока и напряжения.

В настоящее время для использования на цифровой подстанции разработаны и внедряются в опытную эксплуатацию трансформаторы тока, работающие на магнитооптическом эффекте Фарадея. Однако задача создания трансформаторов напряжения на оптическом эффекте (эффекте Погкельса) широкого промышленного применения остается нерешенной. В работах [1,2] отмечается, что выходной сигнал оптических трансформаторов подвержен влиянию внешних факторов, таких как температура, вибрация и давление, что отрицательно сказывается на погрешности измерений. Кроме того, значительное влияние на погрешность измерения оказывает электрическое поле токоведущих элементов соседних фаз и другого оборудования [3]. Мероприятия по компенсации влияния данных факторов на погрешность измерения трудно реализуемы технически и ведут к удорожанию оптических трансформаторов [4].

На цифровой подстанции могут применяться традиционные электромагнитные трансформаторы напряжения совместно с измерительным объединяющим устройством, выполняющим преобразование аналогового сигнала в цифровой и его передачу в соответствии с протоколом IEC 61850-9.2LE. Однако, это не решает проблем самих электромагнитных трансформаторов напряжения, ведет к удорожанию реконструкции и необходимости размещения дополнительного оборудования на территории открытого распределительного устройства. Так, большинство электромагнитных трансформаторов напряжения является маслонеполненными, а, соответственно, взрыво- и пожароопасными, они имеют недостаточный частотный диапазон измерений, что накладывает неко-

торое ограничение на развитие систем релейной защиты, автоматики и методов определения мест повреждений, и не позволяют выполнять измерения постоянного напряжения, что необходимо для систем высоковольтных линий постоянного тока. Кроме того, работа обычных электромагнитных трансформаторов напряжения во время переходных процессов может приводить к возникновению феррорезонансных явлений, которые, в свою очередь, приводят к неправильной работе электроэнергетического оборудования, выходу его из строя, развитию крупных аварий.

Емкостные и резистивные делители напряжения не подвержены феррорезонансу. Емкостные делители напряжения имеют такие недостатки как неравномерность амплитудно-частотной характеристики, препятствующая достоверному определению процентного содержания высших гармоник в кривой первичного напряжения, что необходимо для анализа качества электроэнергии, не всегда достаточная точность измерений, поскольку высоковольтные конденсаторы на основе различных диэлектриков характеризуются диэлектрическими потерями и имеют существенную зависимость электрической емкости от приложенного напряжения и температуры, невозможность работы на постоянном токе, наличие остаточных зарядов, что приводит к высокой погрешности измерения при их повторном включении в переходных режимах.

Резистивные делители лишены указанных недостатков емкостных делителей напряжения. Однако, в настоящее время разрабатываются, исследуются и выпускаются резистивные делители напряжения, предназначенные в основном для использования в лабораторных исследованиях или на закрытых распределительных устройствах и имеющие масляную или элегазовую изоляцию.

Таким образом, актуальным является разработка резистивных делителей напряжения в твердотельной изоляции, предназначенных для эксплуатации на открытых распределительных устройствах, обеспечивающих высокую точность измерений и методик их расчета.

Использование твердотельной изоляции для резистивных элементов создает дополнительное тепловое сопротивление, препятствующее отводу тепла от резистивных элементов. Нагрев резистивных элементов может приводить к изменению их активных сопротивлений, а, следовательно, и к уменьшению точности измерения напряжения резистивным делителем. Изменение величины сопротивления в сторону увеличения приводит к снижению саморазогрева резистивного элемента, а, следовательно, и к снижению погрешности. Однако увеличение активного сопротивления резистивных элементов уменьшает общий ток через делитель так, что при значительных сопротивлениях резистивных элементов начинают оказывать влияние на точность измерений объемные токи смещения в диэлектрике изолятора и окружающего пространства, а также токи утечки по поверхности самого изолятора. В первую очередь от влияния емкостных токов (токов смещения) увеличивается угловая погрешность.

Для получения компромиссного решения необходимо увеличивать ток через резистивный делитель, уменьшая активное сопротивление резистивных элементов, что снижает емкостную составляющую тока, при этом снижение влияния саморазогрева резистивных элементов на точность следует осуществ-

лять выбором резистивных элементов с минимальным температурным коэффициентом сопротивления (ТКС).

Следует отметить, что такой подход приводит к повышению тепловыделения на резистивных элементах и к их возможному перегреву и повреждению. С целью ограничения максимального значения температуры в соответствии с требованиями нормативных документов по тепловым испытаниям [5] и условиям эксплуатации резистивных элементов предельное положительное значение температуры на поверхности резистивного элемента выбрано равным 100 °С.

Разработка конструкции резистивного делителя напряжения и выбор параметров его элементов были выполнены на основе математического моделирования его теплового и электрического полей. Описание разработанных трехмерных математических моделей с распределенными параметрами, методов и методик моделирования и расчета резистивного делителя напряжения приведено в статьях [6, 7].

Выполненные исследования теплового состояния экспериментального образца (рис. 1, а) при помощи тепловизионной съемки позволили определить величину саморазогрева резистивного делителя и подтвердили правильность разработанных методов и методик расчета.

Результаты экспериментальных исследований показали, что амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики разработанного первичного преобразователя на основе резистивного делителя значительно превосходят амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики традиционных электромагнитных трансформаторов и емкостных делителей напряжения (рис. 1, б).

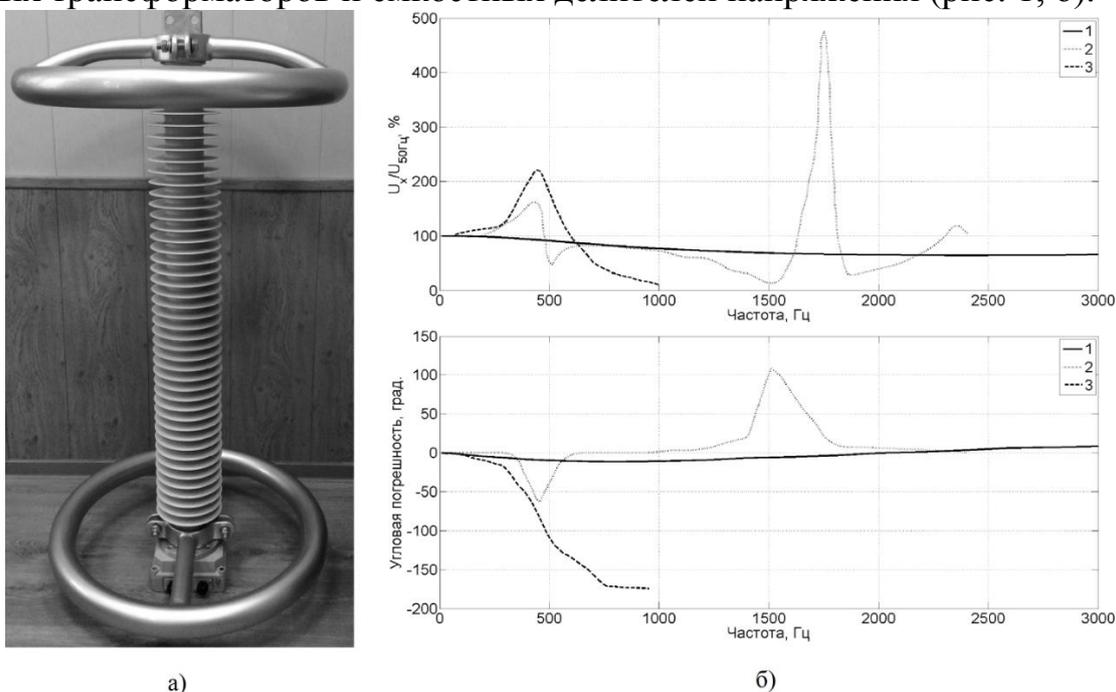


Рис. 1. Фотография экспериментального образца первичного преобразователя напряжения на основе резистивного делителя в твердотельной изоляции (а) и амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики (б): 1 – экспериментальный образец (без компенсации в нижнем плече); 2 – индуктивный трансформатор напряжения 420 кВ с маслянно-бумажной изоляцией [8]; 3 – емкостный трансформатор напряжения [8]

Созданный экспериментальный образец первичного преобразователя напряжения на основе резистивного делителя по результатам испытаний имеет класс точности 0,2.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования выполнены при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» по теме «Разработка и исследование цифровых трансформаторов напряжения 110 кВ, основанных на фундаментальных физических законах с оптоэлектронным интерфейсом для учета электроэнергии в интеллектуальной электроэнергетической системе с активно-адаптивной сетью» (Соглашение №14.574.21.0072 о предоставлении субсидии от 27 июня 2014 г., уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) RFMEFI57414X0072).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Christensen L.H. Design, construction, and test of a passive optical prototype high voltage instrument transformer // IEEE Transaction on Power Delivery. – 1995. – Vol.10. – № 3.
2. Xiao X., Xu Y., Dong Z. Thermodynamic modeling and analysis of an optical electric-field sensor // Sensors. – 2015. – № 15. – pp. 7125-7135.
3. Лебедев В.Д., Яблоков А.А. Исследование электромагнитной совместимости оптических и цифровых трансформаторов тока и напряжения // Материалы Международной научно-технической конференции «Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии». – Иваново: ФГБОУ ВПО Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2015. – С. 471 – 475.
4. Chen J., Li H., Zhang M., Zhang Y. New compensation scheme of magneto-optical current sensor for temperature stability improvement // Metrology and measurement systems. – 2012. – № 3. – pp. 611-616.
5. ГОСТ 15150-69. – Москва: Стандартинформ, 2006. – 58 с.
6. Lebedev V., Zhukov V., Yablokov A. Analysing the thermal state of voltage transformer based on resistive voltage divider // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (MSE). – 2015. – №93. – p. 1-6.
7. Lebedev V.D., Yablokov A.A. Analysing the impact of electrical displacement and leakage currents in transformer insulation on voltage measurement accuracy // Applied Mechanics and Materials. – 2015. – № 792. – pp. 220-229.
8. Kunde K. Frequency Response of Instrument Transformers in the kHz range // Components & Periphery. – 2012. – № 6. – p. 1-4.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ

Н.Ю. Рубан, Ю.С. Боровиков, М.В. Андреев
Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭЭС

В силу единства и параллельности производства, транспортировки, распределения и потребления электрической энергии все оборудование (первичные двигатели, генераторы, трансформаторы, линии электропередач и т.д.) электроэнергетических систем (ЭЭС) объединено непрерывным спектром квазиустановившихся и переходных процессов в нормальных, аварийных и послеаварийных режимах их работы. Ввиду недопустимости натурального моделирования процессов, особенно аварийных, необходимую для проектирования, исследования и эксплуатации оборудования ЭЭС, в том числе для адекватной настройки противоаварийной автоматики (ПА), информацию о процессах в ЭЭС можно получить только путем моделирования, преимущественно математического. Однако адекватная модель реальной ЭЭС, даже с учетом допустимого эквивалентирования, всегда содержит жесткую, нелинейную, систему дифференциальных уравнений чрезвычайно большой размерности, решение которой при существующем сугубо численном подходе ограничено условиями применимости методов их численного интегрирования [1-4]. Согласно теории методов дискретизации для обыкновенных дифференциальных уравнений данные условия ограничивают: жесткость, дифференциальный порядок и интервал решения [5, 6]. В результате обеспечение необходимой обусловленности связано с неизбежностью упрощения математических моделей оборудования и ЭЭС в целом и, тем более средств ПА, и ограничения интервала решения. Кроме того, всегда неизвестной остается присущая численному интегрированию дифференциальных уравнений методическая ошибка [7, 8]. Совокупность указанных обстоятельств приводит к часто неприемлемой достоверности результатов подобного моделирования и связанными с этим ошибками в определении условий работы оборудования, функционирования ПА и её настройки [9]. Отмеченные факторы наличия проблемы подтверждаются проведенными в России и за рубежом верификациями такого моделирования. В рамках существующего подхода, связанного с необходимостью существенного упрощения даже основного, особенно электросетевого оборудования, воспроизводимого статическими моделями исключается возможность достаточно полного и достоверного воспроизведения непрерывного спектра квазиустановившихся и переходных процессов в ЭЭС и детального моделирования ПА, необходимых для исследования условий её функционирования и определения её всережимной настройки. Единственным путём решения обозначенной проблемы является предлагаемый в данном проекте принципиально альтернативный комплексный подход, позволяющий исключить все препятствия для эффективного решения обозначенной проблемы.

В соответствие с предлагаемым комплексным подходом к решению проблемы для каждого ее выявленного аспекта применяются и разрабатываются необходимые для их радикального решения методы и средства:

1. Для обеспечения достоверности решения описывающих процессы в оборудовании и ЭЭС в целом систем дифференциальных уравнений, независимо от жесткости, дифференциального порядка используется непрерывное параллельное методически точное неявное интегрирование дифференциальных уравнений на неограниченном интервале.
2. Для осуществления метода непрерывного неявного интегрирования дифференциальных уравнений используется параллельная цифро-аналоговая структура.
3. Для адекватного воспроизведения различных продольно-поперечных коммутаций их реализация осуществляется на модельном физическом уровне.
4. Для взаимодействия модельного и математического уровней используется преобразование непрерывных математических переменных в соответствующие модельные физические величины.
5. Для обеспечения естественного взаимодействия моделируемого оборудования ЭЭС и неограниченной наращиваемости размерности воспроизводимой ЭЭС, объединение моделируемого оборудования осуществляется на физическом уровне.

Реализация данного подхода к решению обозначенной проблемы позволяет создать высокоадекватный модельный аналог любой реальной ЭЭС, осуществляющий бездекомпозиционное непрерывное воспроизведение единого спектра квазиустановившихся и переходных процессов в реальном времени на неограниченном интервале с гарантированной приемлемой точностью в оборудовании и ЭЭС в целом, включая средства противоаварийной автоматики. В качестве инструментальной основы для создания модельного аналога планируется использовать разработанный в Томском политехническом университете Всережимный моделирующий комплекс реального времени ЭЭС (ВМК РВ ЭЭС). Поскольку ВМК РВ ЭЭС позволяет получить достаточно полную и достоверную информацию по всему значимому спектру квазиустановившихся и переходных процессов в оборудовании и ЭЭС в целом, то становится возможным проводить исследование влияния на функционирование средств ПА особенностей спектра квазиустановившихся и переходных процессов.

Совокупность вышесказанного формирует перечень задач, решение которых необходимо для достижения обозначенной цели:

1. Анализ современного состояния исследуемой проблемы влияния спектра переходных процессов в электроэнергетических системах на функционирование средств противоаварийной автоматики, а также выявление причин, препятствующих её решению.
2. Разработка и обоснование концепции адекватного моделирования средств противоаварийной автоматики, а также принципов построения и структуры средств её осуществления, обеспечивающих устранение причин, препятствующих решению исследуемой проблемы.

3. Создание экспериментальных средств и методики реализации концепции адекватного моделирования противоаварийной автоматики.
4. Разработка программы экспериментальных исследований влияния спектра переходных процессов в электроэнергетических системах на функционирование противоаварийной автоматики.
5. Проведение в соответствии с программой экспериментальных исследований на примере конкретного типа противоаварийной автоматики и анализ результатов, подтверждающих достижение поставленной цели проекта.

Решение данных задач позволяет приступить к разработке методики все-режимной настройки средств противоаварийной автоматики конкретного типа, обеспечивающей их надежное все-режимное функционирование и, как следствие снижение уровня аварийности в ЭЭС.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, Госзадание «Наука» № 3901 (2.1655.2016 от 01.01.2016), тема: «Разработка и исследование гибридной модели вставки не-синхронной связи электроэнергетических систем».

ЛИТЕРАТУРА:

1. Холл Дж., Уатт Дж. Современные численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений: Пер. с англ. / Под ред. А.Д. Горбунова. – М.: Мир, 1979. – 312 с.
2. Бабушка И., Витасек Э., Прагер М. Численные процессы решения дифференциальных уравнений: Пер. с англ. / Под ред. Г.И. Марчука. М.: Мир, 1969. – 368 с.
3. Ракитский Ю.В., Устинов С.М., Черноруцкий И.Г. Численные методы решения жестких систем – М.: Наука, 1979. – 208 с.
4. Хайрер Э., Ваннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Жесткие и алгебро-дифференциальные задачи: Пер. с англ. – М.: Мир, 1999. – 612 с.
5. Dahlquist G. Convergence and stability in the numerical integration of ordinary differential equations, Math. Scand., 4, 33-53.
6. Lambert J. D. Computational methods in ordinary differential equations. - N. Y., 1973. London–New York–Sydney–Toronto, John Wiley and Sons, Ltd., XV + 278 pp
7. Вержбицкий В.М. Численные методы (математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения). – М.: Высш. шк., 2001. – 382 с.
8. Хеминг Р.В. Численные методы: Пер. с англ. / Под ред. Р.С. Гутера. М: Наука, 1968. – 400 с.
9. Погосян Т.А. Погрешность расчетов электромеханических переходных процессов в электрических системах // Электричество. -1984. -№3. - С.54-56.

КОНТРОЛЬ ИЗОЛЯЦИИ ВВОДОВ 500 КВ АВТОТРАНСФОРМАТОРОВ ПОДСТАНЦИИ ОЗНАЧЕННОЕ

Д.А. Кабалин
Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭЭС, группа 5А3А

На многих подстанциях, построенных в советское время, устройства релейной защиты и автоматики основного оборудования выполнены на электро-механической базе. Многие реле стоят под напряжением по несколько десятков лет, и разработанная система технического обслуживания и эксплуатации позволяет гарантированно использовать их еще довольно длительное время. Так на подстанции (ПС) 500 кВ Означенное, размещенной на транзите 500 кВ и связанной с выдачей мощности Саяно-Шушенской ГЭС, установлены две группы автотрансформаторов 3хАОДЦТН-267000/500/230У1, устройства РЗА которых выполнены на электро-механической базе. Автотрансформаторные группы 1АТ и 2АТ имеют маслonaполненные вводы с бумажно-масляной изоляцией.

Повреждение изоляции маслonaполненного ввода автотрансформаторов в начальной стадии развивается, как правило, медленно, происходит частичный пробой изоляции между обкладками ввода, увеличивается ток утечки. В дальнейшем повреждение может развиваться быстрее и перейти в короткое замыкание.

В соответствии с [1] для выявления повреждений внутренней изоляции вводов автотрансформаторов (АТ) напряжением 500 кВ в начальной стадии применяют устройства контроля изоляции вводов (КИВ). Устройство позволяет обнаружить частичный пробой ввода и предотвратить дальнейшее повреждение, сопровождающееся разрушением ввода и пожаром автотрансформатора, отключением автотрансформатора до наступления полного пробоя изоляции ввода.

Принцип действия устройства КИВ основан на измерении суммы трехфазной системы емкостных токов первой гармоники, протекающих под воздействием рабочего напряжения через изоляцию трех вводов, включенных в разные фазы. Когда ввода исправны, сумма токов в измерительной цепи КИВ равна (близка) нулю ($I_{\text{нб}} \approx 0$). При неисправности ввода (частичном пробое изоляции или при увеличении активного тока утечки во время развития пробоя) в предварительно сбалансированной сумме токов появляется составляющая промышленной частоты, на которую и реагирует устройство. В зависимости от величины этой составляющей КИВ действует на сигнал или на отключение трансформатора.

Устройство КИВ 500 кВ состоит из:

- потенциального измерителя напряжения (ПИН), установленного на каждом вводе 500 кВ;
- согласующего трансформатора ТПС-0,66;
- разрядника ТПС;

- испытательного блока (рубильника) для коммутации и заземления цепей, связывающих согласующий трансформатор с контролируемыми вводами;
- релейного блока (блок-реле КИВ-500Р).

Все элементы устройства КИВ, кроме релейного блока, расположены на ОРУ-500 кВ. Блок-реле КИВ-500Р установлен на панели 11Р в релейном зале.

Присоединение КИВ к выводам ПИН осуществляется через согласующий трансформатор (с коэффициентом трансформации $K_t = 1/13$) с ответвлениями в первичной обмотке для выравнивания м.д.с., создаваемых токами каждой фазы, и снижения тока небаланса во вторичной обмотке до минимального значения.

Для защиты согласующего трансформатора от перенапряжения на выводах ПИН установлены разрядники.

Согласующий трансформатор установлен в шкафу около ящиков зажимов автотрансформатора.

Вторичная обмотка согласующего трансформатора подключена к устройству контроля изоляции, выполненному в блоке электромеханической типа КИВ-500Р.

Устройство КИВ-500Р состоит из трех элементов: чувствительного (сигнального), грубого (отключающего) и измерительного (рис.1).

Сигнальный элемент имеет возможность перевода действия с «сигнала» на «отключение». Отключающий элемент может быть введён на «отключение» или на «сигнал». В сигнальный элемент входит трансформатор тока ТА3, фильтр высших гармоник (Др, С1-С4) и реагирующий орган-реле РТ1, включенный через выпрямитель VD. Отключающий элемент включен через трансформатор тока ТА2 и состоит из фильтра высших гармоник С5, С6, резистора R7 и реагирующего органа-реле РТ2.

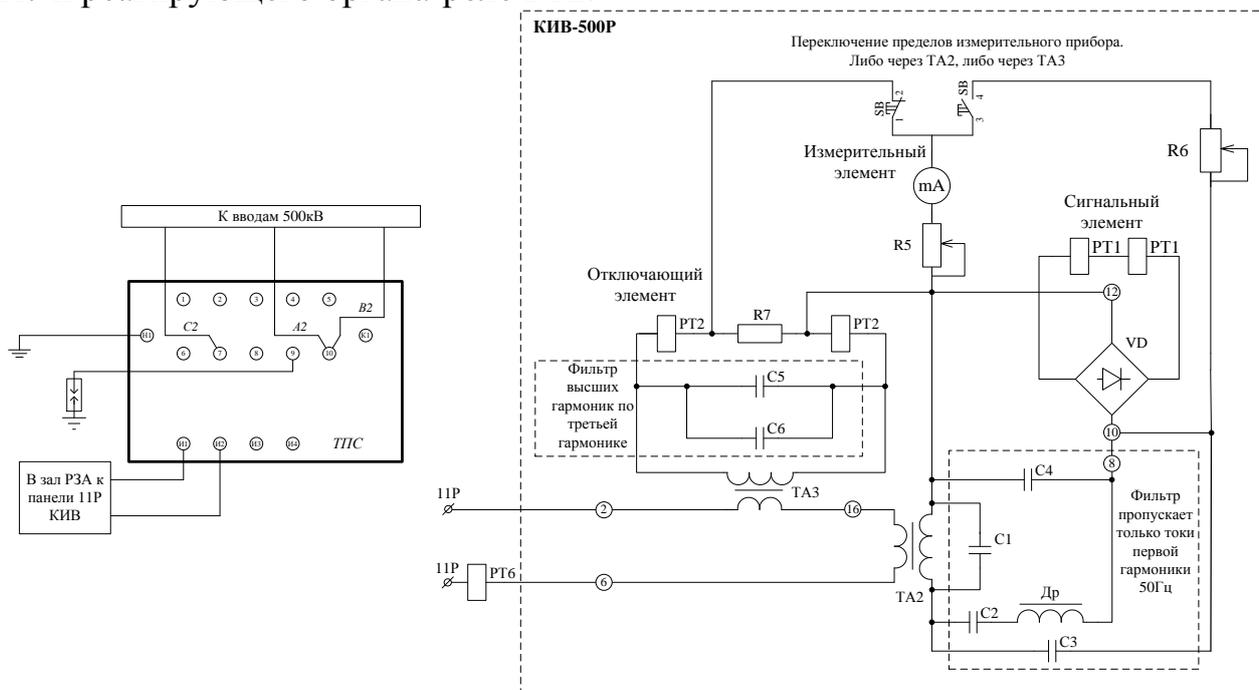


Рис. 1. Схема КИВ-500

Основным элементом является сигнальный элемент.

Срабатывание сигнального элемента указывает на начавшееся прогрессирующее повреждение изоляции высоковольтного ввода и необходимости быстрого отключения АТ (еще до срабатывания отключающего элемента). При нарушении изоляции вводов происходит срабатывание сигнального элемента с выдержкой времени, превышающей максимальную выдержку времени резервных защит прилегающей сети. Выдержка времени сигнального элемента принята 7,5 секунды для 1АТ и 2АТ.

Срабатывание сигнального элемента КИВ-500 происходит при токе утечки равном $5\div 7\%$ номинального емкостного тока ввода. Уставка срабатывания для сигнального элемента КИВ-500 1АТ и 2АТ принята равной 4,07 мА, а с учетом коэффициента трансформации согласующего трансформатора (равного 1/13) значение тока во вторичной обмотке составляет 53 мА.

При дальнейшем повреждении изоляции (увеличение тока утечки) срабатывает отключающий элемент, отстраиваемый по времени от быстродействующих защит. Выдержка времени отключающего элемента принята равной 1,2 секунды для 1АТ и 2АТ. Причем, работа реле времени отключающего элемента разрешается только после срабатывания реле времени сигнального элемента.

Срабатывание отключающего элемента КИВ-500 происходит при токе утечки равном $20\div 25\%$ от номинального емкостного тока ввода. Уставка срабатывания этого элемента для 1АТ и 2АТ принята равной 14,56 мА, значение тока во вторичной обмотке согласующего трансформатора составляет 189,3 мА ($K_t = 1/13$).

При одновременной работе сигнального элемента КИВ-500 с выдержкой времени и ДЗО - 500 любого из комплектов соответствующего автотрансформатора, происходит пуск системы пожаротушения фазы, на которой произошло повреждение высоковольтного ввода.

Измерительный элемент представляет собой миллиамперметр, позволяющий определять характер изменения емкостных токов вводов 500 кВ. Миллиамперметр с помощью кнопки (SB) может подключаться к сигнальному или отключающему элементу. Шкала прибора: при нажатой кнопке – 50 мА, при отпущенной кнопке – 400 мА. Шкала прибора отградуирована на значение тока во вторичной обмотке согласующего трансформатора. Для определения реального тока небаланса пользуются таблицей пересчета, вывешенной на панели 11Р.

Для исключения ложной работы отключающего элемента КИВ-500, при повреждениях в цепях соединительных проводов согласующего трансформатора и ввода 500кВ, выполнена блокировка (посредством токового реле РТ6), которая выводит из действия отключающий элемент, при этом сигнальный элемент остается в работе. Устройство блокировки запрещает действие отключающего элемента при резком изменении тока утечки вводов – от нормальной величины тока небаланса до величины большей уставки срабатывания блокирующего реле, и не блокирует отключающий элемент при медленном увеличении тока утечки во время повреждения изоляции ввода.

При параллельной работе двух автотрансформаторов предусмотрено отключение АТ от сигнального элемента КИВ-500 для предотвращения дальнейшего разрушения изоляции высоковольтного ввода.

Срабатывание блокирующего реле КИВ-500 происходит при токе утечки в первичной обмотке согласующего трансформатора равном $60 \div 70\%$ номинального емкостного тока ввода. Уставка срабатывания этого реле для 1АТ и 2АТ принята равной 40,76мА, значение тока во вторичной обмотке согласующего трансформатора составляет 530 мА ($K_T = 1/13$).

При работе КИВ-500 1АТ (2АТ) на отключение, автотрансформатор отключается со всех сторон с запретом АПВ.

Ввод в работу (вывод из) работы КИВ-500 осуществляется накладками на панели 11Р. При срабатывании сигнального, отключающего или сигнального элемента на отключение элемента выпадают соответствующие флажки реле на панели 11Р в блоке КИВ-500Р. При этом работает предупредительная звуковая сигнализация и световая сигнализация на соответствующих табло.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Правила устройства электроустановок. — Москва: КноРус, 2010. — 488 с. — Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 апреля 2010 г.
2. А. М. Федосеев, М. А. Федосеев. Релейная защита электроэнергетических систем: учебное пособие — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Энергоатомиздат, 1992. — 528 с.: ил.
3. Инструкция по эксплуатации и оперативному обслуживанию устройств РЗА автотрансформаторов 1АТ (2АТ) ПС 500 кВ Означенное.

Научный руководитель: Н.М. Космынина, к.т.н., доцент ЭЭС ЭНИН ТПУ.

ВЛИЯНИЕ НАСТРОЕК АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛЯТОРА ВОЗБУЖДЕНИЯ НА ДИНАМИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

С.В. Свечкарев¹, А.С. Васильев², М.В. Рыбакова³, Р.А. Алехин⁴, В. Valov⁵
^{1,2,3,4}Томский политехнический университет

^{1,2,3}ЭНИН, ЭЭС, ³группа 5АМ5А, ⁴ЭНИН, ЭСИЭ, группа 5АМ5Д

⁵Research Institute Fraunhofer IWES, GERMANY, Dr./OAK Moscow

С точки зрения моделирования динамических процессов современные электрические сети являются наиболее сложными системами, созданными человеком. Это обуславливается единством, одновременностью и непрерывностью процессов генерации, распределения и потребления электроэнергии всеми участниками данного процесса.

Поскольку подавляющее большинство силового и вспомогательного оборудования представляют собой динамические элементы, к тому же преимущественно нелинейные и со значительным диапазоном постоянных времени, то любая современная электроэнергетическая система образует большую, жесткую и нелинейную динамическую систему. Поэтому, в отличие от расчета установившихся режимов, моделирование динамических процессов в оборудовании и электроэнергетических системах (ЭЭС) в целом является гораздо более сложной задачей.

Всерезимный моделирующий комплекс реального времени электроэнергетических систем (ВМК РВ ЭЭС) – это разработка Томского политехнического университета [1], которая позволяет решать задачи анализа нормальных, аварийных и послеаварийных режимов и процессов в оборудовании электрических станций, электрических сетях и ЭЭС в целом, а также практически неограниченно наращивать размерность моделируемой схемы.

ВМК РВ ЭЭС прошёл опытную эксплуатацию в Тюменской [2] (Тюмень-энерго, 1998-2002 гг.) и Томской (Томское предприятие магистральных электрических сетей 2006-2009 гг.) энергосистемах, отмечен различными медалями международных научных конференций и выставок.

В данной статье рассмотрены опыты аварийной ситуации (сценарий которой приведен ниже) и рассмотрено влияние настройки автоматического регулятора возбуждения (АРВ) на сохранение динамической устойчивости [3]. Все опыты прошли процедуру сравнения результатов с моделированием в программном комплексе PowerFactory (компания DIgSILENT GmbH, Германия), которые любезно предоставил институт ветроэнергетики и технологии энергосистем, входящий в общество им. Фраунгофера по поддержке прикладных исследований (Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik, IWES, Germany). Схема моделируемой ЭЭС представлена на рисунке 1.

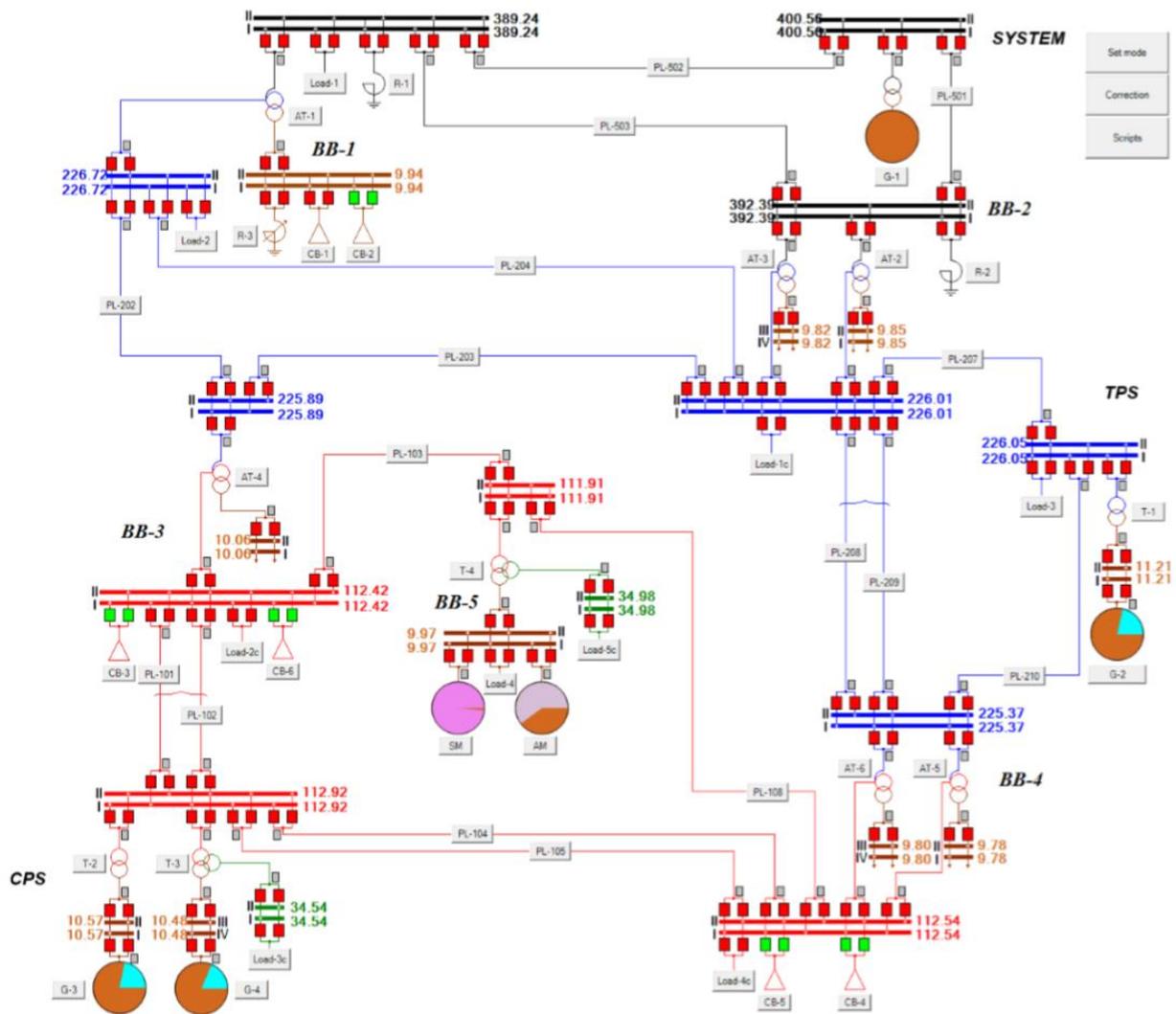


Рис. 1. Схема моделирования ЭЭС в ВМК РВ

В непосредственной близости от электростанции TPS на линии PL-207 возникает короткое замыкание фазы С на землю. Через 0,094 с выключатели отключают линию с обеих сторон из-за действия релейной защиты. Через 0,5 с после отключения выключателя срабатывает автоматика трехфазного повторного включения со стороны подстанции BB-2, а еще через 0,42 с включаются выключатели со стороны TPS. Поскольку замыкание не было устранено, возникло повторное КЗ и срабатывание защиты через 0,1 с. Генератор G-2 остался подключен только через линию PL-210.

Результаты моделирования приведены для различных начальных условий: в первом опыте напряжение на шинах генератора G-2 электростанции TPS поддерживалось на уровне 11,2 кВ (рисунок 2) с помощью АРВ, а во втором – 10,34 кВ (рисунок 3).

Для поддержания большего напряжения на шинах генератора в первом опыте формируется большее напряжение возбуждения и больший ток возбуждения, и, следовательно, ЭДС обмотки статора генератора G-2. В результате предел выдаваемой мощности генератора в первом опыте получается больше, чем во втором. Это приводит к тому, что в первом опыте генератор продолжает работать синхронно с сетью (рисунок 2), то есть система обладала достаточным

запасом статической и динамической устойчивости, а во втором выпадает из синхронизма (рисунок 3).

Отметим, что выход из синхронизма происходит не сразу, а после нескольких циклов качаний, которые также фиксируются моделирующими программами.

Результаты моделирования в PowerFactory в виде осциллограмм контролируемых величин для первого опыта показаны на рисунке 4, а для второго – на рисунке 5.

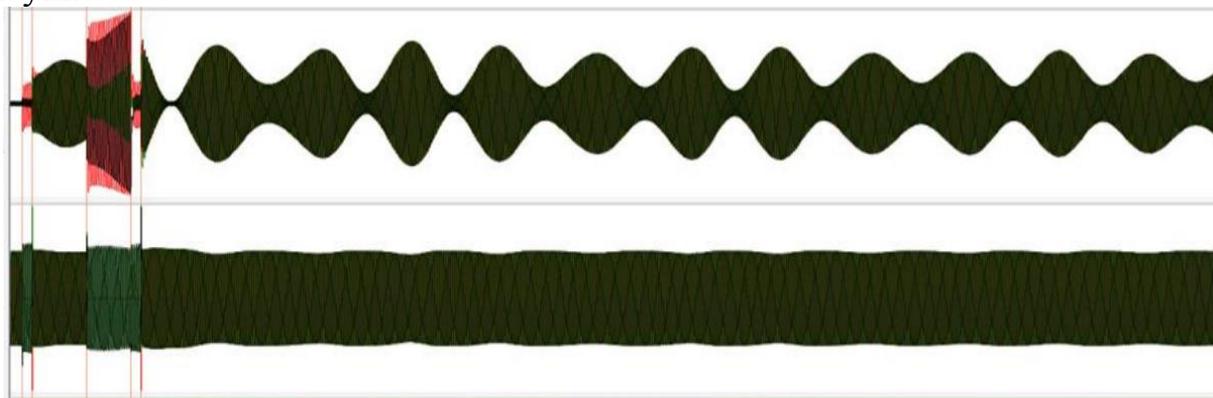


Рис. 2. Первый опыт. Осциллограммы тока линии PL-210 (сверху) и напряжения на шинах высокого напряжения TPS (снизу).

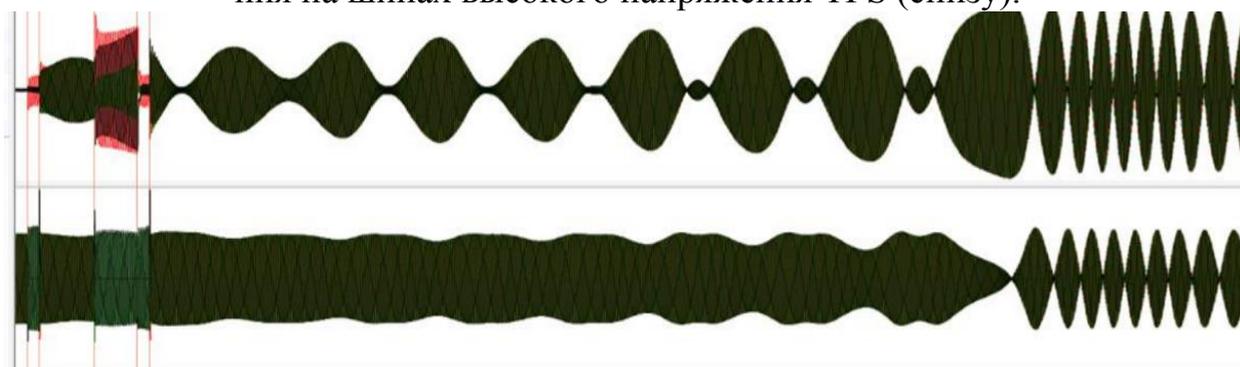


Рис. 3. Второй опыт. Осциллограммы тока линии PL-210 (сверху) и напряжения на шинах высокого напряжения TPS (снизу).

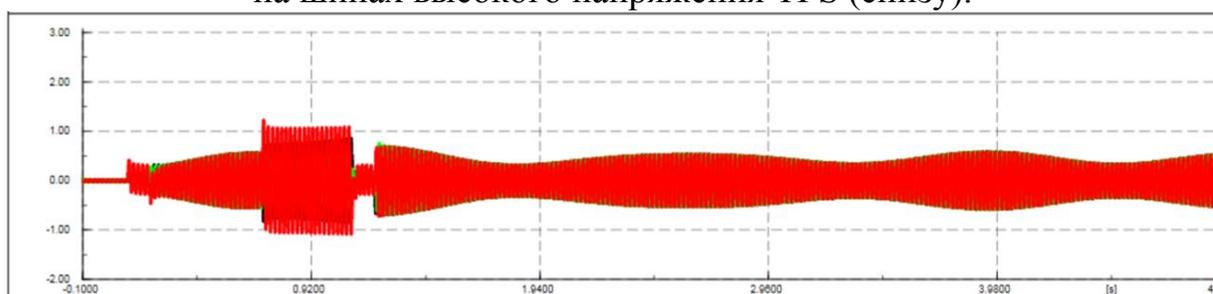


Рис. 4. Первый опыт. Фазные токи линии PL-210

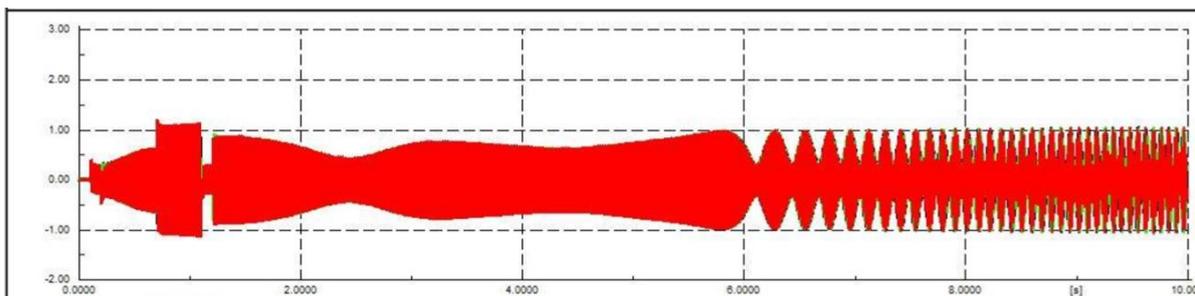


Рис. 5. Второй опыт. Фазные токи линии PL-210

Выводы

1. Проведенные опыты демонстрируют значительное влияние настройки параметров АРВ на устойчивость энергосистемы.
2. В статье рассмотрено влияние только одного настроечного параметра АРВ на динамическую устойчивость энергосистемы, однако влияние других параметров тоже оказывает существенное влияние на динамические процессы, что также необходимо учитывать.
3. Опыты производились на двух моделирующих комплексах ВМК РВ ЭЭС и PowerFactory. Результаты опытов показывают практически полное соответствие моделируемых режимов, что свидетельствует, о схожих свойствах математических моделей всех значимых энергетических объектов и их систем автоматического регулирования, а также об идентичном задании их режимных параметров.
4. Моделирование процессов на ВМК РВ ЭЭС происходит в реальном времени, а время расчета данных аварийных опытов на PowerFactory занимает порядка 20 мин. Следовательно, моделирование сложных динамических задач, связанных с определением границ устойчивости энергосистем, тем более энергосистем большого размера и сложности, для практических задач выгоднее производить на ВМК РВ ЭЭС.

ЛИТЕРАТУРА:

1. A.S. Gusev, Yu.V. Khrushchov, S.V. Svechkarev, I.L. Plodisty. Fully-variable real-time simulation of electric power systems // The 2009 International Forum on Strategic Technologies (IFOST 2009) HoChiMinh City, 21-23 October, 2009 –т. 1. - с. 38-42.
2. А.С. Гусев, Ю.С. Боровиков, А.О.Сулайманов. Гибридная модель линии электропередачи // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. - 2012 - №. 2 - С. 264-268.
3. A. Ilina, S. Svechkarev. Method of determining the optimal settings of automatic excitation regulators of synchronous machines in EPS // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2015. Vol. 93: Modern Technique and Technologies (MTT'2015).

Научный руководитель: С.В. Свечкарев, к.т.н., ст. преподаватель каф. ЭЭС ЭНИН ТПУ.

СГЛАЖИВАНИЕ И ОЦЕНКА ПРОИЗВОДНЫХ СИГНАЛОВ В УСТРОЙСТВАХ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ, ОСНОВАННОЙ НА ДАННЫХ СИНХРОНИЗИРОВАННЫХ ВЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

¹А.В. Кириленко, ²И.М. Кац

^{1,2}Томский политехнический университет

¹ЭНИН, ЭСиЭ, группа 5АМ5Д

²ЭНИН, ЭЭС

Использование синхронизированных векторных измерений (СВИ) позволяет повысить надежность функционирования электроэнергетических систем за счет увеличения объема и достоверности данных, используемых для мониторинга электрических режимов, а также предоставляет возможность создавать принципиально новые устройства автоматики и противоаварийного управления (ПА) [1].

Зачастую, в различных устройствах ПА, таких как автоматика предотвращения нарушения устойчивости или автоматика ликвидации асинхронного режима и др. используется информация о взаимных углах между различными узлами в ЭЭС [2]. Использование систем СВИ позволяет организовать непосредственное измерение углов в различных точках ЭЭС и использовать их для реализации функций ПА [3].

Однако, данные, получаемые от СВИ, содержат не только полезные составляющие сигналов, но и случайные ошибочные значения (шумы) [4, 5], которые могут приводить к ложному и/или неселективному срабатыванию устройств ПА. Поэтому применение необработанных данных от СВИ для организации функционирования ПА является нежелательным.

Обработка данных СВИ, поступающих в режиме реального времени, может быть организована путем оконной фильтрации, т.е. для формирования значения последнего поступившего измерения учитываются несколько предшествующих измерений. При этом необходимо обеспечить максимально точную оценку полезного аналогового сигнала, породившего эти данные. Для решения этой задачи сегодня используется достаточно широкий набор алгоритмов. Однако все из используемых алгоритмов могут вносить искажения в информационную составляющую сигнала, а простота их реализации и требуемые вычислительные ресурсы значительно различаются друг от друга.

Одним из эффективных способов фильтрации и оценивания производных зашумленных временных рядов являются фильтры Савицкого-Голая [7], которые реализуют аппроксимацию с помощью метода наименьших квадратов полиномами n -й степени в окрестности каждого измерения. При этом используется m предшествующих точек от рассматриваемого измерения. Коэффициенты аппроксимирующего полинома зависят только от степени полинома k и числа точек m , учитываемых при аппроксимации, и не зависят от значений измерений.

При равноудаленных измерениях, могут быть использованы табулированные коэффициенты аппроксимирующих полиномов α_i для различных зна-

чений k и m [8]. Выражение для получения сглаженного значения или оценки производной временного ряда в точке:

$$Y_t = \frac{1}{\Delta t \cdot h} \sum_{i=0}^{m-1} a_i \cdot X_{t-1} \quad (1)$$

где Y_t – текущее значение оцененного временного ряда, X_t – текущее необработанное значение исходного временного ряда, Δt – шаг дискретизации значений, h – нормировочный коэффициент, a_i – коэффициент аппроксимирующего полинома.

Для оценки эффективности выбранного алгоритма фильтрации сигналов были использованы зависимости значения фаз напряжений по концам линии электропередачи при переходном процессе, вызванном двухфазным КЗ на землю на ЛЭП с успешным АПВ, полученные путем математического моделирования двухмашинной эквивалентной энергосистемы [3]. Шаг дискретизации составляет $\Delta t = 0.02$ с, что соответствует передачи данных СВИ со скоростью 50 сообщений в секунду [6]. На полученный сигнал был наложен Гауссовский шум с отношением сигнала к шуму равным 45 дБ [5].

Например, для сглаживания полиномом второй степени с шириной окна аппроксимации $m = 11$ точек были получены следующие результаты, приведенные на рис. 1.

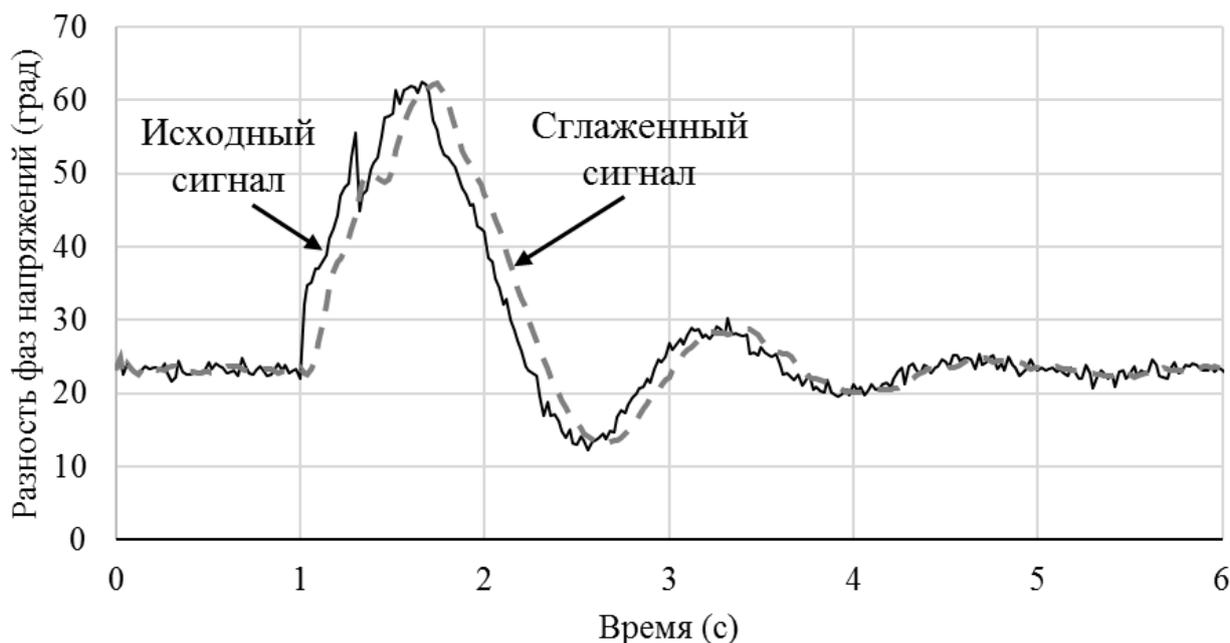


Рис. 1. Сглаживание полиномом второй степени для окна аппроксимации $m = 11$ точек

Результаты оценивания первой производной сигнала аналогичным полиномом приведены на рис. 2.

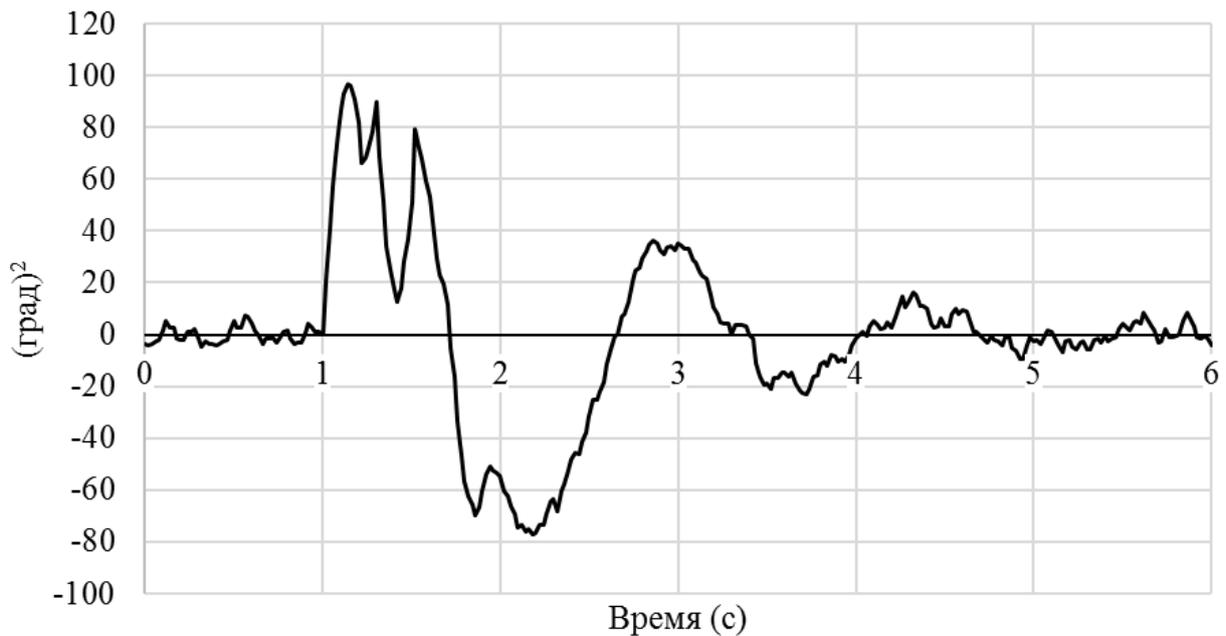


Рис. 2. Оценивание первой производной полиномом второй степени для окна аппроксимации $m = 11$ точек

Практическим примером использования полученных значений может быть получение траектории переходного процесса на фазовой плоскости, на основе которого можно сделать выводы об устойчивости переходного процесса в энергосистеме [2]. Пример построения фазовой траектории для значений, полученных с помощью фильтров Савицкого-Голая приведен на рисунке 3.

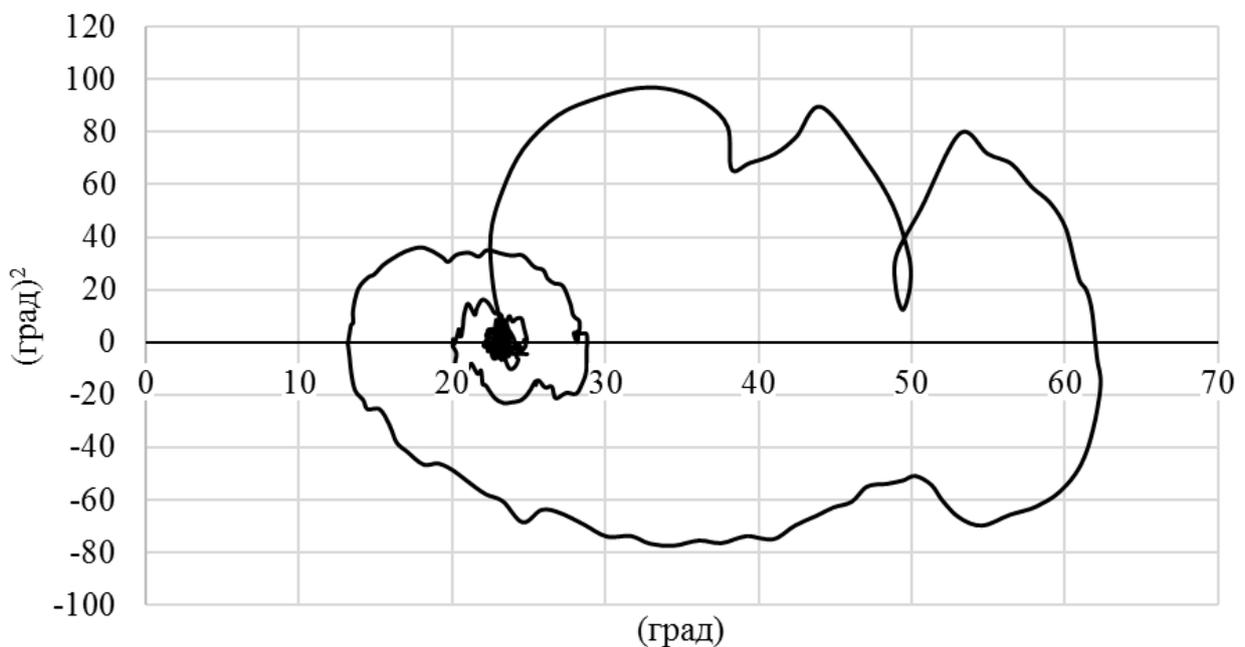


Рис. 3. Построение фазовой траектории переходного процесса

Как показали результаты исследований, фильтры Савицкого-Голая для дискретных сигналов с фиксированным шагом предоставляют хорошие сглаживающие способности при оценке сигналов и их производных, не внося значительных изменений в информационную составляющую по сравнению с дру-

гими фильтрами. Наличие табулированных коэффициентов аппроксимации обеспечивает простоту их реализации и небольшие вычислительные затраты.

Однако необходимо учитывать, что при оценивании данных в реальном времени появляется неизбежная задержка равная половине окна аппроксимации, что может быть недопустимо в некоторых задачах.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Phadke, A.G., Thorp J.S. Synchronized Phasor Measurements and Their Applications. New York: Springer, 2008. – 247 p.
2. Гуревич Ю.Е., Либова Л.Е. и др. Расчеты устойчивости и противоаварийной автоматики в энергосистемах. М.: Энергоатомиздат, 1990. – 390 с.
3. Кириленко А.В., Кац И.М. Разработка алгоритма функционирования устройств автоматики ликвидации асинхронного режима на основе данных синхронизированных векторных измерений. // Сборник материалов «Электроэнергетика глазами молодежи – 2016». Казань, КГЭУ. – 2016.
4. Mahmood F., Hooshyar H. and others. Extracting Steady State Components from Synchrophasor Data Using Kalman Filters. Energies. – issue 9. – p. 315. – 2016.
5. Brown M., Biswal M. Characterizing and Quantifying Noise in PMU data. In Proceedings IEEE PES General Meeting. – 2016.
6. IEEE Standard for Synchrophasor Data Transfer for Power Systems / IEEE Std C37.118.2. New York: IEEE, 2011. – 43 p.
7. Savitzky, A.; Golay, M.J.E. Smoothing and Differentiation of Data by Simplified Least Squares Procedures. – Analytical Chemistry, 1964, v.36(8), p.1627–1639.
8. Savitzky-Golay Filter – Coefficients [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.statistics4u.info/fundstat_eng/cc_savgol_coeff.html – 17.09.2016

Научный руководитель: И.М. Кац, к.т.н., доцент кафедры ЭЭС ЭНИН ТПУ.

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПОДСТАНЦИИ "БЕЛОЗЕРНАЯ"

В.А. Душечкин
Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭЭС, группа 5А3Б

Белозёрная группа подстанций (ГПС) находится в Нижневартовском районе. Подстанции являются транзитными; передают энергию для нефтеперерабатывающих и газоперерабатывающих заводов, а также в населённые пункты.

В ГПС входят 4 подстанции: Белозёрная, Мирная, Надежда, Космос. Все подстанции находятся в подчинение магистральных электрических сетей Западной Сибири (МЭС Западной Сибири).

На подстанции "Белозерная" имеется четыре распределительных устройства: ОРУ – 500 кВ; ОРУ – 220 кВ; ОРУ – 110 кВ; ЗРУ – 6 кВ.

Связь между ОРУ-500 кВ и ОРУ – 220 кВ осуществляется с помощью трех автотрансформаторных групп, технические параметры одной группы приведены в таблице 1

Табл. 1. Технические характеристики автотрансформаторной группы

№ п/п	Наименование параметра	Единица измерений	Норма	
1.	Номинальная мощность обмотки			
	-ВН	кВ*А	167000	
	-СН	кВ*А	167000	
	-НН	кВ*А	50000	
2.	Номинальное напряжение			
	-высшее	кВ	$500/\sqrt{3}$	
	-среднее	кВ	$230/\sqrt{3}$	
	-низшее	кВ	11	38,5
3.	Схема и группа соединений обмоток		Yн авто/Δ-0-11	

Связь между другими распределительными устройствами:

- ОРУ-220 кВ и ОРУ – 110 кВ - три автотрансформатора;
- ОРУ – 110 кВ и ЗРУ – 6 кВ - два двухобмоточных трансформатора с расщепленной обмоткой низшего напряжения.

Также на подстанции имеются трансформаторы собственных нужд: 1ТСН ТМ – 250/6 - 0,4; 2ТСН ТМ – 400/6 - 0,4; 3ТСН ТМ – 1000/6 - 0,4; 4ТСН ТМ – 1000/6 - 0,4.

Для коммутации в нормальных и аварийных режимах в электрических сетях переменного тока частоты 50 Гц на Белозерной установлены следующие выключатели:

- маломасляные выключатели ВМТ – 220-25/1250,
- элегазовые GL 314,
- масляные баковые У-220/2000;
- маломасляные выключатели ВМТ–110–25/1250.

Характеристика одного из выключателей приведена ниже.

Выключатель типа GL 314 относится к электрическим коммутационным аппаратом высокого напряжения, в которых в качестве дугогасительной и изоляционной среды используется газовая смесь (SF6) хладона (CF4). Чистый элегаз с плотностью, соответствующей давлению 0,5 МПа при температуре 20° С, начинает сжигаться при температуре около минус 40° С. Для обеспечения работоспособности выключателя при низких температурах воздуха от минус 45° С до минус 52° С используется смесь газов (SF6+CF4).

Табл. 3. Характеристики выключателя

Наименование характеристики	Единицы измерения	Норма
Номинальное напряжение	кВ	220
Номинальный ток	А	4000
Допустимый номинальный ток	кА	63
Ток термической устойчивости	кА	63
Номинальная включающая способность	кА	108
Полное время отключения	мс	24
Собственное время отключения	мс	107
Минимальная бестоковая пауза при АПВ	с	0,3

Особенностью подстанции является наличие источника бесперебойного питания.

Установленная на подстанциях аккумуляторная батарея (АБ) является независимым источником постоянного тока для питания оперативных цепей защит, управления, автоматики и сигнализации, цепей аварийного освещения и устройств связи. АБ устанавливается в закрытых помещениях с естественной вентиляцией. Малообслуживаемые свинцово-кислотные аккумуляторы OPzS с положительными трубчатыми пластинами предназначены для систем резервного электропитания. Аккумуляторы отличаются длительным сроком службы, надежностью и безопасностью и могут применяться в циклическом режиме. Область применения аккумуляторов OPzS – системы электропитания для связи и энергетики, системы аварийного освещения, контроля и сигнализации.

Для распределительных устройств применены следующие схемы электрических соединений:

- ОРУ–500 кВ выполнено по схеме четырехугольника;
- ОРУ – 220кВ и ОРУ -110 кВ - две секционированные системы сборных шин и с обходной системой шин;
- ЗРУ-6 кВ – одна секционированная система сборных шин.

Каждая из перечисленных схем имеет свои достоинства. Так схема четырехугольника для ОРУ – 500 кВ наиболее предпочтительна для подстанции с двухсторонним питанием; является дешевой (на четыре присоединения четыре выключателя); занимает минимальные отчуждаемые площади с учетом количества присоединений; при отказе любого выключателя отключается не более одной линии и одного автотрансформатора; при этом теряется транзит мощности через сторону высшего напряжения подстанции. При заданной схеме присоединения подстанций к энергосистеме (двухстороннее питание) потеря транзита не приводит к ограничению электроснабжения потребителей на смежных подстанциях.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Материалы производственной практики по подстанции "Белозерная".
2. Указатель "Каталоги и справочники по электротехнике" 01.01.2010 г.

Научный руководитель: Н.М. Космынина, к.т.н., доцент ЭЭС ЭНИН ТПУ.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕЖИМОВ В ПРОГРАММНОМ ПРОДУКТЕ POWER FACTORY

¹А.А. Мамаев, ²Н.М. Космынина

^{1,2}Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭЭС, ¹группа 5АМ6Р

Программный продукт Power Factory, разработанный компанией DIgSILENT, является инженерным инструментом, с помощью которого можно анализировать промышленные и коммерческие электрические системы. Продукт был разработан как усовершенствованная интегрированная и интерактивная система программного обеспечения, используемая для оптимизации режимов энергетических систем [1].

Хотелось бы отметить, что в настоящее время существующая документация программного продукта Power Factory представлена на английском языке, так как в России идет процесс изучения и внедрения программного продукта Power Factory для решения энергетических задач.

В работе представлен оригинальный перевод документации, необходимой для анализа эксплуатационных режимов одного из объектов электроэнергетики.

Для работы в программном продукте необходимо создать новый файл. Технология создания: выбрать “File”, навести курсор на “New”, выбрать Project. Всплывет окно, предлагающее выбрать название проекта, и базовые настройки такие, как цвет оборудования и соединений, рабочую частоту 50 Гц. После выполнения необходимого появляется рабочее поле, на котором уже можно составить схему. Так, для исследуемой электростанции Джамбылской ГРЭС [2] составление схемы проще всего начать с выбора распределительных устройств (два распределительных устройства с двумя рабочими секциями и одной обходной): на приборной панели выбираем “Double Busbar with Bypass Busbar” затем нужный класс напряжения 110 кВ и 220 кВ, и далее создаем нужное количество ячеек (рисунок 1, 2).

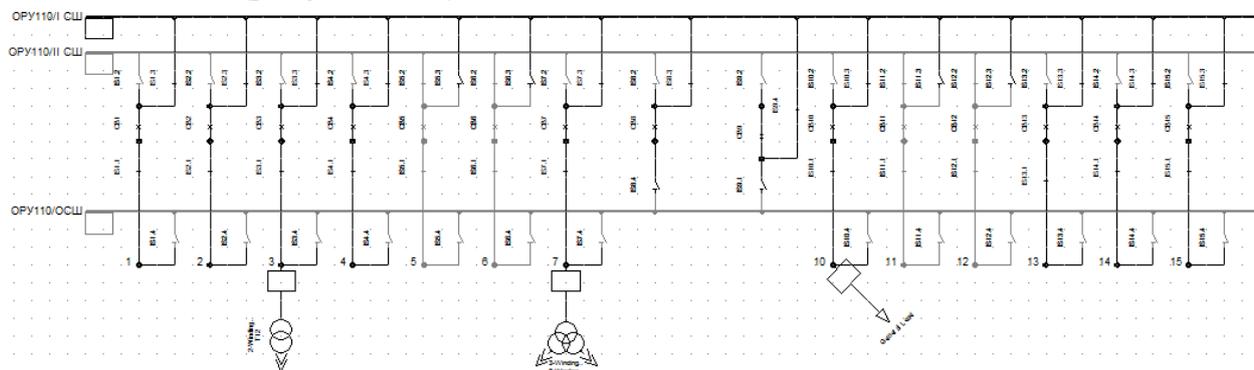


Рис. 1. Схематичное изображение распределительного устройства 110 кВ в программном продукте Power Factory

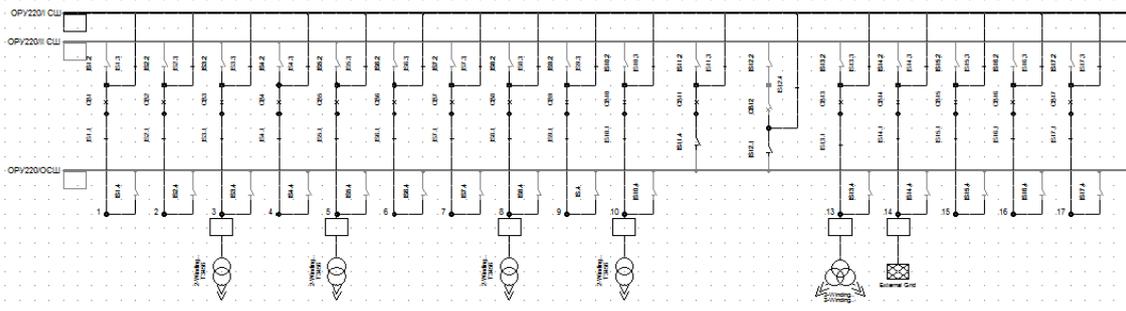


Рис. 2. Схематичное изображение распределительного устройства 220 кВ в программном продукте Power Factory

После создания ячеек присоединяем силовое оборудование и нагрузку. Выбор присоединений осуществляется с помощью рабочего меню.

На рисунке 3 приведен результат работы в Power Factory для реальной электростанции.

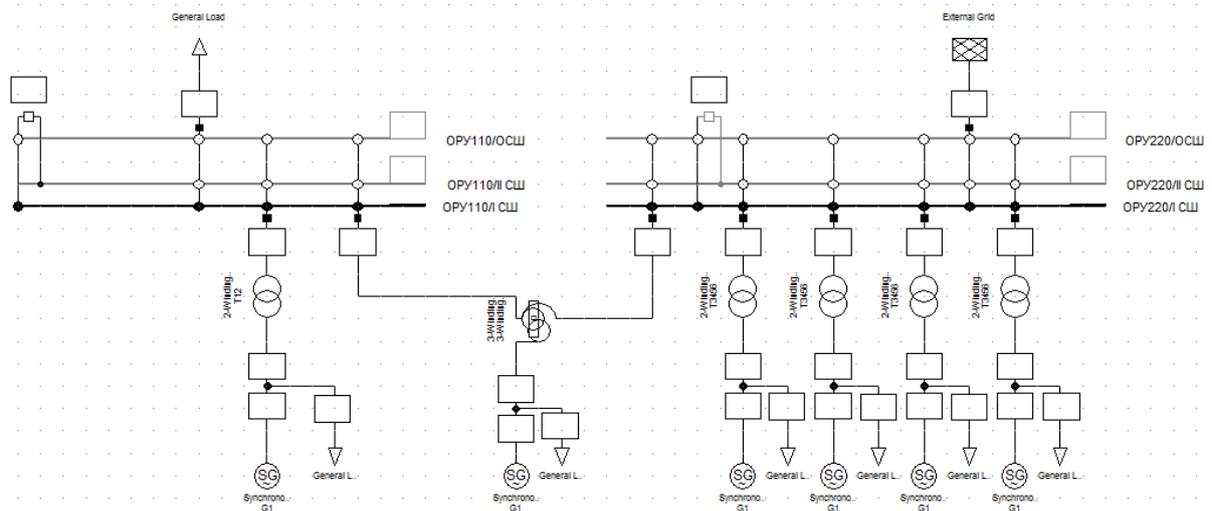


Рис. 3. Структурная схема Джамбылской ГРЭС, собранная в программном продукте Power Factory

Для ввода параметров оборудования существует несколько способов: выбор стандартного оборудования из библиотеки программы, задание собственных параметров присоединений. Для ручного ввода параметров, требуется выбрать раздел “Basic Data”, далее подраздел “Type” и затем “New project type”.

Для генераторов нужно задать номинальную мощность в “Nominal Apparent Power”, номинальное напряжение в “Nominal Voltage”, коэффициент мощности в “Power Factor”, тип соединения нейтрали в “Connection” (рисунок 4).

Basic Data	
Name	G1
Load Flow	
VDE/IEC Short-Circuit	
Complete Short-Circuit	
ANSI Short-Circuit	
IEC 61363	
Nominal Apparent Power	235,3 MVA
Nominal Voltage	15,75 kV
Power Factor	0,85
Connection	YN

Рис. 4. Параметры генератора

Далее нужно выбрать раздел “Load Flow” (рисунок 5), указать реактивные сопротивления в продольной и поперечной осях в относительных единицах, а также сопротивления обратной и нулевой последовательностей.

Basic Data	Synchronous Reactances	
Load Flow	xd	1,84 p.u.
VDE/IEC Short-Circuit	xq	1,84 p.u.
Complete Short-Circuit	Reactive Power Limits	
ANSI Short-Circuit	Minimum Value	-1, p.u.
IEC 61363	Maximum Value	1, p.u.
DC Short-Circuit	Zero Sequence Data	
RMS-Simulation	Reactance x0	0,1 p.u.
EMT-Simulation	Resistance r0	0, p.u.
Harmonics/Power Quality	Negative Sequence Data	
	Reactance x2	0,2 p.u.
	Resistance r2	0, p.u.

Рис. 5. Параметры генератора

Для силовых двухобмоточного трансформатора необходимо задать количество фаз в “Technology”, номинальную мощность в “Rated Power”, номинальную частоту в “Nominal Frequency”, номинальное напряжение на высокой и низкой стороне в “Rated Voltage”, схему соединения нейтрали] на высокой и на низкой стороне в “Vector Group”, напряжение короткого замыкания и потери на холостом ходу в “Positive Sequence Impedance” (рисунок 6).

Basic Data	Name	T12
Load Flow	Technology	Three Phase Transformer
VDE/IEC Short-Circuit	Rated Power	250, MVA
Complete Short-Circuit	Nominal Frequency	50, Hz
ANSI Short-Circuit	Rated Voltage	
IEC 61363	HV-Side	121, kV
DC Short-Circuit	LV-Side	15,75 kV
RMS-Simulation	Positive Sequence Impedance	
EMT-Simulation	Short-Circuit Voltage uk	10,5 %
Harmonics/Power Quality	Copper Losses	200, kW
	Vector Group	
	HV-Side	YN
	LV-Side	D
	Phase Shift	0, *30deg
	Name	YNd0

Рис. 6. Параметры двухобмоточного трансформатора

Для автотрансформатора необходимо задать номинальную мощность высшей, средней и низшей сторон в “Rated Power”, номинальное напряжение на высокой, средней и низкой стороне в “Rated Voltage”, схему соединения нейтрали на высокой, средней и низкой стороне в “Vector Group”, также необходимо указать напряжение короткого замыкания с высокой стороны на среднюю, с высокой на низкую и со средней на низкую сторону в “Positive Sequence Impedance”, для этих же сторон требуется указать потери в меди. Для исследования эксплуатационных режимов электростанции в

Для исследования эксплуатационных режимов электростанции в программном продукте Power Factory необходимо уже к собранной в схеме добавить нагрузку на распределительном устройстве 110 кВ, балансирующий узел (систему), и собственные нужды электростанции. Собственные нужды блока задаются также, как и нагрузка (рисунок 7)

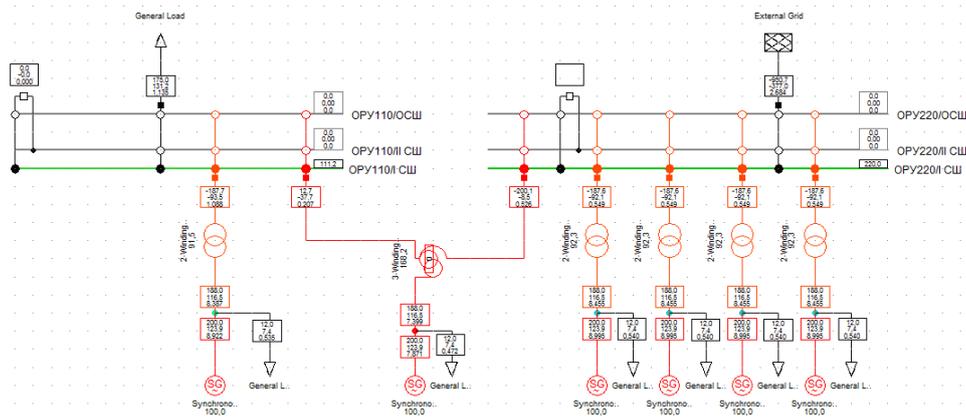


Рис. 7. Результат исследования эксплуатационных режимов электростанции в программном продукте Power Factory

В прямоугольниках на всех присоединениях, кроме сборных шин, показывается активная мощность, реактивная мощность и ток, протекающий в ветви (рисунок 8).

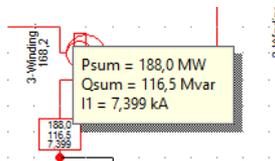


Рис. 8. Пример вывода результата

Для шин результаты вывода информации приведены на рисунке 9.

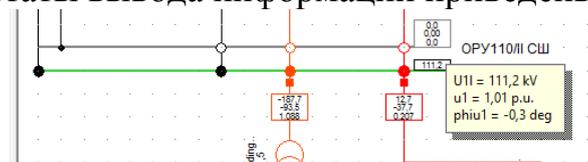


Рис. 9. Пример вывода результата

В данной работе проводилось исследование эксплуатационных режимов реального объекта в программе Power Factory. Для этого был изучен алгоритм работы с программой. Проведены все необходимые настройки полученные результаты удовлетворили. Опыт работы с программой Power Factory показал ее удобство и большие возможности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. DIgSILENT PowerFactory 15 User Manual Online Edition / DIgSILENT GmbH, Germany, 2013 – 1427 с.
2. Официальный сайт “Жамбыльская ГРЭС им. Т.И. Батурова” [Электронный ресурс] ; URL: <http://www.zhgres.kz/about-us/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз.рус., англ. Дата обращения: 03.03.2016 г.

Научный руководитель: Н.М. Космынина, к.т.н., доцент ЭЭС ЭНИН ТПУ.

АНАЛИЗ СХЕМ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА КАЗАНСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.А. Чистихин
Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭЭС, группа 5А3А

Открытое акционерное общество «Востокгазпром» создано 8 апреля 1999 года для реализации направления, связанного с созданием в Томской области газодобывающей отрасли. Сегодня компания специализируется на добыче газа и нефти и реализует стратегию, направленную на достижение конкурентного преимущества в освоении месторождений со сложным геологическим строением и составом углеводородов. Газ, добываемый на месторождениях компании, поставляется потребителям Сибирского федерального округа и имеет немалое значение для обеспечения их энергетической безопасности.

Структурная схема электроснабжения Казанского нефтегазоконденсатного месторождения (КНГКМ) приведена на рисунке 1.

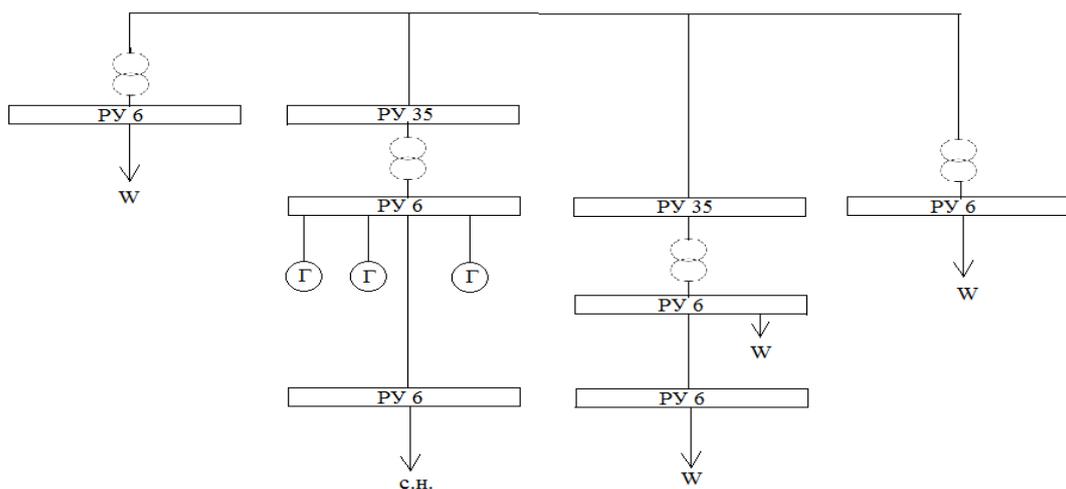


Рис. 1. Структурная схема электроснабжения КНГКМ

Генерация электроэнергии осуществляется тремя генераторами ТГ-6 мощностью 6 МВт, номинальное напряжение которых составляет 6,3 кВ. Данные генераторы непосредственно присоединены к РУ 6кВ.

Схема электроснабжения включает в себя распределительное устройство 35 кВ. Для связи распределительных устройств используются силовые трансформаторы ТДНС-16000/35, оборудованные устройствами регулирования напряжения под нагрузкой (РПН). РПН установлено на стороне высшего напряжения (ВН). У данного устройства РПН есть 22 положения, в том числе 5 проходных. Проходное положение – это положение, которое устройство РПН должно пройти без изменения коэффициента трансформации. Привод РПН автоматически проходит проходные положения.

Защита, управление и автоматика силового трансформатора выполнена на базе шкафа защиты трансформатора и автоматики управления выключателем типа ШЭ2607 048073 производства ООО НПП «Экра». Данный шкаф состоит

из двух комплектов защиты. Первый комплект защит выполняет основную защиту трансформатора и содержит множество функций, на практике из которых применяются:

1. дифференциальная токовая защита трансформатора (ДЗТ) от всех видов КЗ внутри бака трансформатора;
2. защита от перегрузки трансформатора со стороны ВН;
3. УРОВ ВН трансформатора (устройство резервации при отказе выключателя);
4. блокировка РПН по току стороны ВН.

Второй комплект защит выполняет резервную защиту трансформатора, автоматику управления выключателем и так же содержит множество функций, на практике из которых используется максимальная токовая защита ВН (МТЗ ВН) с комбинированным пуском по напряжению со стороны низшего напряжения (НН) от многофазных КЗ;

Также в данный трансформатор встроена газовая защита (ГЗТ и ГЗ РПН), защита от перегрева трансформатора.

На рисунках 2-4 приведены схемы релейной защиты и автоматики для для терминала основных защит трансформаторов.

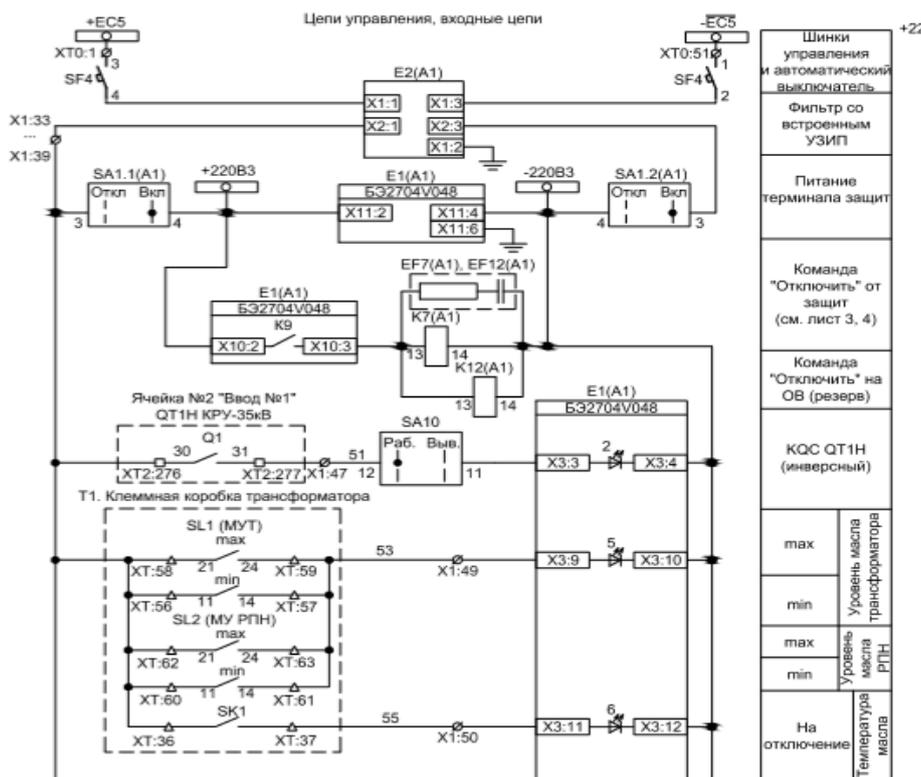


Рис. 2. Схема релейной защиты трансформатора

Для работы этой схемы необходимо подключить питание шинок управления через выключатель SF4 к фильтру, который необходим для фильтрации помех, чтобы избежать ложного срабатывания защиты и преждевременному выходу из строя внутренней электроники. Также, для работы всей схемы должно быть включено питание терминала защит, это осуществляется путем перевода автоматического переключателя SA1 в положение «включить». При срабатывании выходного реле отключения от защит сигнал подается на промежу-

точные реле К7, нормально открытый контакт которого находится в цепи управления выключателем трансформатора, замыкаясь, этот контакт подает команду на отключение выключателя. Необходимо следить за уровнем и температурой масла трансформатора. Благодаря указателям уровня масла, установленным на расширительном баке трансформатора, при сильно малом или большом уровне масла в трансформаторе замыкаются контакты указателя, которые затем подают сигнал в терминал, который в свою очередь вызывает срабатывание сигнализации. При повышении температуры масла происходит замыкание контакта SK1, которое приведет к отключению выключателя.

Далее, в цепи предусмотрен вывод основного комплекта защит А1 и ДЗТ. (рисунок 3).

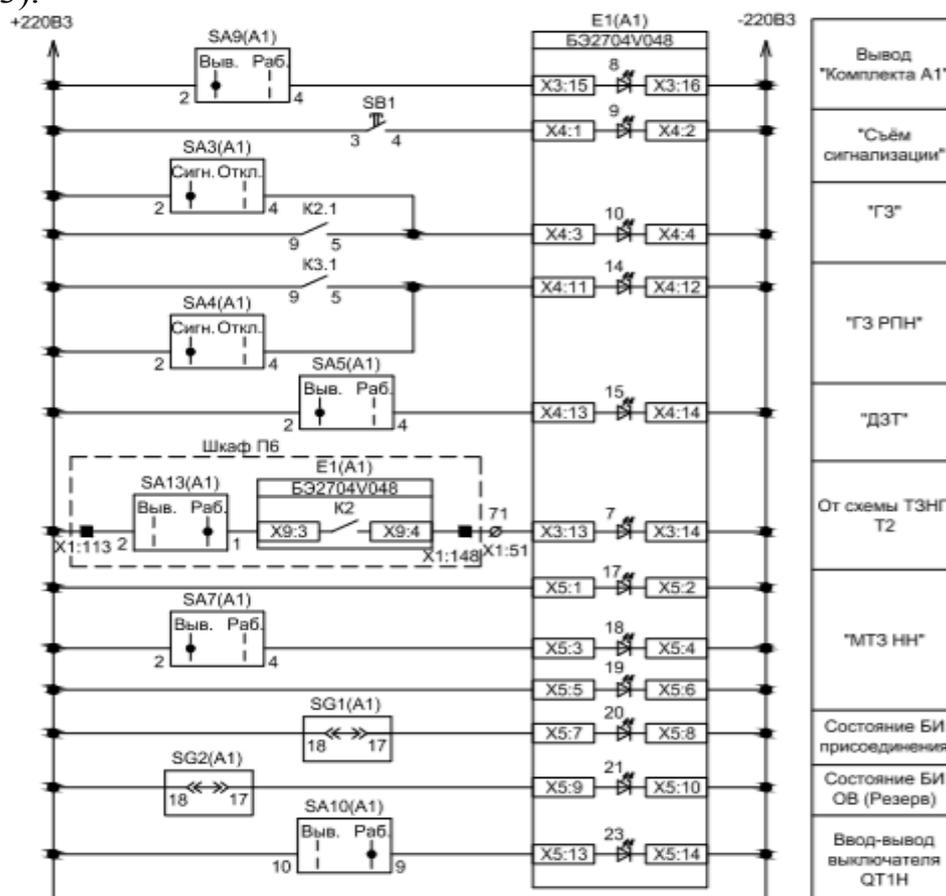


Рис. 3. Схема релейной защиты трансформатора (продолжение)

Имеется техническая возможность быстрого перевода ГЗ трансформатора и РПН на сигнал, то есть данная защита не будет действовать на отключение выключателей, а будет лишь включать сигнализацию о ненормальном состоянии трансформатора. Более того, предусмотрен вывод отключения выключателя 35кВ переключателем SA10. Также, внутренней логикой терминала ведется мониторинг состояния испытательных блоков SG1, SG2. Токовая защита нулевой последовательности в данном терминале не используется, так как нейтраль силового трансформатора изолирована.

При неисправности изоляции вторичных цепей газовых защит, срабатывают контакты A11 и A12, которые подают питание на катушку реле времени (рисунок 4).

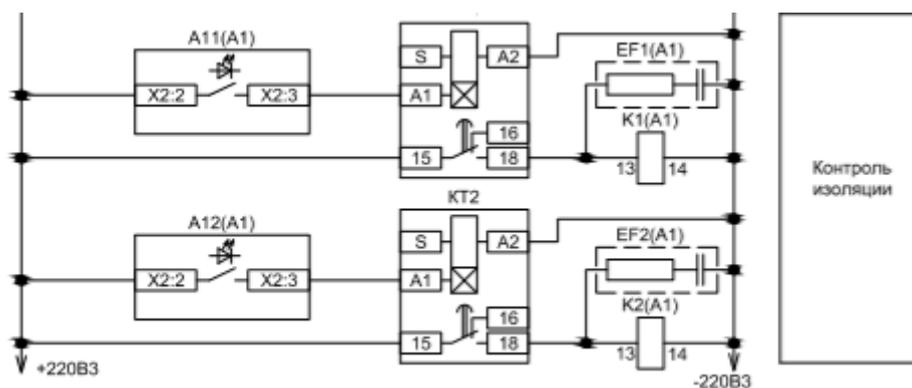


Рис. 4. Схема релейной защиты трансформатора (продолжение).

Данное реле замыкает свой нижний контакт, который приведет в действие реле К1, К2 и К3, которые замыкают свои нормально открытые контакты, осуществляя перевод ГЗ на сигнал.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Фурашов В.С., Дони Н.А. Руководство по эксплуатации ЭКРА.656453.022.1 РЭ - 97 с.
2. Схемы РЗА КНГКМ ПС БКНС-2 ОАО "Востокгазпром "

Научный руководитель: Н.М. Космынина, к.т.н., доцент ЭЭС ЭНИН ТПУ.

ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ В НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ТРАНСФОРМАТОРАМ ТОКА ДЛЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

А.С. Корчанова

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Правильная работа релейной защиты (РЗ) и автоматики в переходных режимах является одним из главных условий обеспечения надёжной работы энергосистемы в целом. Как показывает статистика [1-3], причиной ложной работы защит зачастую является наличие остаточной намагниченности либо насыщение трансформаторов тока (ТТ). Одним из недавних примеров подобного действия РЗ является случай, произошедший в ноябре 2014 года на Ростовской АЭС и получивший освещение в [1, 2].

При возникновении трехфазного короткого замыкания (КЗ) на открытом распределительном устройстве 500 кВ была зафиксирована неправильная работа устройств РЗ. При выяснении причин срабатывания обнаружено, что остаточная намагниченность сердечников ТТ типа SAS-550, к которым были подключены неправильно сработавшие защиты, составляла 61% и 86%. Также установлено, что причиной неправильного срабатывания защиты стало насыщение ТТ SAS-550 апериодической составляющей тока КЗ и наличие остаточного намагничивания сердечников ТТ. Намагничивание произошло в результате проведения пуско-наладочных работ.

Участившиеся случаи неправильной работы защит привели к необходимости пересмотра нормативной базы по выбору ТТ для РЗ. В данной работе рассматривается впервые введенный стандарт ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015 [4], идентичный инструкции IEC 61869-2-2012 [5]. Введение этого стандарта потребовалось в связи с тем, что в последние годы неоднократно наблюдались случаи неправильного срабатывания РЗ по причине насыщения ТТ. В действовавшей ранее нормативной документации [6] при выборе ТТ не учитывалась работа ТТ в переходных режимах при наличии апериодической составляющей в токе и при остаточной намагниченности магнитопровода ТТ. Основные сложности выбора ТТ проявляются при применении:

- быстродействующих цифровых РЗ со степенями селективности 0,1-0,2 с против стандартных 0,4-0,5 с;
- дистанционных защит линий с функцией АПВ.

В стандарте [4] вводятся (заимствуются из [5]) такие типы ТТ, которые смогут корректно работать в переходных режимах. За рубежом данные ТТ разработаны и применяются уже несколько десятилетий:

- ТРХ – защитный ТТ без ограничения коэффициента остаточной магнитной индукции, для которого насыщение в случае возникновения токов КЗ нормируется пиковым значением погрешности в переходном режиме;
- ТРУ – защитный ТТ с лимитированным коэффициентом остаточной магнитной индукции (до 10%), для которого насыщение в случае возникновения токов КЗ нормировано пиковым значением погрешности в переходном режиме;
- ТРЗ – защитный ТТ с нормированной вторичной постоянной времени, для которого насыщение в случае возникновения токов КЗ нормировано пиковым значением составляющей переменной погрешности.

На рисунке 1 показаны петли гистерезиса для различных типов ТТ [7]. Видно, что петли намагничивания II и III имеют более низкие остаточные индукции, чем петля I, следовательно, в переходных режимах с меньшей вероятностью будут насыщаться ТТ классов ТРУ и ТРЗ.

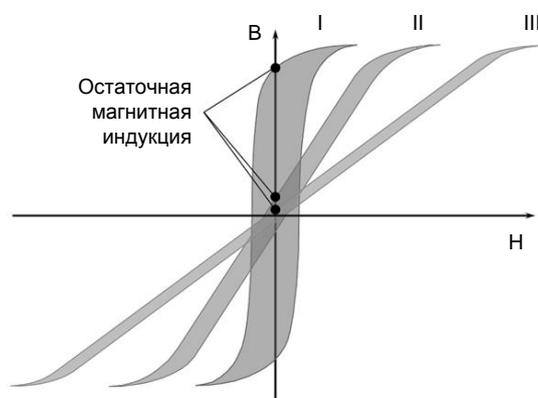


Рис. 1. Петли гистерезиса (зависимости магнитной индукции B от напряженности магнитного поля H) для разных типов ТТ: I – обычный ТТ Р (РХ, ТРХ); II – ТТ с малой остаточной намагниченностью РТ (ТРУ); III – ТТ для переходных режимов РРТ (ТРЗ)

Таким образом, в новом стандарте для защитных ТТ имеется три варианта классов точности (ТРХ, ТРУ, ТРЗ) для переходных процессов. Помимо этого, установлено четыре варианта классов точности (Р, РХ, РР, РХР) для установившихся режимов, а также классы точности для измерительных ТТ (0,1; 0,2; 0,5; 1; 0,2S; 0,5S; 3; 5). В таблице 1 приведены погрешности для ТТ классов ТРХ, ТРУ и ТРЗ.

Табл. 1. Пределы погрешности для ТТ классов ТРХ, ТРУ и ТРЗ

Класс	При номинальном токе			Пределы переходной погрешности при нормированных условиях рабочего цикла
	Коэффициент масштабного преобразования, $\pm\%$	Угол фазового сдвига		
		мин	срад	
ТРХ	0,5	± 30	0,9	10%
ТРУ	1,0	± 60	$\pm 1,8$	10%
ТРЗ	1,0	180 ± 18	$5,3 \pm 0,6$	10%

В ранее действовавшем в нашей стране стандарте [4] приводилось 2 варианта класса точности защитных ТТ (5Р, 10Р) и 9 вариантов классов точности для измерительных ТТ (0,1; 0,2; 0,5; 1; 0,2S; 0,5S; 3; 5). Пределы погрешности для ТТ классов 5Р и 10Р приведены в таблице 2. В новом стандарте также присутствуют классы 5Р и 10Р, они объединены с ТТ типов 5РР и 10РР и имеют аналогичные им метрологические характеристики.

Табл. 2. Пределы погрешности для ТТ классов 5Р и 10Р

Класс точности	Предел допускаемой погрешности		
	при номинальном первичном токе		при токе номинальной предельной кратности
	токовой, %	угловой	полной, %
5Р	± 1	$\pm 60'$ $\pm 1,8$ срад	5
10Р	± 3	Не нормируют	10

Сравнение таблиц 1 и 2 показывает, что принципиальное отличие между релейными ТТ старых и новых классов заключается в том, что у классов 5Р, 10Р погрешность задана при токе номинальной предельной кратности без учёта свободной составляющей тока, а у ТТ классов ТРХ, ТРУ и ТРЗ – при токе с апериодической составляющей с учётом возможной остаточной индукции. Неучёт данных факторов при выборе ТТ может привести к появлению в переходных режимах погрешностей до 50-80% [8]. Поэтому при прочих равных условиях ТТ новых классов ТРХ, ТРУ и ТРЗ будут работать в переходных режимах с гораздо меньшей погрешностью.

Согласно [6, 9] выбор ТТ для РЗ по стандарту производится по расчетной вторичной нагрузке ТТ и по предельной кратности тока КЗ. Если же учитывать появление нового стандарта, то на сегодняшний день нет утвержденной методики выбора ТТ классов ТРХ, ТРУ и ТРЗ. Одной из важнейших задач является разработка данной методики.

Таким образом, появление в стандарте классов ТТ для переходных режимов дает возможность выбирать и использовать ТТ, соответствующие характеристикам переходных режимов в каждой конкретной схеме электрической сети.

Несомненно, для выбора и обеспечения характеристик ТТ, требуемых стандартом [4], потребуется приложить некоторые усилия как проектным организациям, выполняющим расчёт переходных режимов и выбирающим ТТ, так и производителям при конструировании ТТ. Однако на сегодняшний день доступны методики расчета переходных процессов с применением программно-аппаратных комплексов для математического и имитационного моделирования (RTDS, PSCAD, MATLAB и др.), при помощи которых можно определить необходимые параметры и рабочие режимы сети, ТТ и устройств РЗ [10]. Предприятия, производящие ТТ по стандартам ИЕС, производят такие расчеты автоматизированным способом [1].

Заключение

Приведён краткий обзор классов точности ТТ, применяемых для РЗ, в соответствии с новым стандартом ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015. Выполнено сравнение характеристик ТТ классов 5Р, 10Р с характеристиками новых классов ТТ. Сделан вывод о том, что ТТ новых классов ТРХ, ТРУ и ТРЗ работают с меньшими погрешностями в переходных режимах, чем ТТ классов 10Р и 5Р.

Применение в России ТТ новых классов точности необходимо, в первую очередь, для уменьшения количества случаев неправильной работы защиты в переходных режимах. Также требуется наладить производство ТТ новых классов точности на отечественных предприятиях. Возможно, стоит рассмотреть вопрос о более тесном сотрудничестве отечественных производителей при разработке новых ТТ и микропроцессорных защит.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Протокол совместного заседания <...> по теме «Вопросы координации работы релейной защиты и измерительных трансформаторов тока» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.nts-ees.ru/sites/default/files/protokol_sekcii_rzia_11.09.15.pdf.
2. Кужеков С.Л., Дегтярев А.А., Чередниченко К.В. Об обеспечении необходимой точности работы защитных трансформаторов тока в переходных режимах // Электрические станции. – 2015. – № 5. – С. 53-60.
3. Дячук Д.Н., Гаримыко В.П., Моисеева Е.А., Федосов Д.С. К вопросу о моделировании трансформаторов тока средствами MATLAB Simulink // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Иркутск: Изд-во ИРНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 31-36.
4. ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015. Трансформаторы измерительные. Часть 2. Дополнительные требования к трансформаторам тока.
5. ИЕС 61869-2:2012. Instrument transformers - Part 2: Additional requirements for current transformers.
6. ГОСТ 7746-2001. Трансформаторы тока. Общие технические условия.

7. Воробьев В.С. О неправильной работе устройств РЗА в переходных режимах при насыщении трансформаторов тока [Электронный ресурс]. – URL: http://cigre.ru/research_commitets/ik_rus/b5_rus/materials/documents/%D0%A2%D0%A2%20%D0%B8%20%D0%A0%D0%97%D0%90_11.09.2015.pdf.
8. Федосеев А.М., Федосеев М.А. Релейная защита электроэнергетических систем: Учеб. для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1992.
9. РД 153-34.0-35.301-2002. Инструкция по проверке трансформаторов тока, используемых в схемах релейной защиты и измерения.
10. Тимонин Р.Е., Миролевич А.О., Федосов Д.С. Модель цифровой дифференциальной защиты в MATLAB Simulink с амплитудной и фазовой коррекцией токов плеч // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2016. – Т. 2. – С. 84-89.

Научный руководитель: Д.С. Федосов, к.т.н., доцент кафедры электрических станций, сетей и систем, Иркутский национальный исследовательский технический университет.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ФИЛЬТРА НИЗКИХ ЧАСТОТ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЕГО МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Р.В. Жаркая, М.В. Андреев, А.О. Сулайманов
Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭЭС

ВВЕДЕНИЕ

Для обеспечения нормальной работы и уменьшения последствий повреждений служит релейная защита. Однако согласно обобщенной статистике аварийности в мировой электроэнергетике примерно 25% [1] тяжелых аварий являются следствием неправильных действий РЗ и противоаварийной автоматики. Среди главных причин можно выделить две, таких как использование недостаточно полной и актуальной информации при расчете уставок и некорректный учет погрешностей, формируемых конкретными реализациями РЗ.

Первый фактор в настоящее время стремится к минимуму, вследствие развития средств моделирования ЭЭС [1]. В ЭНИН ТПУ реализуется проект, направленный на ликвидацию второго фактора. Для этого созданы и создаются математические модели средств РЗ [2], учитывающие ключевые особенности конкретных аппаратных реализаций РЗ. В рамках этого проекта создана модель фильтра низких частот (ФНЧ) третьего порядка, который используется в некоторых современных РЗ. Фрагменты результатов исследований представлены ниже.

Для синтеза математической модели ФНЧ (рис.1) использован метод направленных графов и формула Мэсона [3], позволяющие получить передаточную функцию фильтра. Направленный граф представлен на рис.2. При помощи этих инструментов составлена передаточная функция (1), описывающая протекающие в ФНЧ процессы.

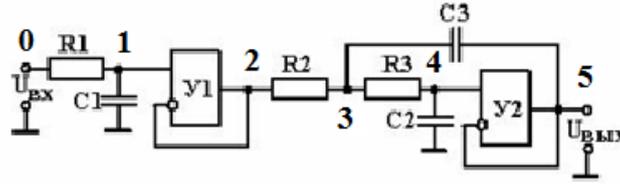


Рис. 1. Схема ФНЧ

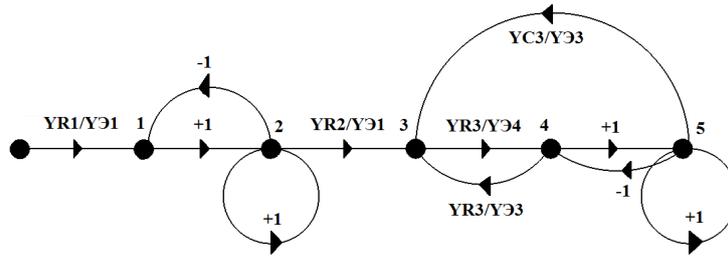


Рис. 2. Граф ФНЧ

Передаточная функция (1):

$$\frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВХ}}} = W(j\omega) = \frac{\left(\frac{Y_{R1}}{Y_{Э1}}\right) \cdot (1) \cdot \left(\frac{Y_{R2}}{Y_{Э1}}\right) \cdot \left(\frac{Y_{R3}}{Y_{Э4}}\right) \cdot (1)}{1 - \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_2 + \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_3} \quad (1)$$

где

$$\Delta_1 = 1 \cdot (-1) + (+1) + \left(\frac{Y_{R3}}{Y_{Э4}}\right) \cdot \left(\frac{Y_{R3}}{Y_{Э3}}\right) + 1 \cdot (-1) + \left(\frac{Y_{R3}}{Y_{Э4}}\right) \cdot \left(\frac{Y_{C3}}{Y_{Э3}}\right) \cdot (1) + 1 \quad (2)$$

$$\Delta_2 = 1 \cdot (-1) \cdot \left(\frac{Y_{R3}}{Y_{Э4}}\right) \cdot \left(\frac{Y_{R3}}{Y_{Э3}}\right) + 1 \cdot (-1) \cdot 1 \cdot (-1) + 1 \cdot (-1) \cdot (+1) + 1 \cdot (-1) \cdot \left(\frac{Y_{R3}}{Y_{Э4}}\right) \cdot \left(\frac{Y_{C3}}{Y_{Э3}}\right) \cdot (+1) \quad (3)$$

$$\Delta_2 = (+1) \cdot \left(\frac{Y_{R3}}{Y_{Э4}}\right) \cdot \left(\frac{Y_{R3}}{Y_{Э3}}\right) + (+1) \cdot 1 \cdot (-1) + (+1) \cdot \left(\frac{Y_{R3}}{Y_{Э4}}\right) \cdot \left(\frac{Y_{C3}}{Y_{Э3}}\right) \cdot 1 + (+1) \cdot (+1) \quad (4)$$

$$\Delta_3 = \left(\frac{Y_{R3}}{Y_{Э4}}\right) \cdot \left(\frac{Y_{R3}}{Y_{Э3}}\right) \cdot (+1) \quad (5)$$

$$\Delta_3 = 1 \cdot (-1) \cdot \left(\frac{Y_{R3}}{Y_{Э4}}\right) \cdot \left(\frac{Y_{R3}}{Y_{Э3}}\right) \cdot (+1) \quad (6)$$

$$\Delta_3 = (+1) \cdot \left(\frac{Y_{R3}}{Y_{Э4}}\right) \cdot \left(\frac{Y_{R3}}{Y_{Э3}}\right) \cdot (+1) \quad (7)$$

После упрощения получаем (8):

$$\frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВХ}}} = W(j\omega) = \frac{-Y_{R1} \cdot Y_{R2} \cdot Y_{R3}}{Y_{Э1} \cdot (Y_{R3} \cdot Y_{C3} - Y_{Э3} \cdot Y_{Э4})} \quad (8)$$

По стандартным методикам рассчитываем и выбираем параметры ФНЧ: R1=12,03 кОм, R2=11,51 кОм, R3=22,33 кОм, C1=100 нФ, C2=47 нФ, C3=100

нФ. По этим данным получить частоту среза 100 Гц, что являлось желаемым результатом, не удастся. Используя математическую модель, подбором параметра $C1$ получаем необходимые характеристики ФНЧ. При $C1=1$ нФ получаем следующую передаточную функцию (9)

$$\frac{U_{ВЫХ}}{U_{ВХ}} = W(p) = \frac{6,47}{9,4 \cdot 10^{47} p^3 + 7,94 \cdot 10^{52} p^2 + 1,04 \cdot 10^{56} p + 9,80 \cdot 10^{58}} \quad (9)$$

На основании выведенной передаточной функции (9) построены АЧХ (рис. 3) и ФЧХ (рис. 4) при помощи программы Mathcad.

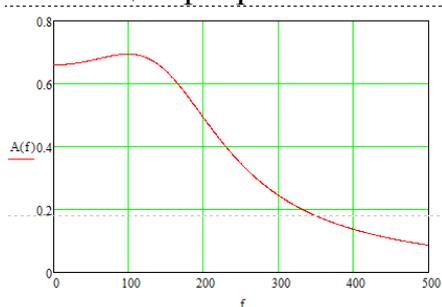


Рис. 3. Экспериментально полученная амплитудно-частотная характеристика ФНЧ

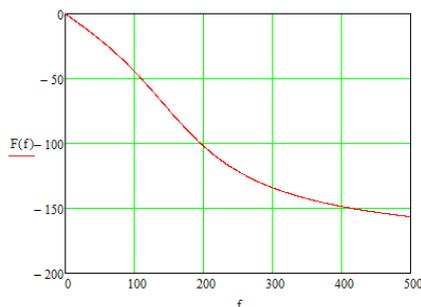


Рис. 4. Экспериментально полученная фазочастотная характеристика ФНЧ

Сравнивая экспериментально полученные характеристики с рисунками теоретических характеристик, доступными в открытых литературных источниках, можно заметить соответствие.

Адекватность полученной математической модели фильтра ФНЧ исследовали с помощью программного обеспечения MATLAB: создан сигнал с основной частотой 50 Гц, который был искажен с помощью сложения с гармоническими сигналами 100 Гц, 200 Гц, 300 Гц и 500 Гц. На выходе получился отфильтрованный гармонический сигнал (рис. 5).

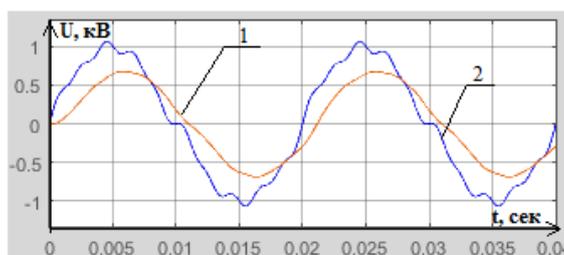


Рис. 5. Осциллограммы, полученные в программе MATLAB и отображающие входной суммированный (2) и выходной отфильтрованный гармонический (1) сигналы

Для дополнительной проверки проведены аналогичные исследования в программе MathCAD. Результаты Вы может наблюдать на рис. 6

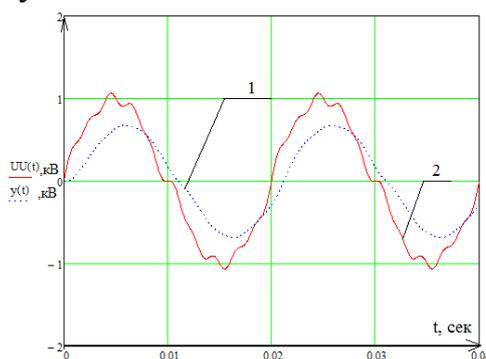


Рис. 6. Осциллограммы, полученные в программе MathCAD отображающие входной суммированный (2) и выходной отфильтрованный гармонический (1) сигналы

Характеристики на рис. 5 и 6 еще раз доказывают адекватность созданной математической модели ФНЧ, а также подтверждают эффективность указанного ранее подхода к моделированию РЗ.

В ходе проведенных исследований удалось проанализировать амплитудно-частотную и фазочастотную характеристики ФНЧ с учетом подобранных параметров, проверить правильность работы модели фильтра. Результаты представленного небольшого исследования станут вкладом в большую исследовательскую работу по изучению влияния переходных процессов в ЭЭС на функционирование РЗ и разработке методики их адекватной всережимной настройки.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, Госзадание «Наука», проект №3901: «Разработка и исследование гибридной модели вставки несинхронной связи электроэнергетических систем».

ЛИТЕРАТУРА:

1. Li Qi, S. Woodruff, M. Steurer. Study of Power Loss of Small Time-Step VSC Model in RTDS, Power Engineering Society General Meeting, 2007, IEEE, Tampa, FL, 24-28 June 2007, pp. 1-7.
2. Андреев М.В., Боровиков Ю.С. Оптимизация уставок дифференциальных защит трансформаторов и автотрансформаторов с

помощью их адекватных математических моделей // Современные проблемы науки и образования, 2013. – №3 [Электронный ресурс]: режим доступа: <http://www.science-education.ru/109-9343>, свободный, 11.06.2013.

3. Абрахамс, Дж. Анализ электрических цепей методом графов : пер. с англ. / Дж. Абрахамс, Дж. Каверли. — Москва: Мир, 1967. — С .175

Научный руководитель: М.В. Андреев, доцент каф. ЭЭС ЭНИН ТПУ.

САМООБУЧАЮЩАЯСЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ УЧАСТКА СЕТИ

Н.И. Ежиков, К.В. Желнина

Южно-Уральский государственный университет

При введении в электросистему нового потребителя крайне важно правильно рассчитать его защиту по множеству параметров, таких как максимальный ток, максимальное и минимальное напряжение, частота, и другие, что является весьма трудоемкой операцией как с точки зрения расчета, так и с точки зрения настройки микропроцессорной системы защиты либо настройки релейной схемы. Также при каких-либо изменениях в потребителе электроэнергии возникает необходимость проведения новых расчетов и перенастройки систем защиты.

Данные затраты можно свести к минимуму используя самообучающуюся систему, которая в течении всего периода работы анализирует ток, напряжение и другие параметры и подстраивает при необходимости свои уставки.

Во время работы данной системы можно выделить три этапа: первичная настройка, нормальный режим работы, режим сигнализации и аварийный режим работы.

Первичная настройка заключается в использовании максимально доступного числа режимов потребления электроэнергии защищаемым потребителем для «узнавания» системой защиты допустимых значений токов, напряжений и других параметров. При модернизации уже имеющейся системы защиты наиболее целесообразно вручную ввести предыдущие параметры. После данного этапа необходимо вручную перевести систему в режим работы.

Нормальный режим работы заключается в непрерывном анализе всех необходимых параметров (ток, напряжение, частота и др.) и сборе статистики. При небольшом выходе значений параметров из допустимого диапазона подается сигнал диспетчеру, который сообщает устройству защиты является ли данное превышение разовым незначительным, либо частью нормального режима работы, либо аварией. При отсутствии реакции диспетчера целесообразно считать данное небольшое превышение разовым незначительным. При значительном превышении допустимых пределов система защиты отключает потребителя и выдает сигнал аварии диспетчеру. Диспетчер так же может сообщить системе о том, что данное превышение не является аварийным, в таком случае начальные допустимые диапазоны параметров будут изменены. При аварийном режиме

работы система продолжает отслеживать показания датчиков и, в случае возврата к нормальным показаниям возможно повторное включение защищаемого потребителя. При повторном выходе в аварийный режим автоматического включения не произойдет без команды диспетчера.

Данная система защиты за счет широких возможностей может использоваться не только в промышленности, но и на бытовых небольших потребителях (защита квартиры, дома и пр.).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Potential of artificial neural networks in power system operation / Damborg M.J., El-Sharkawi M.A., Aggoune M.E., Marks II R.J. // IEEE Int. Symp. Circuits and Syst., New Orleans, La, May 1-3, 1990. Vol.4 - New York (N.Y.), 1990 С.2933-2937.
2. T.Y. Hammons. Artificial Intelligence in Power system Engineering. IEEE Power Eng. Review. Febr. 1994.
3. Оперативные алгоритмы расчета потокораспределения в сложной ЭЭС / Александров О.И., Бабкевич Г.Г. // Электрон. моделир. 1992.-14, №6.- С.66-70
4. Усовершенствованная модель Хопфилда для классификации непредвиденных ситуаций в работе энергетических систем. An improved Hopfield model for power system contingency classification / Chow J.C., Fischl R., Kam M., Yan H.H., Ricciardi S. // IEEE Int. Symp. Circuits and Syst., New Orleans, La, May 1-3. 1990. Vol.4. New York (N.Y.), 1990 - p.2925-2928.

Научный руководитель: В.С. Павлюков, к.т.н., доцент, ЮУрГУ.

ПРОГРАММА ДЛЯ ВЫБОРА СИЛОВОГО АВТОТРАНСФОРМАТОРА

И.С. Цой, Н.М. Космынина
Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭЭС, группа 5АМ5Б

Силовой автотрансформатор является важным оборудованием для распределения электрической энергии; у студентов часто возникают проблемы с его выбором. В помощь изучения материала предлагается программа, разработанная на кафедре "Электроэнергетические системы" Томского политехнического университета.

Представленная программа написана на языке программирования Delphi, позволяющем создать удобный для пользователя интерфейс [1, 2].

Программа позволяет осуществить выбор силового автотрансформатора, а также изучить теоретический материал по данной теме [3].

Далее представлены аналитический и программный расчеты на основании конкретных данных.

На рисунке 1 представлен аналитический расчет, проведенный в среде Mathcad.

Напряжения сторон в кВ			Перетоки мощности через автотрансформатор в МВт, Мвар					
ВН	СН	НН	РНН	QНН	РСН	QСН	РВН	QВН
330	110	6.3	60	40	- 40	- 10	-20	-30

знак "-" соответствует перетоку мощности, направленному от трансформатора

$$U_{ВН} := 330 \text{ кВ} \quad P_{ВН} := -20 \text{ МВт} \quad Q_{ВН} := -30 \text{ Мвар}$$

$$U_{СН} := 110 \text{ кВ} \quad P_{СН} := -40 \text{ МВт} \quad Q_{СН} := -10 \text{ Мвар}$$

$$U_{НН} := 6.3 \text{ кВ} \quad P_{НН} := 60 \text{ МВт} \quad Q_{НН} := 40 \text{ Мвар}$$

$$S_{обм_макс} := \max\left(\sqrt{P_{НН}^2 + Q_{НН}^2}, \sqrt{P_{СН}^2 + Q_{СН}^2}, \sqrt{P_{ВН}^2 + Q_{ВН}^2}\right) = 72.111 \text{ МВА}$$

$$k_{выг} := \frac{(U_{ВН} - U_{СН})}{U_{ВН}} = 0.667 \quad +$$

$$S_{реб_ном} := \frac{S_{обм_макс}}{k_{выг}} = 108.167 \text{ МВА}$$

Рис. 1. Пример аналитического расчета

На рисунке 2 представлен программный расчет в среде Delphi.

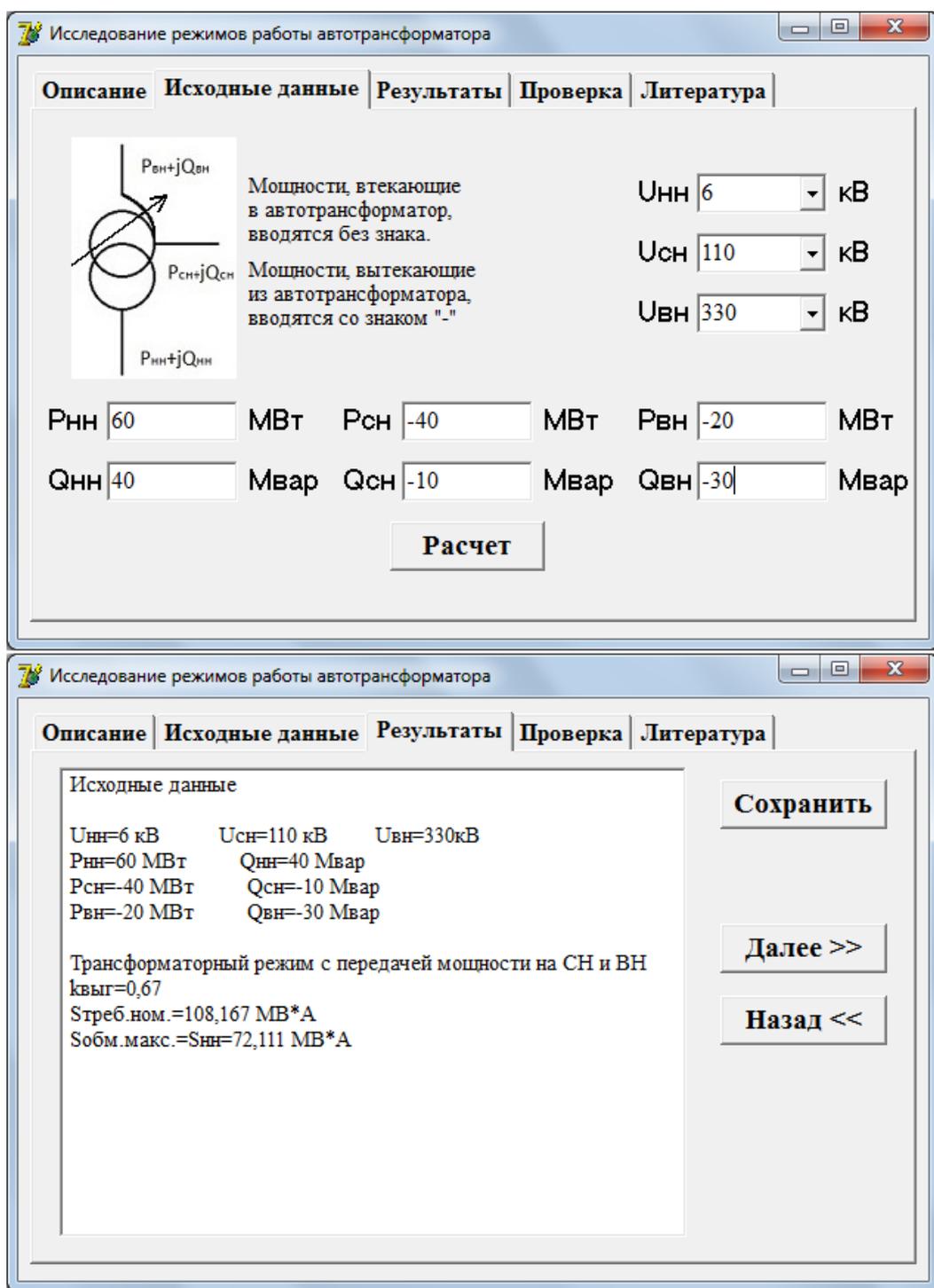


Рис. 2. Программный расчет

После ввода каталожных данных в программу производится проверка выбранного оборудования.

На рисунке 3 представлена программная проверка выбранного оборудования

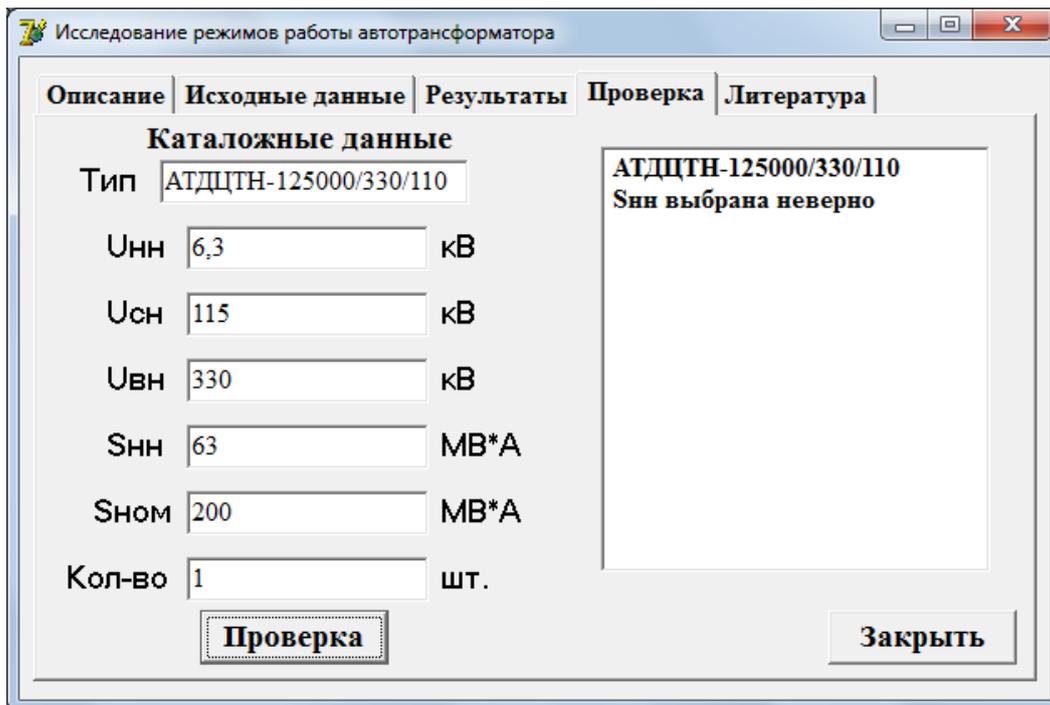


Рис. 3. Проверка автотрансформатора АТДЦТН-125000/330/110

Как видно из проверки, автотрансформатор не подходит по параметру мощность обмотки низшего напряжения $S_{нн}$, поэтому необходимо выбрать автотрансформатор большей мощности (рисунок 4).

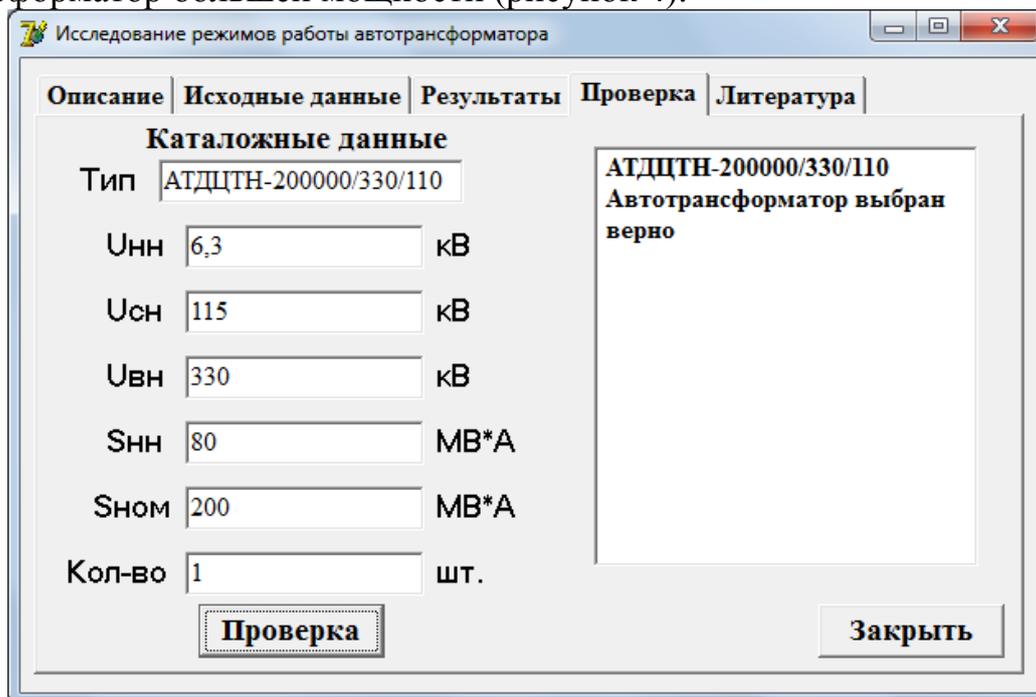


Рис. 4. Проверка автотрансформатора АТДЦТН-200000/330/110

В программе также предусмотрен теоретический материал с подробным описанием режимов работы силового автотрансформатора, открываемый кликом по кнопке «Справка» (рисунок 5).

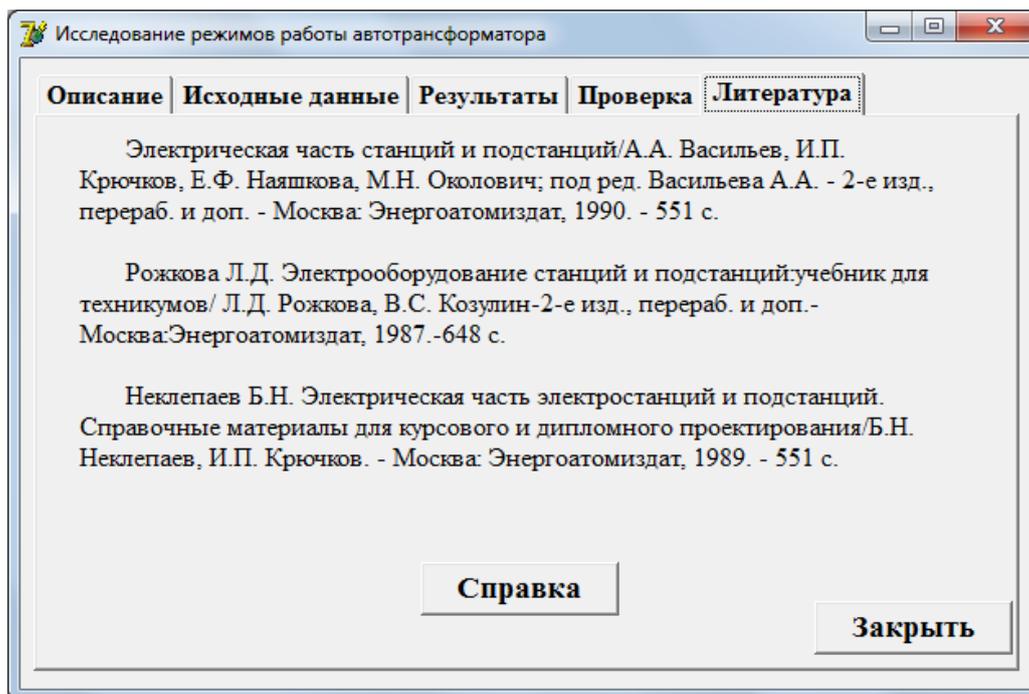


Рис. 5. Подключение справочного материала

Представленная программа может использоваться в учебном процессе или для самостоятельного изучения и повторения материала.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Архангельский А.Я. Программирование Delphi 7. – М.: Бином, 2003. – 1152 с.
2. Сухарев М.В. Основы Delphi. Профессиональный подход. – Спб.: НиТ, 2004. – 603 с.
3. Электрооборудование станций и подстанций: учебник для техникумов / Л. Д. Рожкова, В. С. Козулин. — 4-е изд., стер. — Екатеринбург: АТП, 2015. — 648 с.

Научный руководитель: Н.М. Космынина, к.т.н., доцент ЭЭС ЭНИН ТПУ.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ТЭЦ

Жаныбек кызы Аида

Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б.Н. Ельцина

Нормы технологического сооружения подстанций.

Нормы технологического проектирования подстанций (НТП ПС) устанавливают основные требования по проектированию подстанций и переключательных пунктов переменного тока ОАО «ФСК ЕЭС» с высшим напряжением 35-750 кВ. 1.2 Настоящие нормы распространяются на вновь сооружаемые, расширяемые, а также подлежащие техническому перевооружению и реконструкции (ТПВ и РК) подстанции (ПС) и переключательные пункты (ПП) напряжением 35-750 кВ. При проектировании расширения, ТПВ и РК ПС с уче-

том существующих схем РУ, компоновок оборудования, конструкций зданий и вспомогательных сооружений допускаются обоснованные отступления от настоящих норм, согласованные на стадии формирования задания на проектирование с электросетевыми компаниями. Указанное не распространяется на требования, связанные с техникой безопасности, пожаробезопасностью и экологией, отступление от которых согласовывается в установленном порядке.

При проектировании ПС и ПП следует руководствоваться Правилами устройств электроустановок (ПУЭ), настоящими Нормами, нормативными документами, указанными в приложении 2.

При проектировании подстанций должно быть обеспечено: 1.3.1 Надежное и качественное электроснабжение потребителей. 1.3.2 Внедрение передовых проектных решений, обеспечивающих соответствие всего комплекса показателей подстанций современному мировому техническому уровню. 1.3.3 Высокий уровень технологических процессов и качества строительных и монтажных работ. 1.3.4 Экономическая эффективность, обусловленная оптимальным объемом привлекаемых инвестиций и ресурсов, используемой земли и снижением эксплуатационных затрат. 1.3.5 Соблюдение требований экологической безопасности и охраны окружающей среды. 1.3.6 Ремонтопригодность применяемого оборудования и конструкций. 1.3.7 Передовые методы эксплуатации, безопасные и удобные условия труда эксплуатационного персонала.

Проектирование ПС должно выполняться на основании утвержденных схем: - развития энергосистемы; - развития электрических сетей района, города; - внешнего электроснабжения объекта; - ремонта, технического и оперативного обслуживания энергосистемы; - развития средств управления общесистемного назначения, включающие релейную защиту и автоматику (РЗА), противоаварийную автоматику, а также схемы развития АСДУ ОЭС, АИИС КУЭ; - организации плавки гололеда на ВЛ в прилегающем к ПС районе.

В прогрессивных целях технологических сооружений подстанций, в наше время применяют ряд следующих действий:

- Переход к жесткой ошиновке.
- Комплектные распределительные устройства и подстанции.
- Комплектные трансформаторные подстанции.
- Блочно-модульные комплектные подстанции.
- Элегазовый силовой выключатель.

Далее рассмотрим каждое действие в отдельности.

Ошиновка жёсткая 110-750 кВ.

Назначение.

Жесткая ошиновка предназначена для выполнения многопролетных сборных шин и электрических соединений между высоковольтными аппаратами в распределительных устройствах.

Жесткая ошиновка высокой заводской готовности по сравнению с гибкой ошиновкой позволяет снизить металлоемкость распределительного устройства на 30–50%, расход железобетона на 10–20%, объем строительного-монтажных

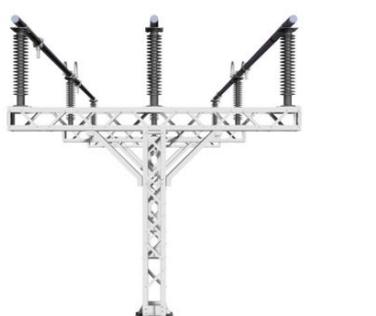
работ и трудозатрат до 25% в зависимости от схем электрических соединений ОРУ и конкретных условий района строительства.

Распределительные устройства с жесткой ошиновкой не требуют строительства порталов, располагаются невысоко от земли, удобны для сборки и профилактических осмотров.

Ошиновка представляет собой систему жестких шин. Конструкция каждой фазы сборных шин выполнена из ряда однопролетных шин, опирающихся своими концами на опорные изоляторы.

Для крепления ошиновки предусмотрены опорные изоляционные конструкции на 110, 220, 330, 500 и 750 кВ, выполненные на фарфоровых изоляторах, а также на полимерных (110 кВ). Однопролетные шины внутричейковых связей закрепляются на контактных выводах высоковольтных аппаратов ОРУ.

Конструкция ошиновки обеспечивает надежную работу при динамических нагрузках, возникающих при коротких замыканиях.



КОНСТРУКЦИИ КОМПЛЕКТНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И ПОДСТАНЦИЙ.

Прогрессивным методом сооружения распределительных устройств является использование комплектного электрооборудования, полностью изготовленного и отрегулированного на заводах. Монтаж комплектных распределительных устройств (КРУ) сводится к их укрупнительной сборке, установке на подготовленные основания, выполнению внешних электрических соединений, наладке и испытаниям.

КРУ имеют ряд преимуществ в сравнении со сборными РУ:

- высокую степень готовности к монтажу, малые сроки монтажных работ;
- снижение стоимости монтажных работ;
- высокий уровень ремонтпригодности;
- быстроту расширения при реконструкции.

Комплектные распределительные устройства подразделяются на устройства напряжением до 1000 В и свыше 1000 В и представляют собой металлическую конструкцию, состоящую из закрытых шкафов. В шкафах смонтированы коммутационные и защитные аппараты, приборы измерения, устройства релейной защиты и вспомогательные устройства.

В зависимости от схемы аппарата одного присоединения может быть размещена в одном или нескольких соединенных между собой шкафах КРУ.

Комплектные распределительные устройства напряжением до 1 кВ состоят из шкафов различных унифицированных конструкций (вводного, отходящих

линий, секционного) со встроенными выдвжными автоматами стычного исполнения, измерительными, защитными и сигнальными приборами.

Для комплектации типовых подстанций промышленность выпускает для распределительного устройства 0,4 кВ унифицированные щиты серии ЩО (щиты одностороннего обслуживания) (рис. 130). Щиты серии ЩО-70 имеют несколько модификаций: вводные, секционные, распределительные, наружного освещения. Панели шкафов комплектуют рубильниками и предохранителями или автоматами. Шины 0,4 кВ секционируются воздушным автоматом или рубильником. Кабельные заделки 0,4 кВ располагаются внизу щитов. Для присоединения сети наружного освещения имеется специальная панель щита с установкой на ней трансформаторов тока и электросчетчика.

Комплектные распределительные устройства напряжением 6—10 кВ изготовляют двух типов, стационарного и выкатного.

Стационарные КРУ типа КСО (камера комплектная стационарная одностороннего обслуживания) выпускают в сериях КСО-336 и КСО-272.

Камеры КСО комплектуются электрооборудованием с приводами и приборами, установленными стационарно, без выдвжных элементов. Камера делится на три отсека листовой сталью или асбестоцементными плитами. В верхнем отсеке размещены сборные шины и шинный разъединитель, в среднем — масляный выключатель и трансформаторы тока, в нижнем — линейный разъединитель и кабельные заделки. Аппаратура измерения, защиты и управления размещается на верхней двери. Каркас камеры сварной из гнутой листовой стали. На передней части камеры расположены верхняя и нижняя двери, а в средней части имеется стальной пояс толщиной 2 — 3 мм, на котором монтируются приводы разъединителей и выключателей. За верхней дверью установлено сетчатое ограждение для осмотра оборудования без отключения напряжения. По верхней части камеры проходит карниз для светового табло, освещения камеры и прокладки контрольных кабелей.

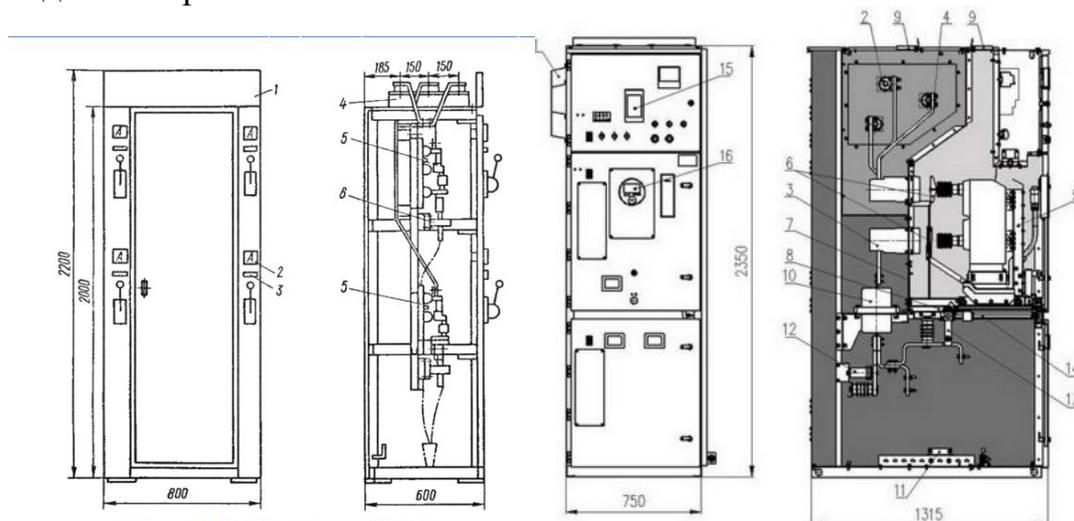


Рис. 130. Комплектное распределительное устройство ЩО-70:

СТАЦИОНАРНЫЙ ТИП КРУ

ВЫКАТНОЙ ТИП КРУ

Внедрение блочных трансформаторных подстанций позволяет сократить сроки их строительства примерно в пять раз и продолжительность электромонтажных работ в монтажной зоне вдвое.

В связи с сокращением объема строительных работ, применением экономичных материалов и прогрессивной технологии заготовки и сборки подстанции себестоимость работ уменьшается на 18 %.

Использование объемных трансформаторных подстанций дает возможность передать значительный объем работ на заводы-изготовители.

Комплектные трансформаторные подстанции киоскового типа (далее КТП) наружной установки для кабельных и воздушных сетей, предназначенные для приема, транзита, преобразования и распределения электрической энергии трехфазного переменного тока напряжением 6-10/0,4 кВ частотой 50 Гц.

КТП используются для электроснабжения объектов промышленности, сельского хозяйства, коммунальных потребителей и небольших населенных пунктов, объектов строительства, горноперерабатывающих, нефтегазодобывающих предприятий и других объектов.

Трансформаторная подстанция КТП изготовлена в соответствии с требованиями ГОСТ 14695-80, правилами устройства электроустановок (ПУЭ), ТУ и имеет сертификат соответствия. Условия эксплуатации подстанций КТП: от -45°С до +50°С.

Комплектность подстанций КТП киоскового типа

Подстанции киоскового типа не имеют коридоров обслуживания, обслуживание оборудования осуществляется снаружи (с улицы).

Каждая КТП имеет три отсека: отсек ВН, отсек НН, отсек силового трансформатора. Коммутационно-защитное и прочее электротехническое оборудование устанавливается в высоковольтном и низковольтном отсеках без камер и шкафов непосредственно в отсеках на опорных конструкциях.

В качестве вводного низковольтного коммутационного аппарата используются: рубильник, автоматический выключатель или рубильник в комбинации с автоматическим выключателем. Предусмотрен учет электроэнергии. По заказу возможен учет на отходящих линиях. Выполняется обогрев счетчиков.

Для защиты линий используются автоматические выключатели типа ВА или рубильники с предохранителями типа РПС(РПЦ). Так же в состав РУНН входят трансформаторы тока, приборы контроля напряжения и тока, блок управления уличным освещением, ограничители перенапряжений низковольтные, сборные шины. На стороне ВН в подстанции КТП установлены проходные изоляторы ИПУ и высоковольтные предохранители ПКТ.

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫЕ ПОДСТАНЦИИ

Блочно-модульные комплектные трансформаторные подстанции наружной установки 6(10)/0,4 кВ

БМ КТП представляет собой утепленное здание, предназначенное для приема, преобразования и распределения электрической энергии трехфазного переменного тока промышленной частоты 50 и 60 Гц в сетях электроснабжения промышленных, нефтегазодобывающих предприятий и других объектах с глухозаземленной или изолированной нейтралью на стороне низкого напряжения.

Состав изделия

Состав БМ КТП определяется Заказчиком и проектными решениями по ТП и в общем случае состоит из блок-блокса (оболочки), который разделяется перегородками на отсеки: УВН, РУНН, трансформаторный(ые) отсек(и).

В отсеке УВН размещаются устройства высокого напряжения (тип, назначение и количество в соответствии с опросными листами Заказчика и согласованным техническим заданием (ТЗ) завода-изготовителя БМ КТП).

В трансформаторном(ых) отсеке(ах) размещается силовой трансформатор(ы).

В отсеке РУНН размещаются:

- устройства низкого напряжения;
- ящик собственных нужд (ЯСН);
- ящик охранно-пожарной сигнализации (ОПС) (по заказу).

Кроме того, комплектно с блок-блоксом поставляются:

- соединительные устройства со стороны высокого напряжения;
- соединительные устройства со стороны низкого напряжения;
- устройства для перемещения блок-модулей БМ КТП (подъемные блоки);
- площадки обслуживания с лестничными маршами (по заказу);
- запасные части;
- оборудование поддержания микроклимата и освещения;
- оборудование технических средств охраны и пожарной сигнализации;
- устройства для подъема и съема автоматических выключателей (по заказу).

Блочная модульная трансформаторная подстанция, она зовется КТПН, отвечает за учет реактивной и активной энергии при помощи трансформаторов и счетчиков тока. Нормальные условия работы аппаратуры обогрева подстанции КТПНУ.

Есть характерная особенность в конструкции подстанций комплектных трансформаторных. Все ее несущие конструкции расположены внутри помещения. Тем самым, исключается опасность появления струек холода и возникновения в отсеках ВН и НН конденсата.

КТПНУ имеет раму, изготовленную из конструкционной стали и защищенную от коррозии специальным покрытием. Сквозные отверстия в обслуживающем коридоре обеспечивают вентиляцию. Этой же цели служит вентиляционный сквозной канал в двухслойной крыше.

Характеристики прочности трансформаторных подстанций с утеплением соответствуют всем нормативам прочности. Их можно быстро смонтировать и ввести в эксплуатацию. По желанию заказчика формируется нужный температурный режим внутри КТПНУ. КТПНУ имеет аналогичную киосковой подстанции комплектацию. По предпочтению заказчика, которое выявляется путем опросного листа, возможна установка дополнительной аппаратуры, например сигнализации, АВР и так далее.

Комплектная утепленная сэндвич модульная подстанция обладает соответствующими характеристиками прочности, габариты, может быть быстро смонтирована и введена в строй. Согласно пожеланиям заказчика внутри подстанции КТПНУ обеспечивается необходимый диапазон температуры. Согласно опросному листу возможен монтаж дополнительного оборудования, необходимой аппаратуры.

Элегазовый силовой выключатель

Элегазовый выключатель — это разновидность высоковольтного выключателя, коммутационный аппарат, использующий элегаз(шестифтористую серу, SF₆) в качестве среды гашения электрической дуги; предназначенный для оперативных включений и отключений отдельных цепей или электрооборудования в энергосистеме, в нормальных или аварийных режимах, при ручном, дистанционном или автоматическом управлении.

К преимуществам элегазовых выключателей можно отнести возможность применения на все классы напряжений свыше 1 кВ;

- гашение дуги происходит в замкнутом объеме без выхлопа в атмосферу;
- относительно малые габариты и масса;
- пожаро- и взрывобезопасность;
- быстрота действия;
- высокая отключающая способность;
- надежное отключение малых индуктивных и емкостных токов в момент перехода тока через нуль без среза и возникновения перенапряжений.
- малый износ дугогасительных контактов;
- бесшумная работа;
- возможность создания серий с унифицированными узлами;
- пригодность для наружной и внутренней установки.

Заключение.

Переход к прогрессивным сооружениям подстанций позволит бесперебойное электроснабжение потребителей, облегчает работу ремонтному персоналу, уменьшает расход железобетона и уменьшает площадь подстанции.

Научный руководитель: Ю.П. Симаков, к.т.н., профессор КРСУ

РАЗРАБОТКА ОБЩИХ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЕЛИТЕЛЬНОЙ АВТОМАТИКИ ДЛЯ ЭНЕРГОРАЙОНОВ С ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

¹Д.К. Кривоногова, ²Р.Б. Абеуов
^{1,2}Томский политехнический университет
ЭНИН, ¹ЭПП, ²ЭСиЭ

В настоящее время в энергетической отрасли страны, проводится политика максимально-эффективного использования природных энергетических ресурсов. Одним из направлений этой политики является введение требований к нефтедобывающим компаниям, по утилизации добываемого попутного нефтяного газа, устанавливаемых Постановлением Правительства РФ № 7 от 08.01.2009 г. «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках». В целях выполнения требований Постановления Правительства нефтедобывающие компании в энергорайонах, обеспечивающих добычу нефти и газа, начали активно вводить в эксплуатацию электростанции малой мощности (ЭСММ).

Появление ЭСММ в энергорайонах, обеспечиваемых электрической энергией от системы централизованного электроснабжения, влечёт за собой изменение режима работы распределительной электрической сети, и как следствие требует, как перенастройки существующих устройств релейной защиты и автоматики (РЗА), так и установки новых. Поскольку централизованное электроснабжение энергорайонов осуществляется от центров питания электросетевых компаний (ЭСК) по одной или нескольким воздушным линиям (ВЛ), то реконструкция РЗА должна быть выполнена на всех электросетевых объектах входящих в схему выдачи мощности ЭСММ, включая центры питания ЭСК.

При этом следует учитывать, что при подключении ЭСММ к распределительной сети энергорайона, энергосистема и генераторы ЭСММ будут оказывать взаимное влияние друг на друга, при возникновении возмущений во внешней электрической сети [1].

Проведенные исследования, а также анализ опыта эксплуатации электростанций малой мощности показал, что подключение энергорайонов с ЭСММ к электрическим сетям энергосистемы сопряжено с появлением целого ряда новых эксплуатационных проблем [1].

Одним из оптимальных способов решения этих проблем является выделение энергорайонов с ЭСММ на изолированную работу, посредством делительной автоматики (ДА).

Как показывает практика, установка ДА осуществляется на шинах центров питания, принадлежащих сетевым компаниям, однако это требует дополнительных финансовых затрат на технологическое присоединение. Кроме того сетевые компании не всегда в состоянии в кратчайшее время обеспечить установку ДА на своём объекте, не выполняя тем самым требования технических

условий на техническое присоединение ЭСММ к ЭЭС. Поэтому возникает потребность в разработке такого многофункционального устройства ДА, которое обеспечивало бы надежное выделение энергорайонов с ЭСММ на изолированную работу, при различных аварийных ситуациях в ЭЭС, без установки элементов автоматики на шинах центров питания сетевых компаний.

Это устройство позволит обеспечить эффективное выделение энергорайонов с ЭСММ на автономный режим работы при возникновении аварийных ситуаций во внешней электрической сети, а также исключить ряд проблем эксплуатации, как самой распределительной сети, так и энергорайонов с ЭСММ. Кроме того, это поможет снизить издержки на технологическое присоединение и сократить сроки его осуществления.

Обеспечение надежности работы ЭСММ в составе энергорайона при возмущениях во внешней электрической сети напрямую связано со значительным повышением требований к делительной автоматике. Кроме того, возникает необходимость совершенствования релейной защиты внутренней распределительной сети энергорайона, а также учёта влияния генераторов ЭСММ, проявляющееся в снижении чувствительности защиты сети в режиме дальнего резервирования.

Многофункциональное устройство ДА должно отвечать следующим требованиям:

1. ДА должна осуществлять деление при возникновении коротких замыканий во внешней электрической сети (обеспечивать чувствительность к удалённым коротким замыканиям).
2. ДА должна осуществлять деление по факту снижения частоты и напряжения, при системных авариях в ЭЭС.
3. Измерительные органы ДА не должны устанавливаться на центрах питания ЭСК.
4. ДА должна обеспечивать быстроедействие, требуемое по условиям устойчивости генераторов ЭСММ.
5. Селективность ДА должна обеспечиваться с учётом режимов работы защит генераторов ЭСММ.

В соответствии с приведёнными требованиями многофункциональное устройство ДА должна иметь следующий состав базовых функций:

Функция токовой ступенчатой защиты, состоящей из 3 ступеней:

Первая ступень – функция токовой отсечки. Ток срабатывания которой, равен:

$$I_{сзА}^I = I_{сзБ}^I = k_n \cdot I_{сз}^I \quad (1)$$

где $k_n = 1,2$ – коэффициент надежности несрабатывания.

Вторая ступень – функция токовой отсечки с выдержкой времени. Коэффициент чувствительности:

$$k_{ч} = \frac{I_{к1}^{(2)}}{I_{с.з.}} \geq 1,5 \quad (2)$$

Третья ступень – функция максимальной токовой защиты, коэффициент чувствительности:

$$k_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{к2}}^{(2)}}{I_{\text{с.з}}^{(III)}} \geq 1,2 \quad (3)$$

Благодаря сочетанию токовых отсечек и МТЗ данная функция ДА обладает высоким быстродействием и является простой в исполнении.

Функция делительной автоматики по напряжению (ДАН).

Данная функция обладает достаточной чувствительностью к удаленным трехфазным коротким замыканиям, возникающим на воздушных линиях электропередачи высокого напряжения, входящих в схему выдачи мощности ЭСММ. Напряжение срабатывания принимается равным:

$$U_{\text{с.р.}} = 0,7 U_{\text{ном}} \quad (4)$$

Функция делительной автоматики, действующей при снижении частоты в энергосистеме (ДАЧ).

В случае системной аварии, приводящей к снижению частоты в энергосистеме, ДАЧ осуществляет отделение энергорайона с ЭСММ на изолированную работу. Уставка срабатывания по частоте может быть принята равной 48,5-48 ГЦ, а выдержка времени на срабатывание 0,3-0,4 с. Кроме того, данная функция должна осуществлять контроль скорости снижения частоты.

Функция делительной автоматики по току обратной и нулевой последовательностей

Пусковые органы ДА, реагирующие на появление составляющих тока и/или напряжения обратной последовательности, повышают чувствительность ДА к режимам несимметричных коротких замыканий и позволяют выявлять неполнофазные режимы. Данная функция ДА позволяет осуществлять выделение энергорайона с ЭСММ при возникновении несимметричных коротких замыканий во внешней электрической сети, исключая тем самым возможность подпитки места короткого замыкания током от ЭСММ и не допуская возникновения перенапряжения в нейтрали трансформаторов центров питания ЭСК.

Функция делительной автоматики – контроль перетоков реактивной мощности.

Основывается на сравнение изменения перетока реактивной мощности по сравнению с доаварийным режимом. Для сравнения контролируемой величины с её доаварийным режимом, используется функция контроля предшествующего режима. Схема подключения многофункционального устройства ДА к трансформаторам тока и напряжения, приведена на рисунке 1.

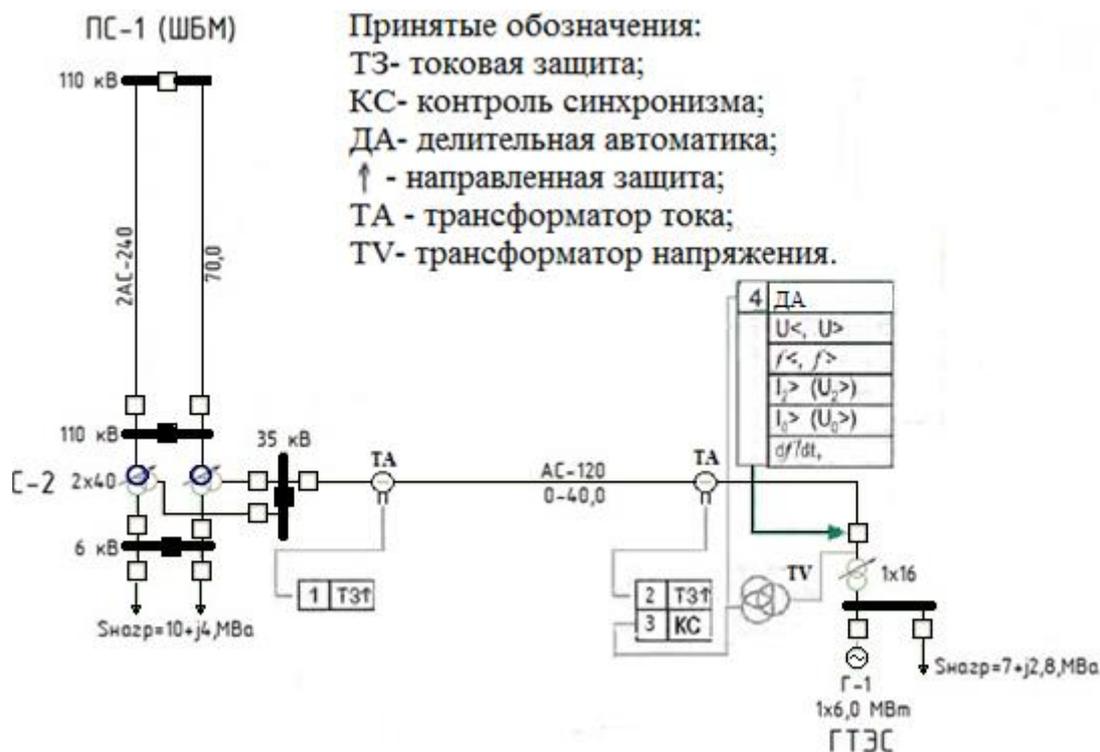


Рис. 1. Схема подключения многофункционального устройства ДА к трансформаторам тока и напряжения

Основной особенностью данного многофункционального устройства делительной автоматики является то, что оно включает в себя все необходимые функции для осуществления надежного отделения энергорайона с ЭСММ от электрической сети ЭЭС при возмущениях различной природы. При этом измерительные и исполнительные органы устройства устанавливаются только на электроэнергетических объектах энергорайонов с ЭСММ, что снимает целый ряд вопросов, связанных с технологическим присоединением ЭСММ к электрическим сетям ЭЭС.

Все функции многофункционального устройства ДА являются отдельными физическими модулями и компонуются в едином модульном шкафу, при этом для каждой из этих функций предусмотрена возможность задания уставок и выдержек времени на срабатывание.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Шабалина, Ю. В., Абеуов Р. Б. О проблемах подключения энергорайонов с электростанциями малой мощности к электрическим сетям энергосистем // Интеллектуальные энергосистемы: труды II Международного молодежного форума, 6-10 октября 2014 г., г. Томск в 2 т. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Т. 2. — С. 179-183

Научный руководитель: Р.Б. Абеуов, к.т.н, доцент кафедры ЭСиЭ ЭНИН ТПУ.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КЕМЕРОВСКОЙ ГРЭС

А.С. Василенко

Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭЭС, группа 5А3А

Кемеровская ГРЭС является крупнейшей электростанцией города Кемерово, покрывающая более 70% потребности города в электроэнергии, питающая большинство крупных промышленных предприятий города, а так же вырабатывающая электроэнергию для близлежащих посёлков.

В 1929 году на Всесоюзном съезде Советов был утверждён первый пятилетний план развития народного хозяйства СССР, в соответствии с которым было принято решение приступить к строительству Кемеровской электростанции, предназначавшейся для энергоснабжения угольных шахт Кузбасса и химических заводов Кемерово.

Первый турбогенератор Кемеровской ГРЭС мощностью 24 МВт с котлоагрегатом паропроизводительностью 110 тонн в час был пущен 31 января 1934 г. Сооружение заводов - потребителей электроэнергии, отставало. Чтобы сохранить мощности, часть первой произведенной энергии некоторое время "сбрасывалась" в огромный реостат во дворе станции. 1 июня 1934 г. турбогенератор был сдан в постоянную эксплуатацию.

1 июля 1934 года Кемеровская ГРЭС была переведена на положение действующей электростанции. Уже в августе станция была оснащена двумя турбогенераторами мощностью по 24 тыс. киловатт каждый и двумя котлоагрегатами. В октябре 1935 года введён в эксплуатацию котлоагрегат №3. Сооружение первой очереди ГРЭС было закончено. В 1940 году завершилось строительство третьей очереди станции пуском котлоагрегата № 6. Кемеровская ГРЭС стала одной из крупнейших электростанций Западной и Восточной Сибири, её электрическая мощность составили 123 МВт.

С вводом в эксплуатацию в 1936 г. ВЛ-110 кВ. между городами Белово и Прокопьевск ТЭЦ КМК и Кемеровская ГРЭС стали работать на общую электрическую сеть - была заложена основа для создания единой энергетической системы Кузбасса.

С 1966 по 1978 г. на станции были смонтированы три котлоагрегата производительностью 420 тонн пара в час, два турбогенератора по 40 тыс. кВт и ещё один мощностью 110 тыс. кВт, введены в эксплуатацию: бойлерная № 3, две химводоподготовки, новый тракт теплоподдачи, маслохозяйство и др. объекты. мощностью 110 тыс. кВт.

В 2002 году полностью реконструирован котлоагрегат №4 с переводом его на сжигание попутного коксового газа с соседнего предприятия, создававшего до этого экологические проблемы для областного центра. В 2003 году проведена дорогостоящая работа по замене секций главных паропроводов, отработавших свой ресурс. Ко Дню энергетика в 2005 году был введён в промышленную эксплуатацию котлоагрегат № 16 типа ТП-87М.

В настоящее время установленная мощность электростанции: 443 МВт. На станции используются турбогенераторы следующих типов (таблица 1).

Табл. 1. Турбогенераторы Кемеровской ГРЭС

Маркировка	$S_{НОМ}$	$P_{НОМ}$	$U_{НОМ}$	$\cos\varphi$	$I_{НОМ}$
	МВ·А	МВт	кВ		кА
ТВФ-110-2ЕУЗ	137,5	110	10,5	0,8	7,56
ТВФ-120-2УЗ	125	100	10,5	0,8	6,875
ТВФ-60-2	75	60	10,5	0,8	4,125
ТВФ-63	78,75	63	10,5	0,8	4,330

На Кемеровской ГРЭС имеется распределительное устройство 110 кВ, связанное с ГРУ – 10,5 кВ через трёхобмоточные трансформаторы ТДТН-63000/110.

На электростанции выделяются 2 части: секции низкого и высокого давлений.

Секция низкого давления, построенная в 1934 году, состоит из «ГРУ-10.5кВ» с непосредственным присоединением генераторов к распределительному устройству (рисунок 1). В настоящее время генераторы отключены от ГРУ.

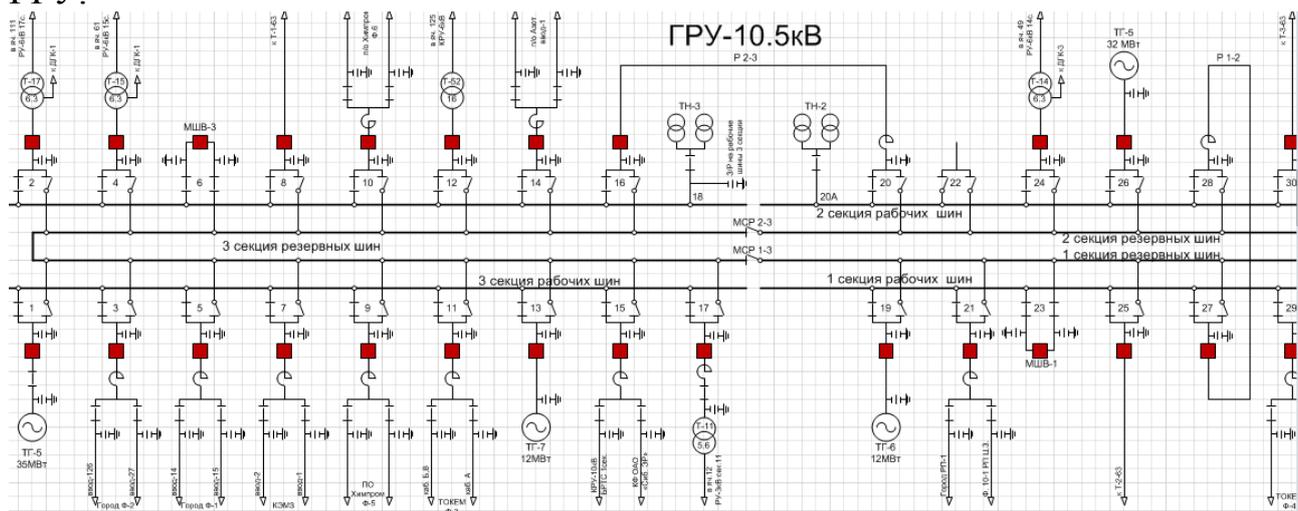


Рис. 1. Фрагмент ГРУ 10.5кВ Кемеровской ГРЭС

В секцию высокого давления входят следующие электрическое оборудование: турбогенераторы ТВФ-110-2Е, ТВФ-110, ТВФ-120-2УЗ, ТВФ-60-2, ТВФ-63, трансформаторы ТДТН-63000/110, ТРДЦН-63000/110, ТТР-125000-123, ТДЦ-125000/110. На рисунке 2 приведена схема электрических соединений ОРУ 110 кВ.

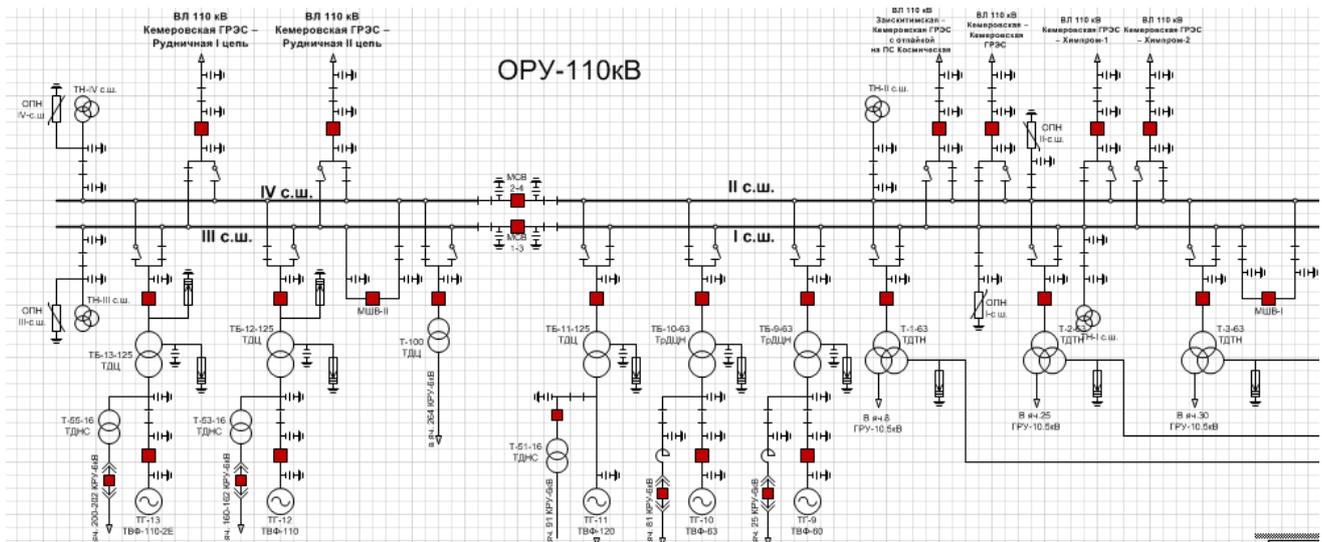


Рис. 2. ОРУ 110кВ

Изменения в электрической части электростанции связаны с изменением вида топлива, поставляемого на ГРЭС. Уголь марки «СС» заменён на уголь марки «Д»; под данный вид топлива была переделана только секция высокого давления, как наиболее рентабельная и перспективная. К тому же, она полностью покрывает потребности промышленных предприятий, питающихся от ГРУ-10.5 кВ.

В настоящее время в ГРУ-10.5 кВ активно ведутся работы по замене ячеек распределительного устройства.

Одной из последних таких замен является полная реконструкция фидера «Химпром» с заменой всех основных его элементов: выключателя, разъединителей, шин, устройств релейной защиты. Так, старые, громоздкие масляные выключатели марки ВМБ-10/600 заменяются на компактные и надёжные вакуумные выключатели ВВЭ-10-20/630, которые, помимо компактности выдерживают большее количество включений-отключений.

Проводится реконструкция вторичных цепей. Электромеханические реле заменяются на микропроцессорные многофункциональные реле MiCOM (рисунок 3).



Рис. 3. Реле MiCOM

Реле MiCOM совмещают в себе не только релейную защиту, но и автоматическое повторное включение, что безусловно является шагом вперёд и демонстрирует развитие электрической части Кемеровской ГРЭС.

В планах развития ГРЭС проект замены кабельных линий электропередачи «Химпром» на более современные линии, с увеличенным сечением кабеля, поскольку на данный момент одна из линий представляет собой 2 параллельных кабеля малого сечения, из-за чего на данной линии установлена поперечная дифференциальная защита, которая используется достаточно редко и является недостаточно надёжной, поскольку отключит, в случае аварии, всю линию.

В проекте реконструкции будет так же изменена схема релейной защиты, предположительно на максимальную токовую защиту и токовую отсечку, представленную в микропроцессорном реле MiCOM.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Материалы производственной практики на Кемеровской ГРЭС, 2016 г.

Научный руководитель: Н.М. Космынина, к.т.н., доцент, каф. ЭЭС ЭНИН ТПУ.

ДИАГНОСТИКА ИЗОЛЯЦИИ ТОКОВЕДУЩИХ ЧАСТЕЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ МЕТОДОМ ТАНГЕНСА УГЛА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ

А.Ш. Шайдуллин, В.В. Максимов

Казанский государственный энергетический университетский

В процессе эксплуатации электрооборудования, с течением времени портится изоляция, изнашиваются токоведущие части, обмотки и подшипники электрических машин, отдельные механические детали. В результате этого, а так же из-за заводских дефектов, неправильных действий персонала, загрязнения, неблагоприятных атмосферных условий и др. причин, происходит износ и повреждение электрооборудования. Поэтому на электростанциях и в сетях, периодически проводят планово-предупредительный ремонт оборудования (ППР), который состоит из межремонтного обслуживания, текущего, среднего и капитального.

Планово-предупредительный ремонт - комплекс организационно-технических мероприятий предупредительного характера, проводимых в плановом порядке для обеспечения работоспособности инженерных систем в течение всего предусмотренного срока службы.

Я бы хотел рассмотреть диагностику изоляции токоведущих частей электрооборудования. Токоведущие части непосредственно в процессе эксплуатации подвергаются разнообразным испытаниям, с помощью которых выявляются ослабленные места или дефекты в изоляции и защитных оболочках кабелей. Причины возникновения таких ослабленных мест различны. Они могут возникать при изготовлении кабеля, при небрежном использовании. Ослабленные места выявляются в процессе эксплуатации, так как со временем наблюдается старение изоляции кабелей и коррозия их металлических оболочек. Существу-

ют несколько методов проведения данной диагностики. Мною был выбран метод диэлектрических потерь, т.к. измерение тангенса угла диэлектрических потерь в кабеле позволяет обнаружить дефекты изоляции кабеля до того, как сама проблема случится. Тангенс угла диэлектрических потерь быстро измеряется прибором Viola-TD с сохранением результата измерения в памяти прибора вместе с полным описанием тестируемого кабеля. Данная установка позволяет проводить тестирование и объединить диагностический тест с простым испытанием кабеля высоким постоянным или переменным напряжениями, обеспечивая тем самым "эффективное" СНЧ тестирование. Данная установка позволяет проводить тестирование и объединить диагностический тест с испытанием кабеля высоким постоянным или переменным напряжениями. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь позволяет выявить проблемные кабели, требующие повышенного внимания, разработать оптимальную стратегию модернизации кабельного хозяйства сетевых предприятий. Используя значения измерений, можно рассчитать значения показателя надежности кабеля:

$$P_{\Pi} = \Phi \cdot \frac{R_{B-m_z}}{\sigma} - \Phi \cdot \frac{R_{H-m_z}}{\sigma} \quad (1)$$

$$m_z = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n z \quad (2)$$

Метод измерения тангенса угла диэлектрических потерь может стать основой при обслуживании изоляции любых кабелей. Так же, данным методом можно произвести диагностику кабелей высокого напряжения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Левин В.М. Диагностика и эксплуатация оборудования электрических сетей: учебное пособие. Часть 1 / В.М. Левин. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. – 116с.
2. Малкин В.С. Техническая диагностика: учебное пособие. СПб: Лань, 2013 – 272с.
3. Эксплуатация электрооборудования: Учебное пособие / В.Я. Хорольский. СтГАУ - Ставрополь: АГРУС, 2009. - 232с.
4. Браун М. Электрические цепи и электротехнические устройства. Диагностика неисправностей. / Браун М., Раутани Дж., Пэтил Д. М.: Додэка-21, - 328с.

Научный руководитель: В.В. Максимов, доцент, к.т.н., доцент кафедры ЭПП, КГЭУ.

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСА АВТОМАТИКИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НАРУШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПОДСТАНЦИИ 500 кВ

А.В. Рахаев

Самарский государственный технический университет

В настоящее время на подстанциях 500 кВ для предотвращения нарушения устойчивости при ослаблении транзитной связи применяется специальная автоматика отключения нагрузки (САОН) [2]. При отключении на подстанции автотрансформатора или группы из трёх однофазных автотрансформаторов 500 кВ (АТ) САОН действует на пуск устройств передачи аварийных сигналов и команд (УПАСК). Команды в форме высокочастотных импульсов передаются по линиям электропередачи (ЛЭП) до других подстанций. На этих подстанциях по факту приёма команды от САОН происходит отключение ЛЭП 6-110 кВ с односторонним питанием, а также пуск УПАСК и дальнейшее распространение команд от САОН. В различных схемно-режимных ситуациях в энергосистеме при отключении АТ требуется соответствующий объём отключения нагрузки. Он регулируется накладками в оперативных цепях панели САОН персоналом релейной защиты и автоматики или оперативным персоналом подстанции по команде диспетчерского центра (ДЦ). Действие на отключение нагрузки выполнено несколькими ступенями. Под действие каждой из них заведён пуск определённых УПАСК и соответственно отключение определённых потребителей. Вопрос о том, какие ступени ввести в действие, решают диспетчеры. В специализированном программном комплексе создана расчётная модель энергосистемы. Диспетчеры приводят её в соответствие с топологией энергосистемы, выполняют прогноз потребления, задают максимальную прогнозируемую нагрузку подстанций и производят имитацию отключения АТ. Если токовые нагрузки ЛЭП и оборудования превышают аварийно допустимые значения или напряжения в контрольных пунктах меньше аварийно допустимых значений, то диспетчеры последовательно имитируют отключение нагрузки от ступеней САОН, начиная с первой, до тех пор, пока оба условия не перестанут выполняться.

Дозировка управляющих воздействий неавтоматическая. Необходимый объём отключения нагрузки определяется для прогнозируемого максимума потребления, хотя отключение АТ может произойти в моменты, когда нагрузка в энергосистеме меньше максимальной. В такие моменты для сохранения статической устойчивости и предотвращения недопустимых токовых перегрузок ЛЭП и оборудования достаточно меньшего объёма отключения нагрузки. Однако САОН, будучи введённым в действие, в любых режимах будет действовать на отключение одного и того же объёма нагрузки.

Для решения этих проблем предлагается устройство противоаварийной автоматики энергоузла (УПАЭ) на микропроцессорной элементной базе со следующим алгоритмом работы. Из оперативно-информационного комплекса (ОИК) ДЦ передаются в УПАЭ величины суммарного перетока активной мощности в контролируемом сечении и суммарной активной мощности, доступной

для отключения от каждой ступени. В память УПАЭ в качестве параметров срабатывания заложены максимально допустимые перетоки активной мощности в контролируемом сечении в нормальной схеме энергосистемы и в ремонтных схемах для нескольких интервалов температур. УПАЭ определяет необходимый объём управляющих воздействий на отключение нагрузки по формуле (1):

$$\Delta P = P_{сеч} - P_{мдп}, \quad (1)$$

где ΔP – необходимый объём управляющих воздействий на отключение нагрузки, $P_{сеч}$ – суммарный переток активной мощности в контролируемом сечении, $P_{мдп}$ – максимально допустимый переток активной мощности в контролируемом сечении.

Далее УПАЭ определяет, на какие ступени подействовать при отключении АТ. Определяется ступень с наименьшей активной мощностью нагрузки. Если её величина больше ΔP , то при возникновении факта отключения АТ УПАЭ воздействует на пуск УПАСК, заведённых под действие этой ступени. Если нет, то в порядке возрастания активная мощность следующих ступеней сравнивается с ΔP . Если ни одна из ступеней не соответствует описанному условию, то рассматриваются все комбинации из двух и более ступеней в порядке возрастания их суммарной активной мощности, доступной для отключения, пока она не превысит ΔP .

Для сравнения между собой алгоритмов САОН и УПАЭ в программном комплексе (ПК) «RastrWin3» создана расчётная модель энергосистемы, схема которой представлена на рис.1. В этой энергосистеме электростанции ГЭС и АЭС передают мощность по сечению в энергорайон, в котором находятся подстанции 220 кВ и электростанции ТЭЦ 1 и ТЭЦ 2, мощности которых не хватает для покрытия всей нагрузки в этом энергорайоне. Сторона низкого напряжения автотрансформаторов на схеме не показана. В качестве аварии рассматривалось отключение ветви КБШ 500 – КБШ 220. Максимально допустимый переток, вводимый в качестве параметра срабатывания в УПАЭ, определялся именно для этого нормативного возмущения в соответствии с [4]. Он принят меньшим из следующих четырёх условий:

$$P_{мдп} = 0,92 \cdot P_{доав}(P_{п/ав}) - \Delta P_{нк}, \quad (2)$$

где $P_{доав}(P_{п/ав})$ – предельный переток активной мощности в доаварийном режиме, при котором переток активной мощности после отключения ветви КБШ 500 – КБШ 220 ещё не достигает предельного по статической апериодической устойчивости, $\Delta P_{нк}$ – мощность нерегулярных колебаний.

$$P_{мдп} = P_{доав}(U_{п/ав}) - \Delta P_{нк}, \quad (3)$$

где $P_{доав}(U_{п/ав})$ – предельный переток активной мощности в доаварийном режиме, при котором напряжения в узлах после отключения ветви КБШ 500 – КБШ 220 ещё не стали меньше аварийно допустимых значений.

$$P_{мдп} = P_{доав}(I_{п/ав}) - \Delta P_{нк}, \quad (4)$$

где $P_{доав}(I_{п/ав})$ – предельный переток активной мощности в доаварийном режиме, при котором токовые перегрузки ветвей после отключения ветви КБШ 500 – КБШ 220 ещё не достигли аварийно допустимых значений.

$$P_{мдп} = P_{дин} - \Delta P_{нк}, \quad (5)$$

где $P_{дин}$ – предельный по динамической устойчивости переток активной мощности.

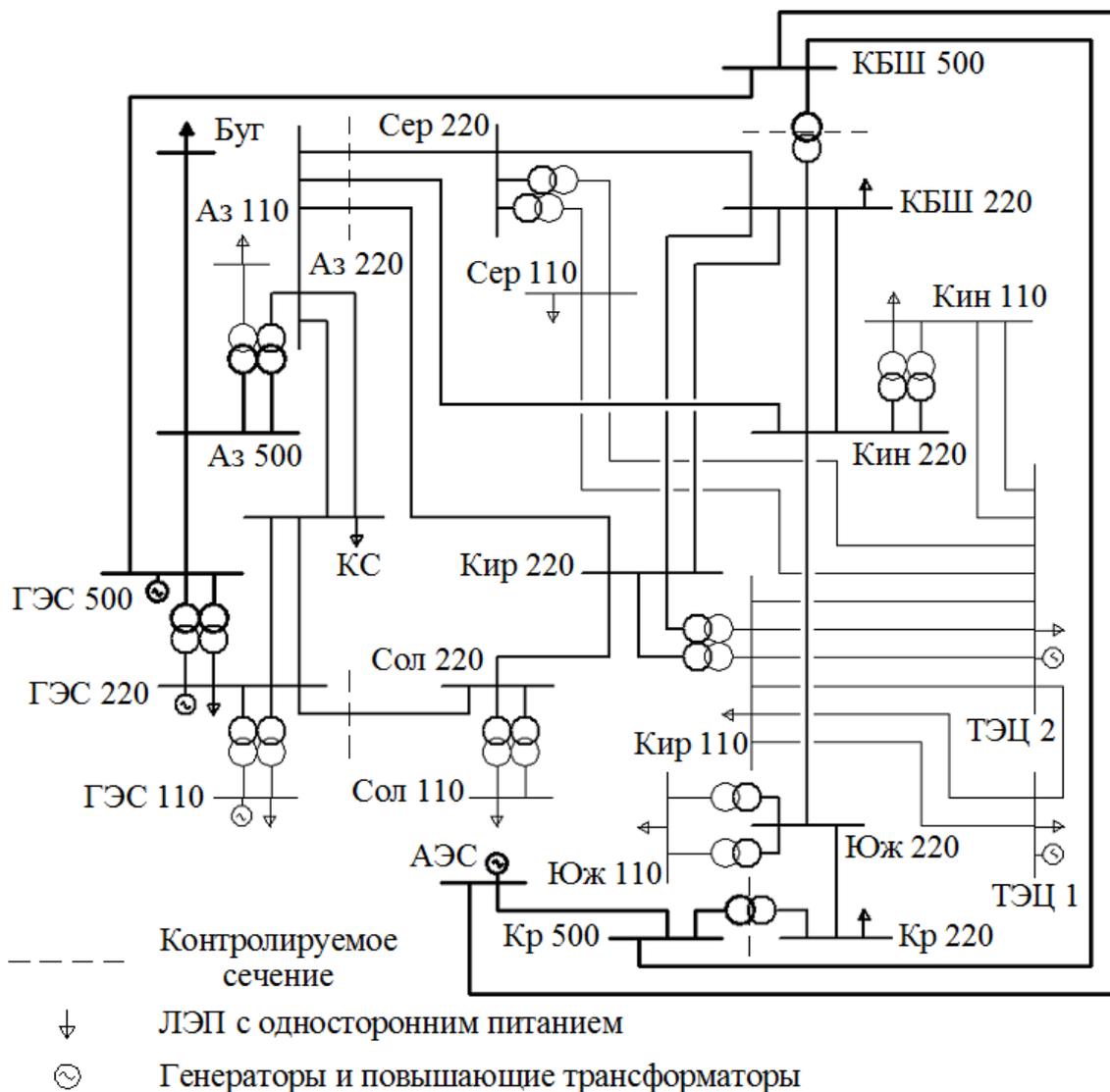


Рис. 1.

В расчётной модели от действия САОН и УПАЭ отключалась часть активной и реактивной мощности нагрузки в приёмной части энергосистемы. Состав ступеней определён для САОН и УПАЭ по вышеописанным алгоритмам для трёх режимов:

1. Нагрузка в энергосистеме максимальна. УПАЭ в этом режиме должно задействовать пять ступеней с суммарной мощностью нагрузки 499 МВт.
2. Нагрузка в энергосистеме составляет 0,9 от максимальной. По алгоритму УПАЭ необходимо задействовать три ступени с суммарной мощностью нагрузки 264 МВт.

3. Нагрузка в энергосистеме составляет 0,8 от максимальной. УПАЭ в этом режиме должно задействовать одну ступень с суммарной мощностью нагрузки 76 МВт.

По алгоритму САОН необходимо задействовать пять ступеней во всех трёх режимах. Во всех случаях после действия УПАЭ и САОН послеаварийный режим отвечал всем требованиям, изложенным в [3]. Расчёты динамической устойчивости выполнены в ПК «Mustang» в соответствии с [3] при помощи указаний, данных в [1]. Динамическая устойчивость сохранилась и без отключения нагрузки.

Выводы: САОН и УПАЭ надёжно обеспечивают предотвращение нарушения устойчивости при ослаблении транзитной связи. УПАЭ обладает несколькими преимуществами перед САОН:

1. Автоматическая дозировка управляющих воздействий.
2. Минимизация управляющих воздействий.
3. Возможность дистанционного изменения параметров срабатывания из диспетчерского центра.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Вайнштейн Р.А. Программные комплексы в учебном проектировании электрической части электростанций: учебное пособие / Р.А. Вайнштейн, В.В. Шестакова, Н.В. Коломиец. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 123 с.
2. Беркович М. А. и др. Основы автоматики энергосистем/ М. А. Беркович, А. Н. Комаров, В. А. Семенов. – М.: Энергоиздат, 1981. – 432 с., ил.
3. СО 153-34.20.576-2003. Методические указания по устойчивости энергосистем. – Введены 30.06.2003. – М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2004. – 14 с.
4. СТО 59012820.27.010.001-2013. Правила определения максимально допустимых и аварийно допустимых перетоков активной мощности в контролируемых сечениях диспетчерского центра ОАО «СО ЕЭС». Введен 18.01.2013. – М.: ОАО «СО ЕЭС», 2013. – 36 с. – (Стандарт организации).

Научный руководитель: Л.Г. Мигунова, к.т.н., доцент СамГТУ.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ПРОТИВОАВАРИЙНОГО УПРАВЛЕНИЯ

В.В. Долгинин

Самарский государственный технический университет

Надёжная работа Единой энергетической системы России не может быть гарантирована без развитой системы автоматического противоаварийного управления (ПАУ).

Находящиеся длительное время в эксплуатации системы и устройства противоаварийной и режимной автоматики на сегодняшний день в значительной степени морально и физически устарели и нуждаются в срочной замене. Износ технических средств противоаварийной и режимной автоматики (ПА и РА) создаёт риски, выраженные в снижении поставок электроэнергии от экономических генерирующих источников и, тем самым, снижает возможности конкуренции на рынке электрической энергии.[3]

Необходимость применения ПА и РА обусловлена известными особенностями электрических сетей в России:[1]

- большой протяженностью электрических связей;
- высокой концентрацией генерирующих мощностей;
- удалённостью центров производства от центров потребления электроэнергии.

ПА – вынужденное решение, позволяющее при слабых связях обеспечить синхронную работу отдельных частей ЕЭС в послеаварийных режимах.

Альтернативой к применению противоаварийной и режимной автоматики является развитие электрической сети или ввод дополнительных генерирующих мощностей – существенно более дорогие мероприятия, а благодаря наличию ПА и РА по электрической сети без существенных капиталовложений может быть передана дополнительная мощность от 300 до 1500 МВт во всех регионах России.

Анализ состояния и функционирования ПАУ.

Анализ функционирования существующих устройств и систем ПА на территории ОЭС Средней Волги позволяет сделать следующие выводы:

1. Наметился процесс увеличения потока отказов устройств ПА по причине их физического старения (процесс выработки устройств).
2. Происходит увеличение количества ошибок дежурного персонала при выполнении операций с устройствами ПА вследствие усложнения логики их оперативного обслуживания из-за технической невозможности автоматической реализации этих операций.
3. Ограниченные на сегодняшний день возможности по объёмам передачи аварийных сигналов и команд.

Все эти выводы позволяют сформулировать, вместе с наметившейся необходимостью замены устаревших устройств и систем ПА, современные требования[2] к новому поколению этих устройств. К ним относятся:

1. Реализация устройств должна быть ориентирована на современную микропроцессорную базу.
2. Устройства связи с объектами (УСО) этих микропроцессорных систем должны обеспечивать ввод и вывод всех возможных форм аналоговых и дискретных сигналов.
3. Внешние связи микропроцессорных устройств должны поддерживать стандартные протоколы и интерфейсы обмена данными со смежными устройствами своего или верхнего уровня.
4. Обязательное выполнение принципов дублирования устройств.

Развитие и усложнение функций современных систем ПАУ привело к необходимости использования в своей структуре устройств телемеханики и связи, которые в этом смысле перестают быть чисто информационными и естественным образом включаются в инфраструктуру ПАУ. Так же возникает необходимость организации новых высокоскоростных цифровых каналов связи по выделенным направлениям межмашинного обмена устройств ПА верхнего и нижних уровней.

Определение структуры построения систем противоаварийного управления.

Исполнение всего комплекса задач по противоаварийному управлению исторически и логически создавался на локальных устройствах конкретных объектов, в том числе для выполнения функции АПНУ.

Локальные комплексы предназначены для отдельных сечений электрической сети, контролируют ограниченное число параметров и в большинстве своём выполнены на устаревшей аппаратуре, реализующей релейные принципы действия и не способной обеспечить функциональность, необходимую в современных условиях.

Наиболее эффективной является централизованная структура, управляющая всей системой из одного центра, поскольку использует всю полноту информации.

Однако, её надёжность ниже, чем у децентрализованной структуры, т.к. общие неисправности приводят к отказу всей системы.

Для построения системы противоаварийного управления и развития комплексов ПА, необходимо учитывать интересы участников рынка, что весьма затруднительно, поскольку системы противоаварийного управления охватывают большие территории, размещены на объектах разных собственников, и часто приходится применять управляющие воздействия в одних регионах в интересах сохранения устойчивости в других и в ЕЭС в целом.

Цифровая централизованная система противоаварийной автоматики (ЦСПА).

В настоящее время действующая ЦСПА ОЭС Средней Волги представляет собой высокоэффективный программно-технический комплекс, позволяющий реализовывать основные функции деятельности Системного оператора по обеспечению системной надёжности энергообъединения в условиях конкурентного рынка.

При этом ЦСПА ОЭС Средней Волги перед релейными комплексами обладает следующими основными преимуществами:

1. Двухуровневая система, позволяющая функционировать в централизованном и локальных режимах работы узловых комплексов ПА.
2. Высокая степень надёжности, достигаемая:
 - развитой системой диагностики верхнего и нижних уровней ЦС ПА, её своевременную блокировку в случаях неисправностей и сбоев;
 - возможностью сохранения противоаварийного управления в сети 500 кВ даже при полном выходе из строя программно-технических средств верхнего уровня;
 - обеспечением сохранения противоаварийного управления для случаев повторных аварийных возмущений, когда верхний уровень ещё не готов к его расчёту;
 - адаптивностью, позволяющей реализовать функцию противоаварийного управления ОЭС при любых схемно-режимных условиях;
 - предоставлением диспетчеру и технологам возможности дополнительного контроля за текущей настройкой ПА и немедленным получением оперативной информации при срабатываниях пусковых органов (ПО) автоматики и реализованных при этом УВ.

Перспективные направления развития противоаварийного управления.

Основными направлениями совершенствования ПАУ являются:

- выбор оптимальных структур построения иерархических интеллектуальных систем автоматики;
- совершенствование технологических алгоритмов быстрого анализа и коррекции областей статической и динамической устойчивости и выбора управляющих воздействий;
- решение задач достоверизации информации, получаемой от энергообъектов с помощью ССПИ;
- разработка критериев качества сбалансированных режимов, подготовленных расчётной подсистемой «Оценка состояния»;
- разработка механизма задания коэффициентов доверия телеметрическим параметрам, используемым в расчётной подсистеме «Оценка состояния»;
- диагностика состояния объектов управления (генераторов, блоков), а также реальной величины нагрузки, подключенной к шинам САОН;
- формирование интеллектуальных центров автоматической дозировки управляющих воздействий на крупных электростанциях и в узлах нагрузки на базе микропроцессорной техники;
- координация в реальном времени с учётом изменения схемы сети и режима настройки установленных на энергообъектах устройств ПА (АЛАР, АОСЧ, АОПЧ, АОСН и др.);

- развитие телеинформационных коммуникаций для обеспечения полноценной «наблюдаемости» электрической сети за счёт дополнительных объёмов ТИ-ТС и замены устаревших УТМ.

В современных комплексах АПНУ должна предусматриваться деградация функций ПА в случае нарушения каналов связи или выхода из строя технических средств одного из уровней управления. В перспективе существенно расширится взаимодействие АСДУ с устройствами и системами ПА, чему будет способствовать увеличение информации о текущих и ретроспективных режимах, накапливаемой в памяти ОИК.

Заключение

Проведение реконструкции и техперевооружения комплексов ПА, выработанные на основании результатов диагностики существующего состояния ПА с учётом длительной практики эксплуатации двухуровневой ЦС ПА позволят решить актуальные проблемы и повысить надёжность работы ОЭС Средней Волги в составе ЕЭС в современных экономических условиях. Необходима разработка эффективного механизма, позволяющего динамично реализовывать в виде системных услуг технические условия, сформированные Системным оператором, на которого возложена обязанность обеспечения системной надёжности в ЕЭС.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Козлов А.Н. и др. Эксплуатация электрических сетей и систем электроснабжения. Учебное пособие / А.Н. Козлов, В.А. Козлов, А.Г. Ротачева. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2013.
2. СТО 59012820.29.240.008-2008. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Условия организации процесса. Условия создания объекта. Нормы и требования. Введен 23.12.2008. – М.: ОАО «СО ЕЭС», 2008. – 62 с. – (Стандарт организации).
3. В.З. Салов. Особенности состояния современной энергетики и оценка энергоэффективности энергетического комплекса России// Электро-технический рынок.- май-июнь 2012.-№3(45).- С 22-25.

Научный руководитель: Л.Г. Мигунова, к.т.н., доцент Самарский государственный технический университет.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВОЙНЫХ ЗАМЫКАНИЙ В КАБЕЛЬНОЙ СЕТИ 10 КВ В СРЕДЕ MATLAB/SIMULINK

А.П. Зарудная
Южно-Уральский государственный университет

Кабельные сети 10 кВ отличаются своей разветвленностью и наличием большого числа повторяющихся элементов. В связи с этим сеть этого класса напряжения наиболее подвержена аварийным отключениям по причине различных замыканий [1]. Неутрали в сети выполняются изолированными, поэтому в ней возможны только междуфазные короткие замыкания (КЗ). Токи при однофазных замыканиях невелики и определяются емкостями кабельных линий, в связи с чем не отключаются действиями быстродействующей РЗА. Их ликвидация производится, как правило, дожиганием однофазного замыкания до двухфазного короткого с последующим его отключением РЗА.

В связи с частым возникновением различных замыканий в кабельных сетях с большим сроком эксплуатации периодически наблюдаются ситуации с возникновением нескольких замыканий в разных частях кабельной сети. Поэтому представляет интерес условия работы устройств РЗА при таких замыканиях. Ниже приведены некоторые результаты исследований двойных замыканий, выполненных в программном комплексе MATLAB/Simulink [2].

На рис. 1 показана модель, собранная для исследования в среде Matlab/Simulink. Она включает в себя:

1. трехфазный источник напряжения 115 кВ с мощностью трехфазного короткого замыкания 1088 МВА;
2. силовой трансформатор мощностью 6,3 МВА с номинальными напряжениями сторон 115/11 кВ и схемой соединения обмоток $Y_H/D-11$;
3. два кабеля АПвВ $3 \times 50/16-10$ длиной 1 км каждый;

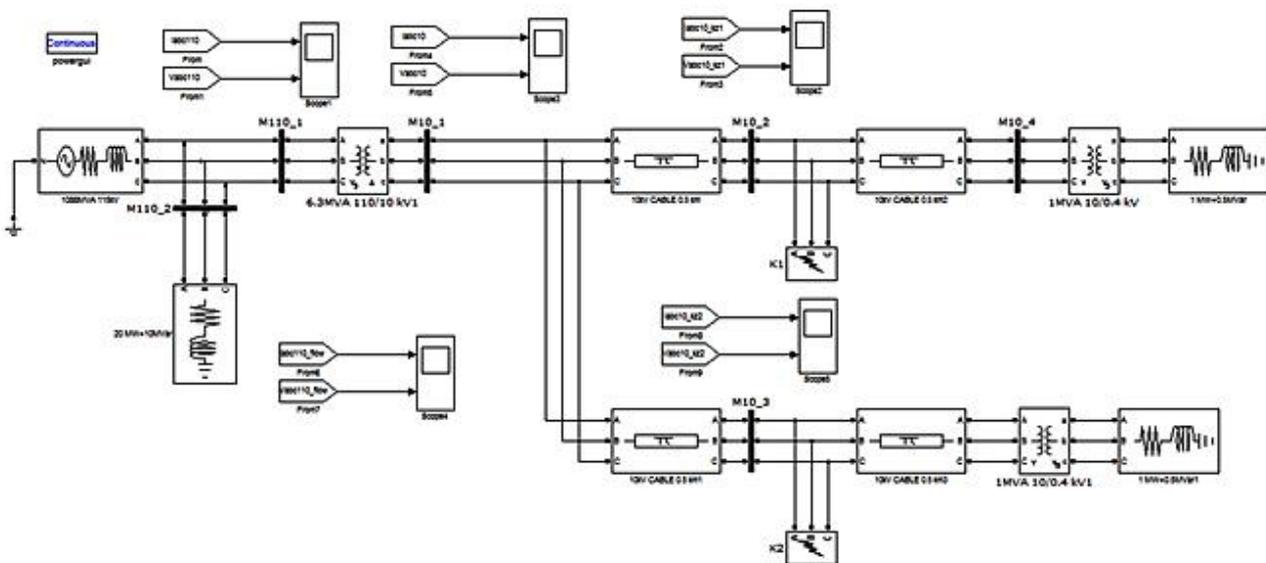


Рис. 4. Модель кабельной сети 10 кВ в среде Matlab/Simulink

1. два трансформатора мощностью 1 МВА с номинальными напряжениями сторон 10/0,4 кВ и схемой соединения обмоток Д/Ун –11;

2. две пассивные нагрузки 1 МВА на напряжение 0,4 кВ.

Для исследования двойных замыканий были выбраны точки К1 и К2, расположенные на удалении 0,5 км от начала каждого кабеля. Замыкания в точке К2 производились с задержкой от момента возникновения замыкания в точке К1. Измерение токов и напряжений выполнялось через измеритель на выводах НН трансформатора 115/11 кВ.

Первоначально был проведен опыт двойного однофазного замыкания в разных точках сети. В точке К1 в первый момент времени замыкалась на землю фаза «А». Спустя 0,06 с производилось замыкание в точке К2 фаз «А», «В» и «С» поочередно. На рисунке 2 показаны кривые мгновенных значений токов и напряжений при замыканиях фазы «А» сначала в К1, а затем и в К2. Кривые, получающиеся в случае замыкания разноименных фаз: фазы «А» в К1 и фазы «В» в К2 – показаны на рисунке 3.

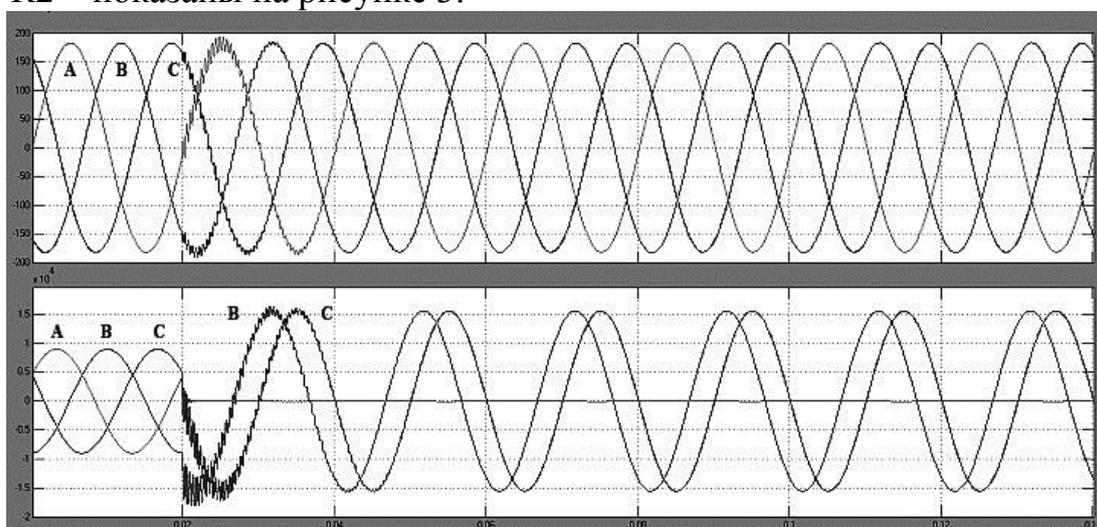


Рис. 5. Кривые фазных токов (вверху) и напряжений (внизу) при замыкании фазы «А» в момент $t=0,02$ с в К1 и фазы «А» в $t=0,08$ с в К2

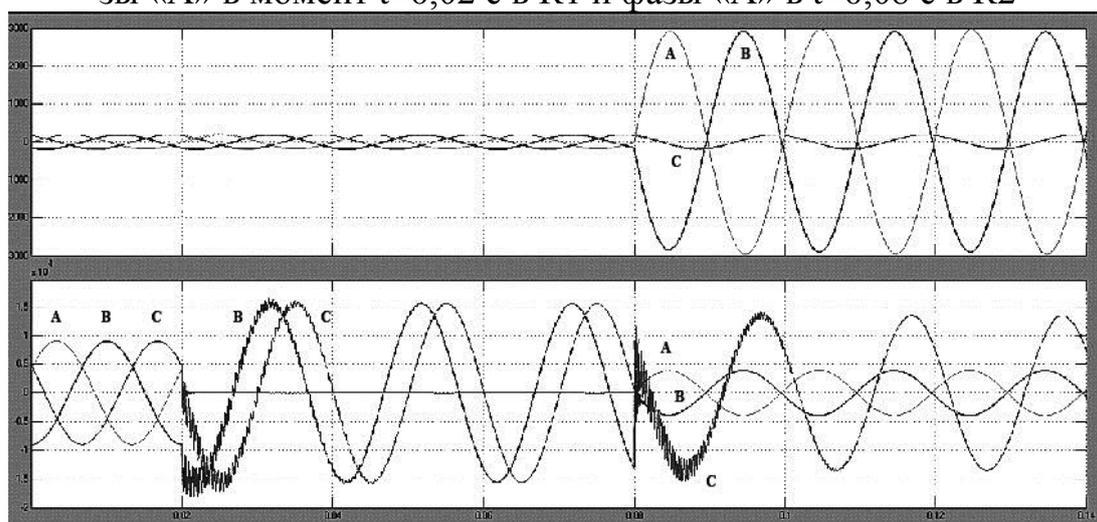


Рис. 6. Кривые фазных токов (вверху) и напряжений (внизу) при замыкании фазы «А» в $t=0,02$ с в К1 и фазы «В» в $t=0,08$ с в К2

Из сравнения кривых следует, что появление дополнительных точек замыкания уже замкнутой фазы не приводит к изменению форм кривых токов и напряжений и соотношения между ними, однако при появлении однофазного

замыкания на ранее незамкнутой фазе токи и напряжения по форме и соотношению становятся близкими двухфазному замыканию на землю.

Затем были рассмотрены комбинации двухфазных КЗ с однофазными замыканиями в разных точках сети. Кривые токов и напряжений, получающиеся при этом, приведены на рисунках 4 и 5.

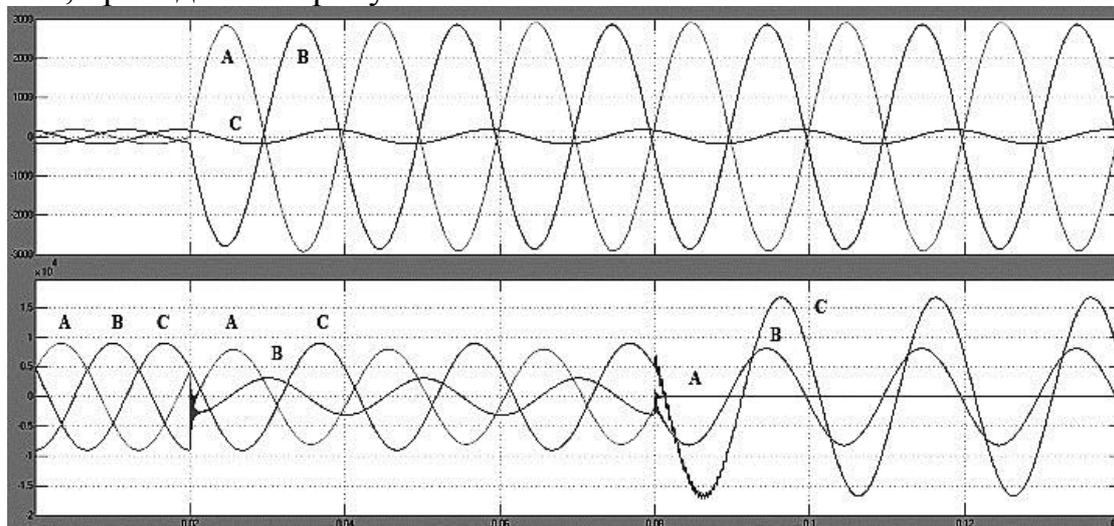


Рис. 7. Кривые фазных токов (вверху) и напряжений (внизу) при замыкании фаз «А» и «В» в $t=0,02$ с в К1 и фазы «А» в $t=0,08$ с в К2

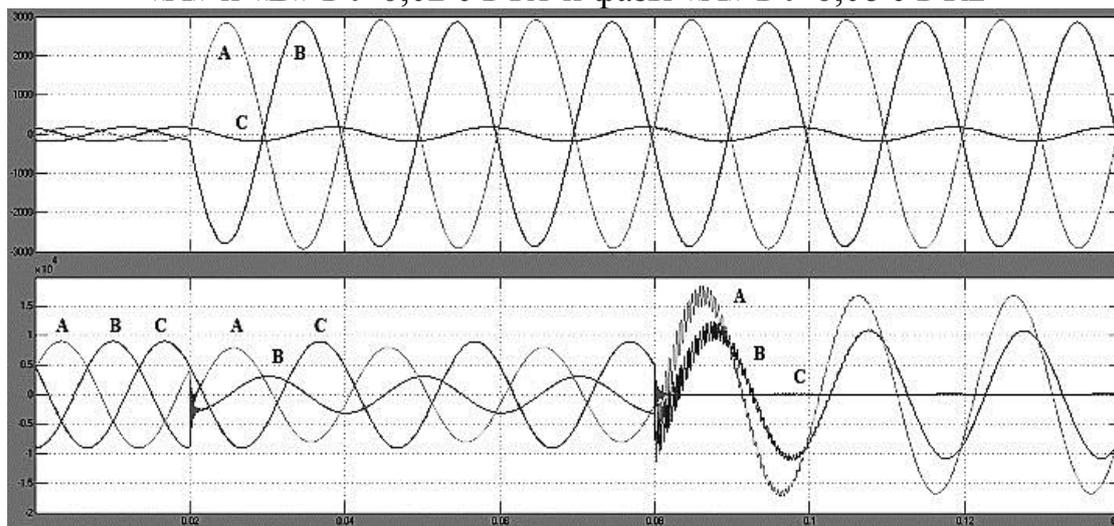


Рис. 8. Кривые фазных токов (вверху) и напряжений (внизу) при замыкании фаз «А» и «В» в $t=0,02$ в К1 и фазы «С» в $t=0,08$ в К2

В исследованных случаях появление однофазного замыкания после двухфазного короткого не приводило к изменению токов в поврежденных фазах. При этом напряжение в цепи фазы, замкнувшейся на землю, снижалось к нулю. Напряжения в остальных фазах возрастало до величины, не превышающей амплитуду линейного напряжения. Напряжения на поврежденных фазах возрастало неодинаково.

В конце был проведен опыт замыкания на землю трех фаз в двух точках сети. Фазы «А» и «В» замыкались в точке К1, а фаза «С» в точке К2 спустя 0,06 с от первого замыкания. Графики кривых токов и напряжений приведены на рис. 6. Из графиков следует, что такое замыкание равносильно трехфазному КЗ.

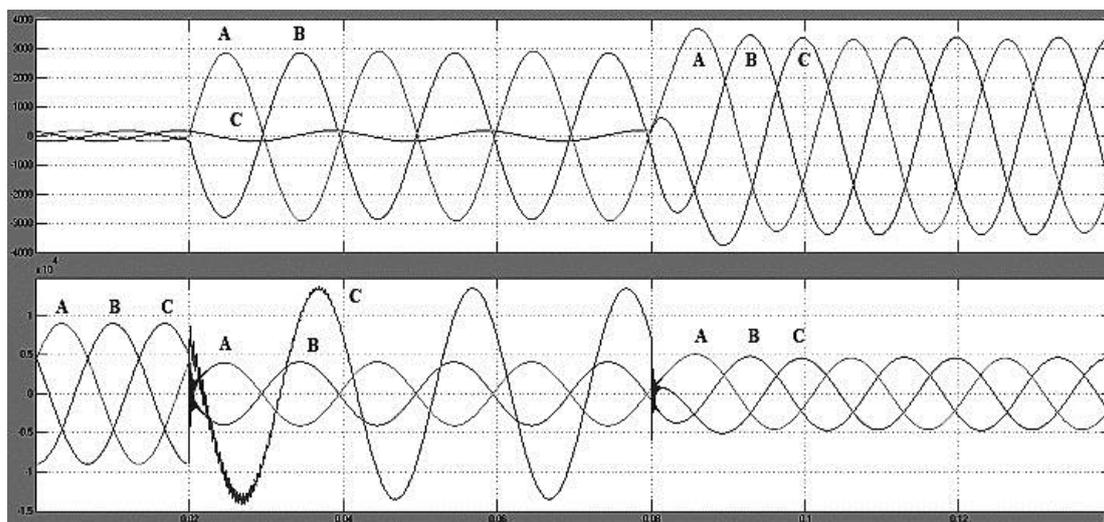


Рис. 9. Кривые фазных токов (вверху) и напряжений (внизу) при замыкании фаз «А» и «В» на землю в $t=0,02$ с в К1 и фазы «С» в $t=0,08$ с в К2

По результатам исследования были сделаны некоторые выводы о характере аварийных режимов рассмотренной кабельной сети относительно выводов НН питающего ее трансформатора.

1. Замыкание трех разноименных фаз на землю в разных точках кабельной сети равносильно трехфазному КЗ.
2. Замыкание двух разноименных фаз на землю в разных точках кабельной сети приводит к появлению тока по форме и значению соответствующего двухфазному КЗ.
3. Появление двухфазных КЗ при наличии в сети однофазного замыкания приводит к увеличению токов в фазах, замкнутых между собой, при этом напряжения фаз по форме и значению остаются как при однофазном КЗ.

Таким образом, в кабельных сетях 10 кВ с изолированной нейтралью возможны аварийные режимы замыканий, отличающиеся по способу возникновения и соотношению токов и напряжений от КЗ, возникающих в других сетях, что возможно следует учитывать в работе РЗА.

ЛИТЕРАТУРА:

1. С.А. Ульянов. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. Учебник для электротехнических и энергетических вузов и факультетов. М., «Энергия», 1970.
2. И.В.Черных. «SimPowerSystems: Моделирование электротехнических устройств и систем в Simulink».

Научный руководитель: К.Е. Горшков, к.т.н., доцент, Южно-Уральский государственный университет»

RESEARCH OF PSCAD SOFTWARE SYSTEM OPPORTUNITIES FOR ADEQUATE SIMULATION OF AUTOMATIC VOLTAGE REGULATORS WITH FORCED CONTROL OF SYNCHRONOUS GENERATORS

A.B. Askarov, N.Yu. Ruban
National Research Tomsk Polytechnic University
Institute of Power Engineering
Department of Electric Power Systems, group 5AM61

Introduction

The basis of this work is the research of automatic excitation regulators with forced control (AER FC). The distinctive features of AER FC is that it responds to change several regime settings and their derivatives, has large gain ratio and high speed, and also used on generators with high-speed excitation systems – thyristor or ion [1]. For excitation control are generally used the following parameters:

1. the value and the rate of change of voltage fluctuation;
2. the value and the rate of change of frequency fluctuation;
3. the rate of change of the excitation current.

Taking into consideration the value and first derivative of the change regime settings allows to predict the trend of the process and to provide the best impact on the excitation system in the beginning of regime changes.

Description of mathematical models of AER FC

The basis of the research is the mathematical model of AER FC, present in [2]. As mentioned earlier, AER FC is used on generators with thyristor excitation system. The AER model that was simulated in the software package PSCAD is shown in Fig. 1.

This scheme corresponds to one of the latest versions of AER FC. The measured signals ΔU , $\Delta U'$, Δf , $\Delta f'$ and i_{ex}' are enhanced with gain ratio k_{0U} , k_{1U} , k_{0f} , k_{1f} and $k_{1i_{ex}}$ respectively, and are provided to the summator with transfer function $W_{\Sigma}(p)$. In the end, the resulting signal AER (E_{qe}) is provided to the input of the exciter.

Also in this article was used blocks of independent thyristor excitation system (ST1A) and system stabilizer (PSS1A & DEC1A) which are included in the software package PSCAD and presented their mathematical models, conforming to standards IEEE [3], because the IEEE model of AER from the library of PSCAD does not contain the frequency channel, so for opportunity to compare Russian and IEEE models is required the same controlled value.

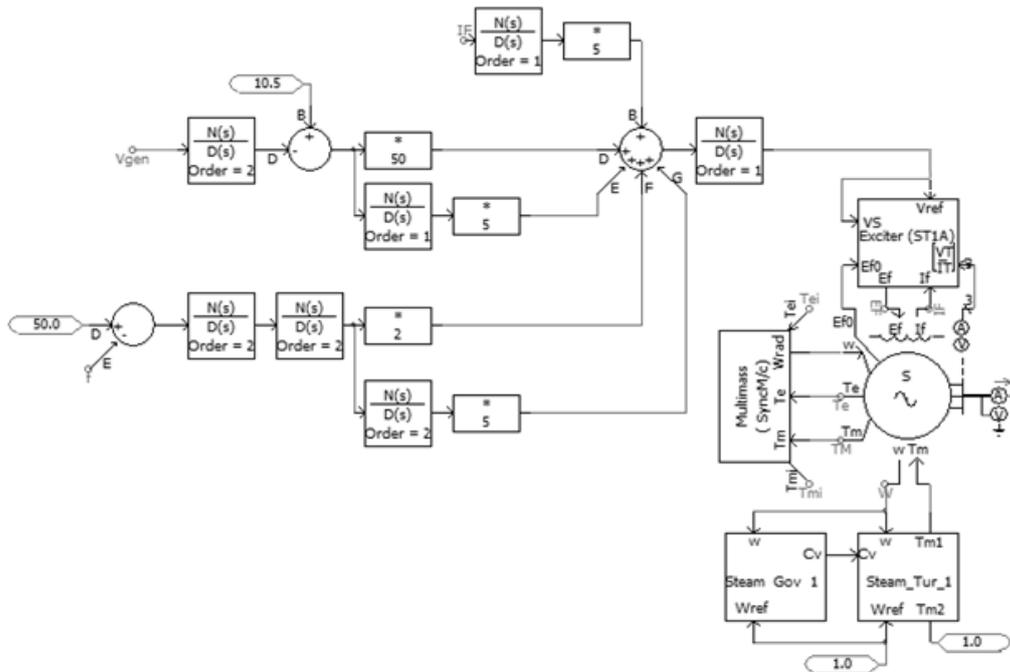


Fig. 1. The model of Russian AER FC simulated in the software package PSCAD

Research of AER FC models

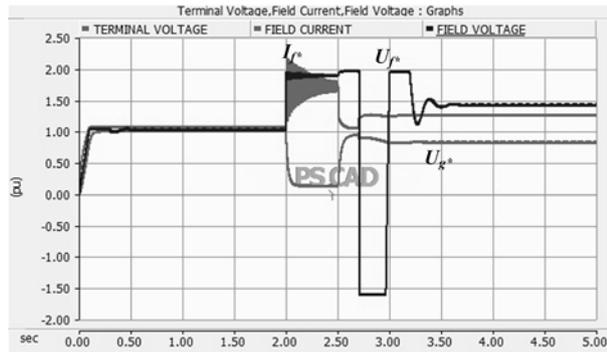
The basic scheme for research was part of the power district of the Tomsk region. As the research of engineered Russian and IEEE AER FC models was used the generator with rated power 200 MW, located on the thermal power plant («TPP-3»).

As a check of the correct operation of the AER FC simulated in PSCAD program were used test disturbances, according to the standard «SO UPS» [1]. In this sheet, the check is performed by the following disturbances:

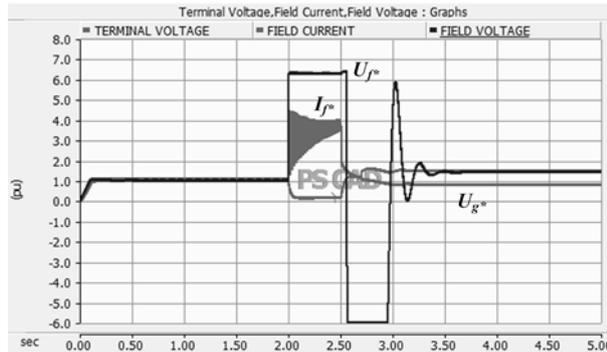
1. two-phase short circuit (duration 0.5 s) on bus of power station where installed test generator, and unsuccessful auto-reclosing of one of the lines connecting «TPP-3» and the other substation, leading to loss of dynamic stability of power system;
2. emergency load shedding in power system – disconnection of the load on buses 110 kV «TPP-3», leading to increase in frequency of the network.

The results of these researches are shown in Fig. 2. From the resulting oscillograms in Fig. 2 for the first disturbance, could be said that in both cases AER systems are forcing the excitation of the synchronous generator to maintain the nominal voltage at the generator terminals, however, due to the resulting power unbalance value of voltage is somewhat reduced. Also there are differences in the values of excitation current and voltage, which is associated with different imposed limits – the Russian model provides a short-term doubling of the excitation current and the maximum voltage increase up to $2U_{f*}$; while the IEEE model has limitations to $6.4U_{f*}$ and has no limits on the excitation current. For the second disturbance (Fig. 2) it could be said that in both cases occurs blocking of the stabilization channels due to emergency load shedding and increase in frequency to 50.12 Hz – there are short-term fluctuations in excitation voltage and current, which returned to the nominal values after a short time, i.e. the automatic excitation regulators does not interfere in this regime, because in this case should work automatic regulation of frequency and active power.

Disturbance 1:

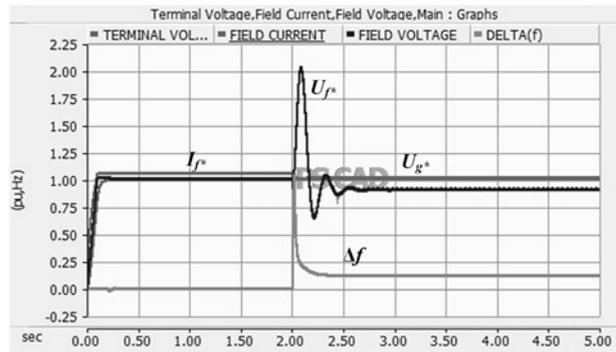


Russian model

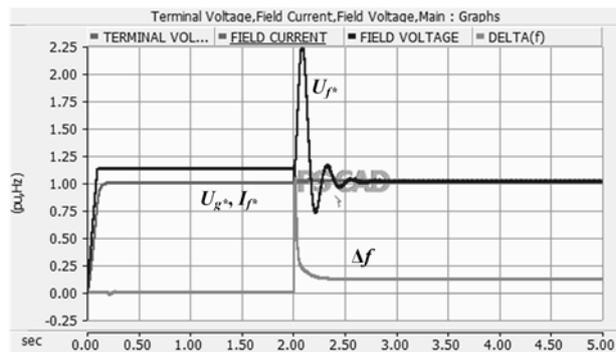


IEEE model

Disturbance 2:



Russian model



IEEE model

Fig. 3. Oscillograms of Russian and IEEE simulated models of AER FC

Also in this work was researched another disturbance – single-phase short circuit (duration 0.03 s) on buses of power station where installed test generator «TPP-3» (buses 110 kV). In this experiment the decay time of the electromechanical transients should be reduced when the stabilization channels or power system stabilizer are activated in comparison with the time and amplitude of damping when they are disabled. From the research results it can be said that in the presence of stabilization channels or power system stabilizer resulting oscillations at single-phase short circuit damped faster (≈ 0.5 sec) after the short-circuit turning-off than in their absence.

Conclusion

As a result of the work, there was simulated an adequate Russian and IEEE models of AER FC of synchronous generator in the software package PSCAD and also the influence of regulator parameters on the operation of the generator upon the occurrence of disturbances was reviewed. The differences in the systems of Russian and IEEE developments AER was determined – one of the main differences is in the gain ratio of excitation current and voltage, while both models maintain the nominal voltage at the terminals of the generator and work correctly, according to the specified parameters; the second important difference is the implementation of this automation models – Russian model contains channels for the analysis of frequency change in power system that makes it easier to create a model of AER, while when working with foreign analogues it is necessary to use an additional unit in the form of system stabilizer PSS to ensure the algorithm of the AER FC, which leads to additional complication of the circuit, to increase the error margin of the regime analysis and to reduce high-speed performance.

This work contributed to the consolidation and acquisition of practical skills in configuring of automatic devices. The synthesized model allows to accurately ana-

lyze the performance of the automatic excitation regulators, that is especially actual in connection with appearance of new devices in the power system, such as flexible alternating current transmission systems (FACTS), high voltage direct current (HVDC) devices, etc., that can have an impact on the parameters of the power system as a whole. Using the PSCAD program allows for detailed modeling of the elements of the power system, including Russian model of AER FC, which, in turn, allows to identify errors in the design of new facilities of the electrical network and takes steps to eliminate them.

Acknowledgment:

The work was supported by Ministry of Education and Science of the Russian Federation under government grant “Science”, project №3901: Research and development of hybrid model of back-to-back high voltage direct current transmission system.

REFERENCES:

3. STO 59012820.29.160.20.001-2012. Requirements to excitation systems and forced control automatic excitation regulators of synchronous generators. – Moscow: Published house of standarts, 2012. – 67 p.
4. Venikov V.A., Zuev Je., Portnoy M.G. Electrical systems: Managing the transition models of electric power systems. – M.: Vyssh. Shkola, 1982. – 247 p.
5. IEEE Std 421.5-2005. Recommended Practice for Excitation System Models for Power System Stability Studies. – Approved: 25 October 2005 IEEE-SA Standards Board.
6. Gerasimov A.S. Comparative analysis of domestic and foreign requirements to excitation systems of synchronous machines / A. Gerasimov, A.H. Esipovich, I.B. Romanov // Izvestija NII postojannogo toka. – 2011. – №65. – p. 104-114.
7. Anders Hammer. Analysis of IEEE Power System Stabilizer Models. Norwegian University of Science and Technology, 2011.

Research advisor: N.Y. Ruban, Ph.D., A.P., National Research Tomsk Polytechnic University, Department of Electric Power Systems.

ЗАЩИТА БАТАРЕИ СТАТИЧЕСКИХ КОНДЕНСАТОРОВ ПОДСТАНЦИИ 500 КВ ОЗНАЧЕННОЕ

Д.А. Кабалин
Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭЭС, группа 5А3А

В 2009 г. в связи с потерей генерирующих мощностей Саяно-Шушенской ГЭС Республики Хакасия и Тыва стали энергодефицитными.

Более 80% электрической энергии передавалась в данные регионы по линиям 500 кВ Новокузнецкая – СШГЭС и Итатская – Абаканская от питающих центров Кемеровской области и Красноярского края. Удаленность источников электроэнергии составляла несколько сотен километров и обуславливала при ее передаче высокие потери активной и реактивной мощности. Уже к концу года на подстанции (ПС) 500 кВ Означенное для компенсации реактивной мощности и поддержания параметров качества электроэнергии на шинах 220 кВ подстанции были установлены четыре батареи статических конденсаторов (БСК1-БСТ4) типа КБ-220-129600-УХЛ1, что является наиболее экономически выгодным способом компенсации реактивной мощности.

Для защиты батареи (БСК1 – БСК4) и выключателя (В-БСК1 ÷ В-БСК4) от ненормальных режимов и КЗ был применен шкаф защиты ШЭ-2607 017217 – шкаф автоматики конденсаторной батареи и управления выключателем фирмы ООО НПП «ЭКРА». На рис.1 показана схема подключения шкафа ШЭ2607 017217 к конденсаторной батарее.

Каждый шкаф содержит два комплекта.

Первый комплект (комплект А1), выполненный на базе терминала БЭ2704V017, кроме функции защит БСК реализует функции автоматики и управления выключателем (АУВ) конденсаторной батареи и УРОВ. Данный комплект содержит:

- двухступенчатую максимальную токовую защиту (МТЗ) от многофазных КЗ (двухфазных, вухфазных на землю, трехфазных);
- трехступенчатую токовую ненаправленную защиту нулевой последовательности (ТЗНП) от КЗ на землю;
- двухступенчатую защиту от повышения напряжения (ЗПН);
- защиту минимального напряжения (ЗМН).

Второй комплект (комплект А2), выполненный на базе терминала БЭ2502А10 содержит:

- двухступенчатую небалансную защиту;
- двухступенчатую МТЗ;
- трехступенчатую ТЗНП;
- защиты от перегрузки.

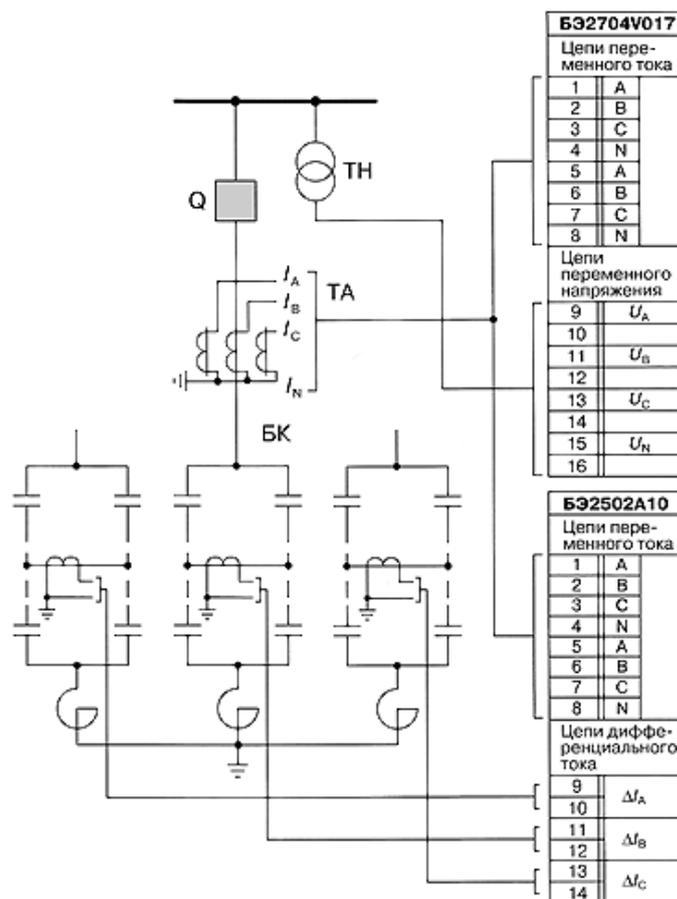


Рис. 1. Схема подключения шкафа ШЭ2607 017217 к конденсаторной батарее
Максимальная токовая защита (МТЗ)

Схема МТЗ принимает логические сигналы от реле максимального тока I, II ступеней и сигнал об отключенном положении выключателя.

С помощью логических элементов ИЛИ для каждой ступени МТЗ осуществляется объединение сигналов срабатывания реле тока, включенных на фазные токи.

При срабатывании каждая из ступеней МТЗ с соответствующей выдержкой времени действует на светодиодную сигнализацию и на выходной блок защит. С помощью программной накладкой ступень МТЗ может быть задействована постоянно или только при включении выключателя. В последнем случае I ступень МТЗ вводится в работу только на время после включения выключателя. Согласно заданных уставок, I ступень МТЗ задействована постоянно.

Токвая ненаправленная защита нулевой последовательности (ТЗНП)

Схема ТЗНП принимает сигналы от реле тока нулевой последовательности I-III ступеней. Реле тока ТЗНП реагируют на ток нулевой последовательности, который рассчитывается по фазным токам. Ступени ТЗНП действуют с выдержками времени для I, II, III ступеней, соответственно. Каждая из ступеней ТЗНП, после отработки соответствующих выдержек времени через схему ИЛИ действуют на светодиодную сигнализацию ТЗНП и на выходной блок защит.

Защита от повышения напряжения (ЗПН)

Схема ЗПН принимает логический сигнал от реле максимального напряжения шин. При повышении напряжения на шинах выше уставки реле (253 кВ), ЗПН с 1 выдержкой времени (15 секунд) действует на светодиодную сигнализацию (I ступень ЗПН), а с 2 выдержкой времени (45сек – БСК1, 50сек – БСК2, 55сек – БСК3 и 60сек – БСК4) на отключение выключателя и пуск УРОВ (II ступень ЗПН).

Защита минимального напряжения (ЗМН)

Схема ЗМН принимает логические сигналы от реле минимального напряжения ЗМН. С помощью логического элемента «И» осуществляется объединение сигналов срабатывания реле минимальных напряжений, включенных на фазные напряжения. При отсутствии или понижении напряжения на шинах ниже уставки (13,2 кВ), ЗМН без выдержки времени действует на светодиодную сигнализацию (ЗМН), отключение выключателя и пуск УРОВ.

Небалансная защита

Небалансная защита предназначена для выявления и предотвращения развития аварии при появлении тока небаланса в плечах конденсаторной батареи, вызванного выходом из строя одной или нескольких батарей в любой фазе. Схема небалансной защиты принимает сигналы от двух независимых реле тока небаланса каждой фазы – сигнального и отключающего.

При превышении уставки сигнальной ступени, небалансная защита с выдержкой времени 10 секунд действует на светодиодную и звуковую сигнализацию, а при превышении уставки отключающей ступени с выдержкой времени 0,6 секунды на отключение выключателя и пуск УРОВ.

Защита от перегрузки

Схема защиты от перегрузки принимает сигнал от реле тока, включенных на фазные токи. При превышении уставки 340 А, защита от перегрузки с выдержкой времени 20 секунд действует на светодиодную сигнализацию, отключение выключателя и пуск УРОВ.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Инструкция по эксплуатации и оперативному обслуживанию устройств РЗА БСК-1 ÷ БСК-4 ПС 500 кВ Означенное
2. Терминалы серии БЭ2704 ЭКРА.656132.091 РЭ Руководство по эксплуатации.
3. Терминалы серии БЭ2502 ЭКРА.656122.001 РЭ Руководство по эксплуатации

Научный руководитель: Н.М. Космынина, к.т.н., доцент ЭЭС ЭНИН ТПУ.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ В СЕТЯХ 6-35 КВ

Р.Р. Гарафутдинов, А.В. Носкова, Е.Ю. Шварцман
Уфимский государственный авиационный технический университет

В настоящее время, электрических сетях 6-35 кВ, эксплуатируемых в России и странах СНГ, обычно использует изолированную или компенсированную (заземленную через дугогасящий реактор (ДГР)) нейтраль. Достоинством таких способов заземления является то, что при однофазных замыканиях на землю (ОЗЗ) допускается работа электрической сети в этом режиме некоторое время без отключения поврежденного участка. Однако имеющиеся преимущества сопровождаются негативными явлениями:

1. При возникновении ОЗЗ напряжение на неповрежденных фазах повышается до линейного, что грозит повышенным износом и пробоем изоляции кабельных сетей с длительным сроком эксплуатации;
2. Существует опасность возникновения значительных дуговых перенапряжений, следствием которых может быть переход однофазного в двухфазные и трехфазные замыкания;
3. При ДГР настроенном в резонанс, возникновение ОЗЗ может приводить к появлению феррорезонансных явлений и повреждению трансформаторов напряжения;
4. Создается сложность выстраивания простой, надежной, селективной защиты от ОЗЗ, которая имеет возможность выявлять поврежденные присоединения. Причиной этому являются малые токи замыкания на землю при ОЗЗ;
5. При наличии ДГР определение места повреждения с помощью поочередного отключения присоединения вносят в сеть раскомпенсацию, и создается опасность перехода ОЗЗ в междуфазные замыкания;
6. Для соблюдения режима компенсации емкостного тока требуется использовать плавно регулируемые ДГР с автоматической настройкой компенсации;

Создается высокая опасность причинения вреда здоровью людей и животных вследствие длительного существования ненормального режима работы сети[1].

Одним из способов повышения надежности эксплуатации сетей 6-35 кВ, является применение резистивного заземления нейтрали – заземление через активное высокоомное или низкоомное сопротивление.

В сетях с резистивным заземлением нейтрали при ОЗЗ в присоединениях протекают собственные ёмкостные токи, а в повреждённом присоединении, протекает еще и активный ток, обусловленный включением в цепь тока нулевой последовательности активного сопротивления резистора.

Это обуславливает физический смысл такого способа заземления нейтрали, который позволяет более просто решить две важные технические задачи:

1. Появляется возможность определения повреждённого присоединения и принятий оперативных действий по устранению повреждения;

2. Возникают предпосылки для применения простой и надежной релейной защиты, действующей либо на сигнал, либо на отключение повреждённого присоединения[1].

Кроме того, резистивное заземление нейтрали позволяет снизить уровень дуговых, феррорезонансных, коммутационных перенапряжений. При этом появляется возможность защиты оборудования подстанции с помощью ОПН с более низким остаточным напряжением. Такое заземление нейтрали способствует повышению уровня электробезопасности для людей и животных, вследствие быстрого отключения повреждённого присоединения.

Заземление нейтрали сетей 6-35 кВ через резистор обеспечивает:

1. Снижение уровня перенапряжений в сети при ОЗЗ;
2. Правильное функционирование релейной защиты при ОЗЗ, действующее либо на отключение поврежденного присоединения, либо на сигнал;
3. Исключение или уменьшение вероятности поражения людей и животных при ОЗЗ;
4. Экономическую целесообразность принимаемых решений при всех рабочих и защитных функциях;
5. Исключение опасных феррорезонансных явлений, которые обусловлены насыщением магнитопроводов трансформаторов напряжения.

Применяются три варианта заземления нейтралей сетей 6–35 кВ через резистор: низкоомное, высокоомное и комбинированное. Рассмотрим каждый по отдельности[1].

Низкоомное резистивное заземление нейтрали используется в случаях, когда требуется отключить ОЗЗ в течение минимально допустимого времени. В этом случае ток в нейтрали должен быть достаточным для работы релейной защиты на отключение. Тогда преимущество сети с изолированной нейтралью полностью пропадает, потому что при ОЗЗ потребитель теряет питание по отключаемой линии. Такое заземление нейтрали, с возможностью отключения поврежденных участков сети, используется в тех сетях, где обеспечивается необходимая степень резервирования и автоматизации распределительных сетей, систем электроснабжения и технологических процессов[2].

Применение низкоомного резистивного заземления обладает следующими преимуществами:

1. Снижение ущерба из-за повреждения оборудования (недоотпуск ЭЭ и затраты на аварийно-восстановительные ремонты поврежденного электрооборудования);
2. Предупреждение несчастных случаев с людьми и животными;
3. Ограничение перенапряжений, снижение времени горения дуги и предотвращение переходов ОЗЗ в междуфазные КЗ;
4. Точная локализация поврежденного участка сети;
5. Минимизация области повреждения за счет быстрой ликвидации замыкания за 0,5 – 2,5с;

Недостатком является то, что отсутствует эффект «самовосстановления» СПЭ-изоляции[2].

Высокоомное резистивное заземление нейтрали используется тогда, когда сеть должна иметь способность к продолжительной работе в режиме ОЗЗ до обнаружения места замыкания. В этом случае ток в нейтрали должен быть таким, чтобы исключить появление опасных дуговых перенапряжений и снижение безопасности для людей и животных, но одновременно должен быть достаточным для выявления поврежденного присоединения и работы релейной защиты на сигнал[1].

Такое заземление имеет следующие достоинства:

1. Способность работы сети с ОЗЗ до совершения действий по безаварийному отключению поврежденного элемента;
2. Возможность самостоятельного гашения дуги и самостоятельного устранения части ОЗЗ;
3. Практически исключается возможность появления перемежающихся дуговых ОЗЗ;
4. Снижение кратности перенапряжений на неповрежденных фазах по сравнению с режимом изолированной нейтрали;
5. Исключается возможность появления феррорезонансных процессов в сети;
6. Применение простых схем релейной защиты и сигнализации при устойчивых ОЗЗ.

Такое заземление нейтрали имеет ряд недостатков:

1. Дополнительные затраты на сооружение резистивного заземления нейтрали;
2. Высокая мощность заземляющего резистора и проблемы с обеспечением его термической стойкости при устойчивых ОЗЗ[3].

Комбинированное заземление нейтрали осуществляется путем соединения высокоомного резистора параллельно с ДГР и позволяет снижать уровень перенапряжений при неточной настройке ДГР, а также способствует работе релейных защит на сигнал[3].

Преимущества такого заземления следующие:

1. Снижение уровня перенапряжений до безопасных для изоляции электрооборудования величин[4];
2. Устранение биений фазных напряжений с амплитудой до $(1,8 \div 2,0) U_{ф\max}$, которые возникают после погасания дуги при существенной расстройке компенсации;
3. Улучшение симметрии сети вследствие снижения напряжения смещения нейтрали;
4. Создание условий для улучшения селективности защит от замыканий на землю с действием на сигнализацию или отключение;
5. Уменьшение длительности горения дуги и времени восстановления электрической прочности изоляции;
6. Ликвидация возможных резонансных процессов, обусловленных наличием в токе ОЗЗ гармонических составляющих.

Однако при постоянно включенном резисторе комбинированное заземление нейтрали имеет один существенный недостаток. Во время появления дуго-

вого замыкания, напряжение на поврежденной фазе после гашения дуги восстанавливается значительно быстрее, чем при заземлении с компенсированной нейтралью. Этот фактор укорачивает интервал времени между пробоями изоляции и увеличивает количество воздействий перенапряжений на неповрежденные присоединения[3].

Таким образом, резистивное заземление нейтрали в сетях 6-35 кВ имеет больше преимуществ по сравнению с изолированной и компенсированной нейтралью. Применение таких нейтралей, вместо традиционных способов заземления, обеспечит наибольшую надежность и безопасность при ОЗЗ. Положительный опыт эксплуатации резистивно заземленной нейтрали подтверждает необходимость и экономическую целесообразность снижения уровня перенапряжений при однофазных дуговых замыканиях на землю и подавления феррорезонансных явлений, обеспечения правильной надежной работы защит от ОЗЗ рекомендовать применение в сетях 6-35кВ[5].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Стандарт ГПО «БелЭнерго». Методические указания по заземлению нейтрали сетей 6-35кВ Белорусской энергосистемы через резистор. СТП 09110.20.187-09
2. Багаев Д. В. Сазонов В. Н. Астафьев С. О. Кучеренко В. И. Резистивное заземление нейтрали в сетях 6-35 кВ в ОАО «МРСК Волги»// КАБЕЛЬ-news/№3/март 2009. С 46-47.
3. Сети 6-35 кВ: режимы заземления нейтрали: [Электронный ресурс] // РСК Город/ URL: <http://www.gorod812.com/blog/seti-6-35-kv-rezhimy-zazemleniya-nejtrali> (Дата обращения 20.04.2016).
4. Сарин Л.И., Ильиных М.В., Царегородцев Н.Г., Дудукалова Е.В., Полозюк Д.В. Ограничение перенапряжений в сетях 6-35 кВ с помощью резистивного заземления нейтрали.
5. Сарин Л.И. Ширковец А. И. Ильиных М.В. Опыт применения резистивного заземления нейтрали в электрических сетях 6-35 кВ// Энергетик 2009 №4 С 13-14.

Научный руководитель: Т.Ю. Волкова, доцент кафедры Электромеханики Уфимский государственный авиационный технический университет.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ ДЛЯ ЦСРЗАСИ

¹Н.Е. Кувшинов, И.Н. ¹Лизунов, ²А.А. Галяутдинов

¹Казанский государственный энергетический университет

²Параньгинская средняя общеобразовательная школа

При разработки алгоритма, важнейшим компонентом релейной защиты и автоматики для централизованной системы релейной защиты, автоматики, сигнализации и измерений 6-35 кВ является подсистема релейной защиты и автоматики. Она должна реализовывать все алгоритмы релейной защиты и системной автоматики, предусмотренные нормативными документами для соответствующих объектов распределительного устройства. Такими объектами являются: кабельные или воздушные линии электропередачи, присоединенные к шинам РУ; сборные шины РУ; секционный выключатель; вводы питания.

Для воздушных и кабельных линий электропередачи класса напряжения 6-10 кВ, которые работают в сетях с изолированной нейтралью или заземленной через дугогасящий реактор, должны быть предусмотрены устройства релейной защиты от многофазных замыканий и от однофазных замыканий на землю. Защиту от многофазных замыканий следует предусматривать в двухфазном исполнении и включать в одни и те же фазы сети данного напряжения для обеспечения отключения в большинстве случаев двойных замыканий на землю только одного места повреждения. Однако в современных распределительных устройствах трансформаторы тока зачастую устанавливаются во всех трех фазах, что позволяет реализовать в сетях среднего напряжения режим резистивно-заземленной нейтрали или комбинированно-заземленной нейтрали.

В этом случае защита от многофазных замыканий должна анализировать все три фазных тока и быть способной реагировать на замыкание одной фазы на землю в режиме резистивно-заземленной нейтрали.

На одиночных линиях с односторонним питанием, должна устанавливаться, как правило, двухступенчатая токовая защита, первая ступень которой выполняется в виде токовой отсечки, а вторая в виде максимальной токовой защиты (МТЗ) с независимой или зависимой характеристикой выдержки времени.

Защита от однофазных замыканий на землю должна быть выполнена, как правило, с использованием трансформаторов тока нулевой последовательности. Защита в первую очередь должна реагировать на установившиеся замыкания на землю;

Конкретное исполнение защиты от замыканий на землю устанавливается в ходе проектирования электрической сети или распределительных пунктов, ориентируясь на типовые проектные решения и принятый способ заземления нейтрали.

Специальные устройства релейной защиты для одиночной секционированной и двойной систем шин 6-10 кВ понижающих подстанций, как правило, не следует предусматривать. Ликвидация КЗ на шинах должна осуществляться

действием защит трансформаторов от внешних КЗ и защит, установленных на секционном или шиносоединительном выключателе. Однако такая ликвидация происходит со значительными выдержками времени, что увеличивает объем повреждений и стоимость ремонтных работ. Поэтому получили широкое распространение специальные защиты шин подстанций, имеющие высокое быстродействие и абсолютную селективность действия. На классах напряжений 6-10 кВ, как правило, используется логическая защита шин (ЛЗШ), использующая сигналы пуска МТЗ ввода и отходящих присоединений. На более высоких классах напряжения применяется дифференциальная защита шин (ДЗШ).

Автоматическое повторное включение (АПВ) является одним из наиболее распространенных видов системной автоматики, позволяющим сократить перерыв питания потребителей электроэнергии при аварийном отключении объектов энергосистемы.

Устройствами АПВ оборудуются воздушные и кабельные линии электропередачи, сборные шины подстанций, электродвигатели, трансформаторы и другое электрооборудование. АПВ должно предусматриваться для воздушных и кабельно-воздушных линий электропередачи напряжением выше 1 кВ, а на кабельных линиях 35 кВ и ниже АПВ рекомендуется применять в случаях, когда оно может быть эффективным в связи со значительной вероятностью повреждений с образованием открытой дуги (наличие нескольких промежуточных сборок, питание по одной линии нескольких подстанций), а также с целью исправления неселективного действия защиты.

Устройство автоматического включения резерва (АВР), должно обеспечивать возможность его действия при исчезновении напряжения на шинах питаемого элемента, вызванном любой причиной, в том числе КЗ на этих шинах (при отсутствии АПВ шин). Устройство АВР при отключении выключателя рабочего источника питания должно включать, как правило, без дополнительной выдержки времени, выключатель резервного источника питания. При этом должна быть обеспечена однократность действия устройства.

Распределительное устройство на классах напряжения 6-35 кВ, как правило, выполняется по схеме «одна секционированная система шин» (реже – «две секционированные системы шин»). В этом случае устройство АВР предусматривается для секционного выключателя (СВ), в качестве рабочего источника питания для каждой секции шин выступает ввод питания на эту секцию, а в качестве резервного источника – другая секция шин, присоединенная к данной через СВ.

Как правило, АВР выполняется двусторонним, то есть способным обеспечить включение секционного выключателя при потере питания любой из секций.

В комплектных распределительных устройствах (КРУ) возникновение дуги приводит к значительному повреждению электрооборудования, поэтому принимаются меры по уменьшению времени существования дуги, например, использованием специальной дуговой защиты (ДГЗ). Дуговая защита реагирует на световой поток, создаваемый дугой и воспринимаемый датчиками дуги, размещенными в отсеках каждой ячейки КРУ.

С целью устранения ложного срабатывания при посторонней засветке или повреждении во вторичных цепях дуговая защита выполняется с контролем тока: если ток данного присоединения не превышает уставку срабатывания, защита не выдает команду на отключение даже при срабатывании одного из датчиков. Поскольку распределительные устройства 6-35 кВ, как правило, выполняются именно комплектными, в состав релейных защит разрабатываемой системы необходимо включить дуговую защиту.

В целом разработаны алгоритмы релейной защиты и автоматики, предварительно был выявлен необходимый состав релейных защит и автоматик. Представлены алгоритмы релейной защиты и автоматики. Алгоритмы предназначены для использования в разработанной централизованной системе релейной защиты, автоматики, сигнализации и измерений.

По сравнению с существующими терминалами РЗА и централизованными системами защиты предложенные алгоритмы намного более просты и надежны, поскольку включают в себя только минимально необходимый функционал

Ориентация на заданные классы напряжения (6-35 кВ) и соответствующий им набор защитных функций упрощают алгоритмическое наполнение разрабатываемой централизованной системы. Дополнительным преимуществом разработанных алгоритмов защиты от ОЗЗ является возможность работы, как с током нулевой последовательности основной гармоники, так и с токами высших гармоник, что делает их универсальными и пригодными для использования в различных сетях и распределительных пунктах данных классов напряжения.

Интеллектуальность разработанных алгоритмов релейной защиты и автоматики понимается в том же ключе, как и для интеллектуальных электронных устройств (IED), или терминалов – это способность не только выполнять свои узкоспециальные функции, но также и активно участвовать в обмене информацией с другими устройствами и управляющими программами, являясь частью единой системы управления технологическим процессом.

Применительно к алгоритмам это означает, что все заложенные в них уставки могут быть, как переданы на верхний уровень управления, так и приняты с этого уровня для записи в конкретный микропроцессор. Корректировка уставок может выполняться динамически в зависимости от изменения условий функционирования релейной защиты (например, изменения конфигурации сети ее оперативным персоналом) – в этом состоит свойство адаптивности алгоритмов РЗА и всей системы в целом. Поскольку в централизованной системе крайне важно согласованное изменение всех настроек с целью обеспечения требуемых показателей работы релейной защиты (чувствительность, селективность и т.п.), то функции анализа ситуации и корректировки уставок возлагаются на программное обеспечение центрального микроконтроллера или FES. Важно отметить, что поскольку все алгоритмы сосредоточены в том же FES, то реализация адаптивности не привязана жестко к каким-либо протоколам обмена информацией, в том числе и между FES, если их несколько. В частности,

использование МЭК 61850-подобных решений в централизованной системе не является обязательным с этой точки зрения.

Проект выполняется в рамках исполнения 2 этапа работ соглашения № 14.577.21.0194 от 27.10.2015 г по ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы»

ЛИТЕРАТУРА:

1. Андреев Алексей Николаевич, Садовников Алексей Николаевич «Алгоритмы централизованных комплексов релейной защиты и автоматики» Журнал Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика Выпуск № 11 (111) / 2008
2. Волошин А.А., Арцишевский Я.Л., Максимов Б.К. Вопросы создания централизованных систем РЗА подстанций // Релейщик. – 2012. – №2. – С.32-33.
3. Никитин К.И. Принципы построения и модели токовых защит электроэнергетических систем: дис...доктор технических наук: 05.14.02 / Никитин Константин Иванович. - Омск., 2013. - 298 с.

Научный руководитель: И.Н. Лизунов, к.т.н, зав. УИЛ «ЦСиСЭ» КГЭУ.

СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

¹И.З. Багаутдинов, ¹И.Н. Лизунов, ²А.А. Галяутдинов

¹Казанский государственный энергетический университет

²Параньгинская средняя общеобразовательная школа

По результатам анализа научно-технической и нормативной литературы, а так же по результатам проведения исследования практики применения техники РЗА на различных предприятиях и в жилищно-коммунальном хозяйстве, существуют следующие способы построения систем релейной защиты и автоматики:

- децентрализованный;
- централизованный.

Децентрализованная система представляет собой совокупность терминалов релейной защиты и автоматики, каждый из которых соединен с измерительными трансформаторами только «своего» присоединения и воздействует на его коммутационные аппараты для ликвидации аварийных режимов.

Централизация релейной защиты и автоматики подразумевает объединение защитных функций, которые в традиционной схеме распределены по отдельным терминалам, в центральном устройстве.

Централизованная система РЗА дает рядом дополнительных преимуществ в части релейной защиты, например, экономичность, что обусловлено умень-

шением количества устройств, а также работ по монтажу и пуско-наладке при комплектации электроустановок системами защиты и автоматики. Централизованная система устраняет дублирования вычислений и унифицирует алгоритмы РЗА, что позволяет уменьшить общее количество уставок и настроек релейной защиты.

При создании централизованной системы релейной защиты и автоматики в первую очередь следует определиться с ее структурой и составом, поскольку это определяет будущие технико-экономические характеристики и эффективность централизации. По результатам проведенного обзора нормативно-технической документации и эксплуатационной документации заводов-изготовителей техники РЗА в части построения централизованных систем сигнализации, в частности при ОЗЗ, и противоаварийной автоматики, было выявлено и рассмотрено 3 метода построения таких систем:

1. Трансформаторы тока и напряжение непосредственно связаны со входом в центральное устройство (рисунок 1)
2. Предусматривается подключение к измерительным трансформаторам устройств сопряжения по току и напряжению (рисунок 2)
3. К измерительным трансформаторам тока и напряжения подключены полевые устройства на базе цифровых сигнальных процессоров (рисунок 3)

Основные подходы к централизации РЗА отображены на упрощенных структурных схемах, представленных на рисунке 1,2,3.

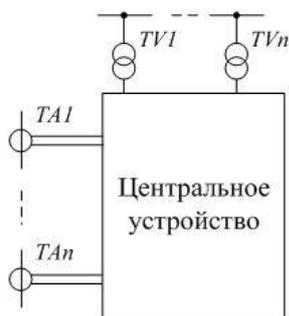


Рисунок 1. Схема 1

На рисунке 1 измерительные трансформаторы тока $TA1-TAn$ и напряжения $TV1-TVn$ непосредственно связаны с входами центрального устройства. Цифровая обработка сигналов и выполнение алгоритмов РЗА производятся в центральном устройстве. Этот способ является наиболее простым и экономичным, поскольку не требует никакого дополнительного коммуникационного оборудования [2]. Однако прокладка вторичных цепей от измерительных трансформаторов к устройству, которая обычно выполняется медными контрольными кабелями, приведет к созданию сильно разветвленной кабельной сети. Также необходимо учесть, что наиболее затратным с точки зрения вычислительных ресурсов является этап цифровой обработки аналоговых сигналов. Реализация системы РЗА по схеме 1 приведет к тому, что центральный процессор устройства вынужден выполнять цифровую обработку всех входных аналоговых сигналов, количество которых в РП или подстанции исчисляется десятками. Выполнение всех этих вычислений на одном процессоре потребует слиш-

ком большой вычислительной мощности, и скорее всего при аппаратной реализации приведет к необходимости использовать совокупность цифровых сигнальных процессоров (DSP) с распараллеливанием задач. Из-за указанных недостатков схемы рисунка 1, она может быть использована только в рамках централизации задач РЗА одного присоединения подстанции или РП.

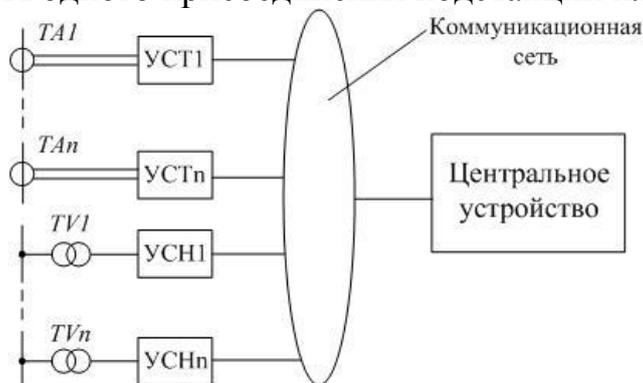


Рисунок 2. Схема 2

Вариант рисунка 2 предусматривает подключение к измерительным трансформаторам устройств сопряжения по току (УСТ) и напряжению (УСН). Выходные сигналы УСТ и УСН, содержащие информацию об измеряемых параметрах режима, передаются в центральное устройство посредством коммуникационной сети, через которую также могут передаваться команды управления выключателями. Этот вариант частично реализуется на «цифровых подстанциях», где в качестве УСТ и УСН выступают объединительные модули МУ (Merging Unit), которые формируют синхронизированные по времени выборки измеренных величин. Коммуникационной сетью в таком случае служит шина процесса, по которой выборки согласно протоколу МЭК 61850-9-2 [3] передаются другим интеллектуальным устройствам подстанции (централизованным или распределенным). По сравнению с вариантом рисунка 1 здесь значительно сокращается длина медных контрольных кабелей и за счет этого несколько снижается стоимость. Соединения между УСТ, УСН и центральным устройством обычно выполняются оптоволоконными кабелями, что обеспечивает достаточную пропускную способность и защиту от электромагнитных помех. Однако с учетом стоимости устройств сопряжения и коммуникационного оборудования результирующая стоимость реализации системы оказывается выше, чем в рисунке 1.

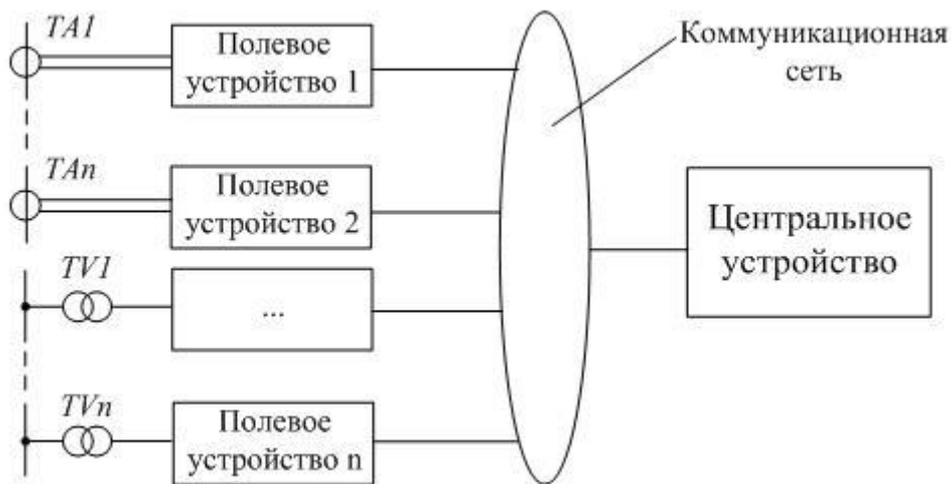


Рисунок 3. Схема 3

Перспективным представляется вариант, изображенный на рисунке 3. Здесь к измерительным трансформаторам тока и напряжения подключены полевые устройства на базе цифровых сигнальных процессоров, которые выполняют наиболее «тяжелые» операции по цифровой фильтрации и обработке сигналов. Это позволяет значительно разгрузить центральный процессор, который в такой схеме выполняет лишь алгоритмы релейной защиты и автоматики, и сделать его максимально дешевым. По коммуникационной сети теперь передаются не выборки аналоговых сигналов, а их значения, непосредственно используемые в алгоритмах релейной защиты, например, комплексные значения токов и напряжений основной гармоники каждого присоединения. Поскольку объем этой информации значительно меньше, чем объем выборок по МЭК 61850-9-2LE [3], то и требования к пропускной способности сети соответственно снижаются. С точки зрения оптимизации вычислительных операций данный вариант, несомненно, является наиболее рациональным.

Следует особо отметить, что построение централизованных систем с одним центральным процессором менее совершенно с точки зрения надежности функционирования. В децентрализованных системах отказ в работе терминала присоединения (по любой причине: повреждение в цепи питания, повреждение во входных или выходных сигнальных цепях, «зависание» процессора вследствие допущенной программной ошибки) приводит к тому, что он перестает выполнять свои функции релейной защиты и автоматики. Тем не менее, это не приводит к потере контроля над данным присоединением, поскольку другие терминалы обеспечивают ближнее и дальнее резервирование функций РЗА. Это дает возможность замены, ремонта и профилактики любого терминала без существенной деградации функциональных возможностей системы РЗА. В централизованной системе, имеющей один центральный узел, отказ в работе последнего (например, по тем же указанным выше причинам) приводит к отказу всей системы РЗА, что является недопустимым [1]. По этой причине необходимо применять различные способы обеспечения надежности, а именно дублирование и триплирование центральных контроллеров или серверов обработки данных, разнесение функциональных возможностей по нескольким устрой-

ствам, имеющим разную аппаратную базу и разное программное обеспечение и т.д.

В целом можно сделать вывод, что построение централизованной системы РЗА целесообразно выполнять согласно рисунку 3, так как присутствие полевых устройств разгружает центральный процессор делая схему максимально экономично обоснованной и технически совершенной, а так же позволяет уменьшить количество применяемых вторичных медных кабелей и внедрять инновационные адаптивные алгоритмы РЗА, в том числе в электроустановках среднего напряжения.

Проект выполняется в рамках исполнения 2 этапа работ соглашения № 14.577.21.0194 от 27.10.2015 г по ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы»

ЛИТЕРАТУРА:

1. Никитин К.И. Принципы построения и модели токовых защит электроэнергетических систем: дис...доктор технических наук: 05.14.02 / Никитин Константин Иванович. - Омск., 2013. - 298 с.
2. Волошин А.А., Арцишевский Я.Л., Максимов Б.К. Вопросы создания централизованных систем РЗА подстанций // Релейщик. – 2012. – №2. – С.32-33.
3. Протокол МЭК 61850. Перевод на русский язык: ООО "РС Автоматизация" (июнь 2007). Электронный ресурс. Режим доступа http://hodjent.narod.ru/download/IEC_61850_brochure_ru.pdf

Научный руководитель: И.Н. Лизунов, зав. УИЛ «ЦСиСЭ» КГЭУ.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ АДАПТЕР РАСПОЗНАВАНИЯ И ИСПРАВЛЕНИЯ НЕПРАВИЛЬНОГО ПОРЯДКА ЧЕРЕДОВАНИЯ ФАЗ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК

Р.И. Саубанов

Казанский государственный энергетический университет

Большая часть электрических сетей строительных площадок как, кабельных, так и воздушных, имеет временный характер, что обуславливает большую вероятность нарушения порядка чередования фаз на отдельных их участках. Вместе с тем организация работы электроустановок на строительной площадке имеет следующие особенности: большинство электроустановок и строительного оборудования выпускается в передвижном или переносном исполнении, что может сопровождаться не правильным подключением их к электрической сети. При этом имеется оборудование, которое требовательно к правильному порядку чередования фаз, а из-за его нарушения возможна авария и прерывание технологического процесса. Поэтому проблема непрерывного мониторинга поряд-

ка чередования фаз в этих условиях актуальна. В настоящее время есть индикаторы, выполняющие функции мониторинга порядка чередования фаз, но не выполняющие никаких действий при его нарушении. Так же есть устройства отключающие потребитель при нарушении порядка чередования фаз, с прерыванием выполняемого технологического процесса. Однако есть потребители, не допускающие даже кратковременного перерыва в электроснабжении

В соответствие с этим, предложен автоматический адаптер, который распознает неправильный порядок чередования фаз на входе потребителя электроэнергии и автоматически переключает его на правильный, не нарушая технологический процесс. Принцип работы адаптера основан на по парном сравнении временных сдвигов пороговых значений фазных напряжении, по результатам которого гарантированно определяется фактический порядок чередования фаз на входе потребителя.

Разработанное устройство реализуется на базе реле контроля трёхфазного напряжения серии ЕЛ-11 и магнитного пускателя. Устройство устанавливается на входе электропотребителя в его штатном пульте управления. В перспективе планируется реализация автоматического адаптера через программируемые логические контроллеры, которые получили широкое распространение в автоматизации электроэнергетических систем.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Зайцев В.Е., Нестерова Т.А. Электротехника. Электроснабжение, электротехнология и электрооборудование строительных площадок. - М.: Издательский центр «Академия», 2008.- 128 с.
2. Реле контроля трёхфазного напряжения ЕЛ-11, ЕЛ-12, ЕЛ-13.: Руководство по эксплуатации ААПЦ.647532.001 РЭ.: Киев, 2011.- 12 с.:илл.
3. Реле контроля трёхфазного напряжения ЕЛ-11, ЕЛ-12, ЕЛ-13.: Каталог Е01000195.: Москва, 2011.- 6 с.:илл.

Научный руководитель: В.И. Капаев, к.т.н., доцент КГЭУ.

КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ РАСПОЗНАВАЕМОСТИ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ ЗА ЭЛЕКТРИЧЕСКИ УДАЛЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ

П.С. Киреев^{1,2}, А.В. Пилипенко^{1,2}

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова¹, ООО «АвтоматикаДон»²

Обеспечение дальнего резервирования защит маломощных трансформаторов ответственных и промежуточных подстанций является актуальным вопросом современной отечественной электроэнергетики. Проблема заключается в схожести параметров режимов коротких замыканий на выводах низшего напряжения указанных трансформаторов и нормальных нагрузочных режимов в месте установки защит дальнего резервирования [1-6]. Для оценки возможно-

сти разделения областей существования нормальных (M) и аварийных (N) режимов работы сети в многомерном пространстве признаков [5-8], авторами предложен безразмерный критерий $k_{M,N}$.

Критерием, характеризующим возможность разделения отдельных режимов m и n , является условие превышения расстояния между ними $GF_{m,n}$ минимально различимой величины $GF_{min \text{ расп}}$:

$$GF_{m,n} \geq GF_{min \text{ расп}} \quad (1)$$

В относительных единицах условие (1) может быть представлено в виде некоего критерия $k_{m,n}$, превышение единицы которым свидетельствует о возможности разделения режимов m и n :

$$k_{m,n} = \frac{GF_{m,n}}{GF_{min \text{ расп}}} \geq 1 \quad (2)$$

Согласно [7], при вычислении расстояний между векторами и областями образов все признаки должны быть стандартизированы, т.е. приведены к безразмерному виду с единым масштабом. Стандартизация i -го признака может, например, производиться в соответствии с выражением:

$$x_{ik} \rightarrow \frac{x_{ik} - \min_k x_{ik}}{\max_k x_{ik} - \min_k x_{ik}} \quad (3)$$

где x_{ik} – i -й признак k -го образа, $\max_k x_{ik}$ – максимальное значение i -го признака среди k образов, $\min_k x_{ik}$ – минимальное значение i -го признака среди k образов.

В качестве единицы масштаба в выражении (3) используется максимально возможное расстояние между i -ми признаками k образов $\max_k x_{ik} - \min_k x_{ik}$. При анализе возможности разделения режимов, в качестве единицы масштаба удобнее использовать минимально распознаваемое расстояние между данными признаками $GF_{i \text{ мин расп}}$. Расстояние $GF_{i \text{ расп}}$ между i -ми признаками режимов m и n в указанном масштабе фактически представляет собой критерий (2), записанный для выбранного признака:

$$GF_{i \text{ расп}} = x_{im} - x_{in} \rightarrow \frac{x_{im} - \min_k x_{ik}}{GF_{i \text{ мин расп}}} - \frac{x_{in} - \min_k x_{ik}}{GF_{i \text{ мин расп}}} = \frac{x_{im} - x_{in}}{GF_{i \text{ мин расп}}} = \frac{GF_{i \text{ расп}}}{GF_{i \text{ мин расп}}} = k_{i \text{ расп}} \quad (4)$$

где x_{im} , x_{in} – i -е признаки режимов m и n , $k_{i \text{ расп}}$ – критерий, характеризующий возможность разделения m -го и n -го режимов по i -у признаку.

Минимально распознаваемое расстояние между i -ми признаками режимов m и n , в случае известной относительной (ε) погрешности измерения данных признаков, может быть выражено исходя из условия обеспечения требуемого коэффициента чувствительности (k_q):

$$\frac{x_{i \text{ м}}}{x_{i \text{ н макс}}} \geq k_q \quad (5)$$

$$x_{i \text{ м мин}} = k_q \cdot x_{i \text{ н макс}} = k_q \cdot (1 + \varepsilon) \cdot x_{i \text{ н}} \quad (6)$$

$$GF_{i \text{ мин расп}} = x_{i \text{ м мин}} - x_{i \text{ н}} = k_q \cdot (1 + \varepsilon) \cdot x_{i \text{ н}} - x_{i \text{ н}} = x_{i \text{ н}} \cdot (k_q \cdot (1 + \varepsilon) - 1) \quad (7)$$

где $x_{i n \max}$ – максимально возможная величина i -го признака режима n с учетом погрешности, $x_{i m \min}$ – минимально распознаваемая величина i -го признака режима m при текущей величине i -го признака режима n .

Аналогичные выкладки можно провести и для случая известной абсолютной погрешности (Δ) измерения i -го признака:

$$\frac{x_{i m} - x_{i n \max}}{\Delta} \geq k_q \quad (8)$$

$$x_{i m \min} = k_q \cdot \Delta + x_{i n \max} = k_q \cdot \Delta + x_{i n} + \Delta \quad (9)$$

$$GF_{i \min \text{ расп}} = x_{i m \min} - x_{i n} = k_q \cdot \Delta + x_{i n} + \Delta - x_{i n} = \Delta \cdot (k_q + 1) \quad (10)$$

Расстояние $GF_{m, n}$ между режимами m и n в i -мерном стандартизированном пространстве признаков, согласно [7] может быть определено:

$$GF_{m, n} = \sqrt{\sum_i (x_{i m} - x_{i n})^2} = \sqrt{\sum_i GF_{i m, n}^2} \quad (11)$$

Поскольку $k_{i m n}$ представляет собой стандартизированное расстояние $GF_{i m, n}$, а $k_{m, n}$ – стандартизированное $GF_{m, n}$, с учетом (7), (10) справедливо:

$$\begin{cases} k_{m, n} = \sqrt{\sum_i k_{i m, n}^2}, \\ k_{i m n} = \frac{x_{i m} - x_{i n}}{x_{i n} \cdot (k_q \cdot (1 + \varepsilon) - 1)}, \text{ если известна } \varepsilon \text{ признака } x_i, \\ k_{i m n} = \frac{x_{i m} - x_{i n}}{\Delta \cdot (k_q + 1)}, \text{ если известна } \Delta \text{ признака } x_i. \end{cases} \quad (12)$$

По аналогии с (2), для оценки возможности разделения областей существования режимов M и N , предложен критерий $k_{M, N}$:

$$k_{M, N} = \frac{GF_{M, N}}{GF_{\min \text{ расп}}} \geq 1 \quad (13)$$

В случае непересечения областей M и N , критерий $k_{M, N}$ должен характеризовать возможность разделения указанных областей в рассматриваемом пространстве признаков. Под величиной $GF_{M, N}$ в данном случае понимается минимальное расстояние между указанными областями. Оно может быть определено как минимальное возможное расстояние между режимами m и n , входящими в области M и N соответственно (рисунок 1,а):

$$GF_{M, N} = \min_{m, n} GF_{m, n}, \text{ для } m \in M, m \notin N, n \in N, n \notin M \quad (14)$$

В случае пересечения областей M и N критерий $k_{M, N}$ целесообразно рассматривать как характеристику «размера» области пересечения. Под величиной $GF_{M, N}$ в этом случае стоит понимать максимальную «глубину» зоны пересечения рассматриваемых областей. Она может быть определена как максимально возможное расстояние между режимами m и n , входящими одновременно в обе области M и N , с отрицательным знаком (рисунок 1,б):

$$GF_{M, N} = -\max_{m, n} GF_{m, n} = \min_{m, n} (-GF_{m, n}), \text{ для } m \in M, m \in N, n \in N, n \in M \quad (15)$$

Подставив (14), (15) в (13) и учтя (2), можно получить следующее выражение для расчета $k_{M,N}$:

$$k_{M,N} = \min_{m,n} (\pm k_{m,n}) \quad (16)$$

В данном выражении $k_{m,n}$ определяется согласно (12) для всех возможных режимов $m \in M$ и $n \in N$, принимается отрицательным при $m \in N$, $n \in M$ и положительным в противном случае.

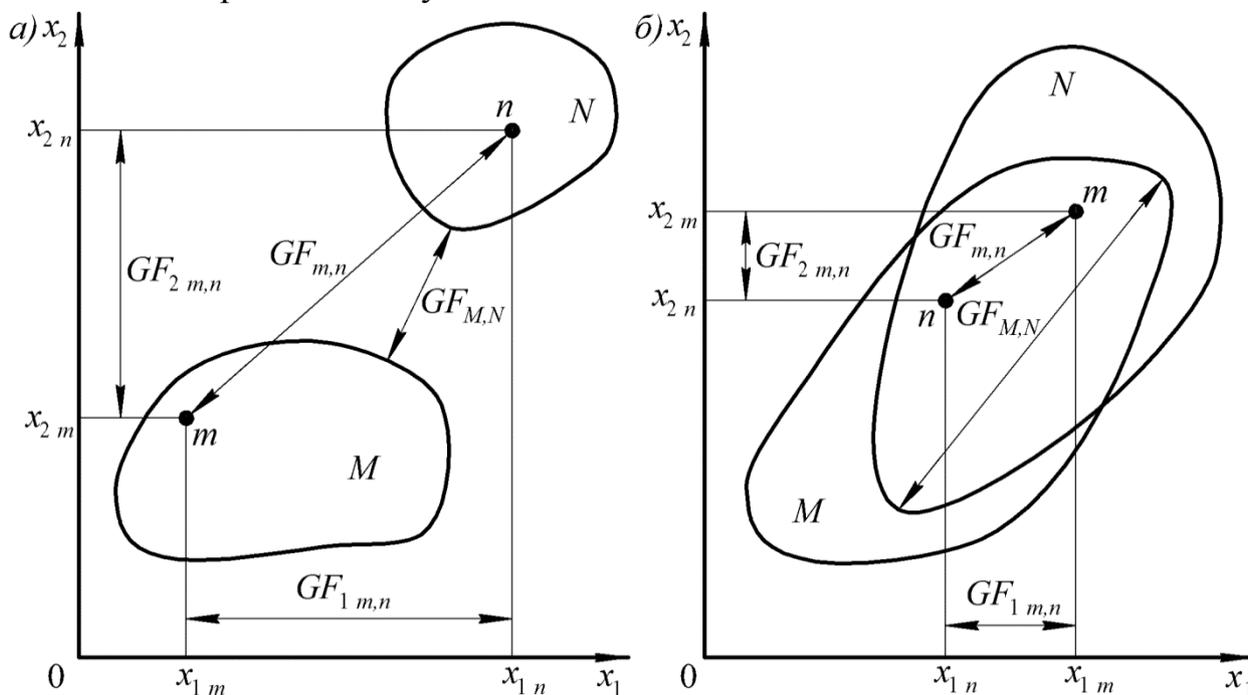


Рис. 1. Поясняющая схема определения расстояний между областями существования режимов в плоскости информационных признаков x_1, x_2 в случае их непересечения (а) и пересечения (б)

Отрицательные значения $k_{M,N}$ свидетельствуют о пересечении анализируемых областей M и N и невозможности их разделения в рассматриваемом пространстве информационных признаков. Нахождение $k_{M,N}$ в диапазоне значений $0 \div 1$ указывает на возможность разделения областей M и N в данном пространстве признаков только при условии снижения погрешностей или коэффициента чувствительности. Значения $k_{M,N} \geq 1$ говорят о возможности надежного разделения данных областей в рассматриваемом пространстве признаков в условиях заданной погрешности и с обеспечением требуемого коэффициента чувствительности. Рост значений критерия $k_{M,N}$ свидетельствует о «разведении» анализируемых областей в различных пространствах признаков, а значит повышении возможностей их разделения.

Критерий $k_{M,N}$ может быть использован при анализе функционирования многопараметрических устройств релейной защиты дальнего резервирования. Например сравнение возможности разделения областей существования нормальных и аварийных режимов работы электрической сети в различных пространствах информационных признаков по данному критерию позволит выявить минимальный набор информационных признаков, контроль которых обеспечит надежное разделение нормальных и аварийных режимов. Статья

подготовлена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы», Соглашение № 14.579.21.0083, (уникальный идентификатор *RFMEFI57914X0083*).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Нагай В.И. Релейная защита ответвительных подстанций электрических сетей. – М.: Энергоатомиздат, 2002. – 312 с.
2. Маруда И.Ф. О резервировании отключения коротких замыканий на подстанциях 110 кВ // Электрические станции. - 2009. - № 1. – С. 45 - 49.
3. Маруда И.Ф. Релейная защита и автоматика ответвительной однотрансформаторной подстанции 110 кВ // Электрические станции. - 2005. - № 5. – С. 70 - 73.
4. Бычков Ю.В., Васильев Д.С., Павлов А.О. Алгоритмические модели на примере защиты дальнего резервирования и определения места повреждения // Изв. вузов. Электромеханика. – 2010. – № 6. – С. 63 – 67.
5. Нагай И.В., Киреев П.С., Украинцев А.В. Решение задачи распознавания режимов на примере резервной защиты воздушной линии с ответвлениями // Релейщик. – 2016. - № 1(25). – С. 32 - 37.
6. Многомерная релейная защита. Ч.1. Теоретические предпосылки / Ю.Я. Лямец, Г.С. Нудельман, Д.В. Зиновьев, Д.В. Кержаев, Ю.В. Романов // Электричество. – 2009. - № 10. – С. 17 – 25.
7. Лепский А.Е., Броневич А.Г. Математические методы распознавания образов: курс лекций. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. – 155 с.
8. Дуда Р., Харт П. Распознавание образов и анализ сцен. – М.: Мир, 1976. – 507 с.

Научный руководитель: В.И. Нагай, д.т.н., профессор, зав. каф. ЭСиЭЭС, ЮРГПУ(НПИ) им. М.И. Платова.

МЕТОДИКА РАСЧЁТА ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИТНОГО ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ВИБРАЦИЙ

Г.Р. Гареева, Л.Ф. Набиева

Уфимский государственный авиационный технический университет
Нефтекамский филиал

В настоящее время к датчикам предъявляются особые требования и, прежде всего к их надёжности и стабильности метрологических характеристик. Поэтому, пьезоэлектрические датчики имеют ограниченную область эксплуатации [1].

На рисунке 1 представлена конструктивная схема электромеханического датчика вибраций. При вибрациях эластичного шарового элемента относитель-

но магнитного поля в ней наводится соответствующая ЭДС движения. Композитный материал чувствительного элемента представляет собой пневматическую, упругую эластичную оболочку в форме “шаровой груши”, ортотропно армированной металлическими нитями (металлокордом) (рис. 1) [2].

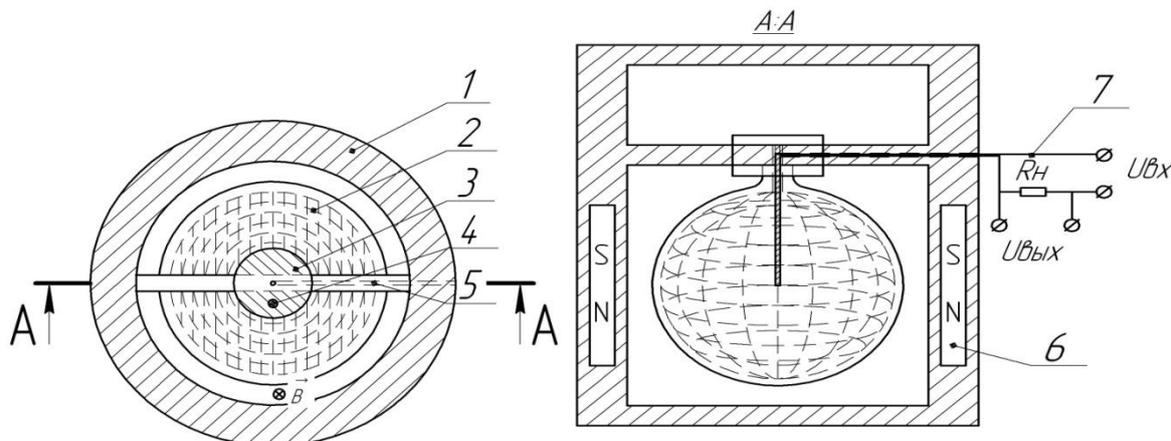


Рис. 1. Композитный чувствительный элемент ШЭМД: 1- диэлектрический композитный корпус; 2- эластичный композитный чувствительный элемент с металлокордом; 3 – неподвижный элемент; 4 – крышка отводящего воздушного канала; 5- неподвижная ось; 6 – постоянные магниты, расположенные друг относительно друга противоположными полюсами и закреплённые на внешней стенке корпуса; 7 – электрические выводные концы, одним концом закреплённые на вертикальной штанге, другим – в верхней точке.

Для описания малых колебаний эластичного композита используем линейную теорию тонких оболочек, основанную на гипотезах Кирхгофа-Лява. Эффективный модуль упругости и коэффициенты Пуассона сферической оболочки вычислим из обобщённого закона Гука для эластичного материала, с учётом концентрации армирующих компонент.

Уравнение свободного колебания сферического композита с учётом действующих сил описывается выражением [1,2]:

$$\Delta u - \frac{(1 - \nu_{ij}^2) \rho}{E_i h} \frac{\partial^2 u_q}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

где u_q – значение трёхмерного перемещения; $q=1-N$, N – количество витков металлокорда; ρ - плотность композита; Δ - дифференциальный оператор Лапласа; h – толщина оболочки.

Для решения трёхмерного волнового дифференциального уравнения (1) используем следующие граничные условия [1]: в точке закрепления $r_q = r_0, \theta_u = \theta_0, \varphi_v = \varphi_0$ перемещения композита отсутствуют $u(r_0, \theta_0, \varphi_0) = 0$ и в точке приведения композита $u(R_0; \theta_0; \varphi_0) = 1$, где R_0 – внешний радиус шара (рис. 2). Уравнение, описывающее вынужденное движение точки приведения эластичного композита имеет вид:

$$u'' + 2\pi\eta u' + \omega_0^2 u = 2\pi A_{BX} u(1;1;1) \exp(\pm i\alpha t), \quad (2)$$

где η - коэффициент трения или демпфирования(успокоения); ω_0 – собственная частота; $u(0;0;0)$ – центр колебания точки приведения; $u(1;1;1)$ – фор-

ма колебания композита, которая определяется решением уравнения (3) методом Фурье или методом разделения переменных и имеет вид:

$$u(r, \varphi, \theta) = C \exp(i\omega_0 t) \exp(im\varphi) P_l^m(\cos\theta) j_l(kr), \quad (3)$$

где $P_l^m(\cos\theta), j_l(kr)$ - присоединённые сферические функции Лежандра I-рода и Ганкеля.

Рассмотрим колебания композита с одной степенью свободы, т.е. в зависимости от координаты r . В этом случае, общее решение уравнения (1) будет иметь вид:

$$u(r, t) = [C_1 J_1(\omega_0 \sqrt{\rho k r}) + C_2 N_1(\omega_0 \sqrt{\rho k r})] \cdot \exp[-i(\omega_0 t - \varphi_0)], \quad (4)$$

где C_1 и C_2 определяются из краевых условий; $J_1(\omega_0 \sqrt{\rho k r}), N_1(\omega_0 \sqrt{\rho k r})$ - функции Бесселя 1 и 2 рода; $k = (1 - \nu_r) / E_r$.

Форма колебаний поверхности шара после подстановки постоянных интегрирования получится в виде:

$$u(1) = \sum_{q=1}^N \frac{JP_1(\omega_0 \sqrt{\rho k r}) + QN_1(\omega_0 \sqrt{\rho k r})}{J_1(\omega_0 \sqrt{\rho k R_0}) + QN_1(\omega_0 \sqrt{\rho k R_0})}, \quad Q = -\frac{J_1(\omega_0 \sqrt{\rho k r_0})}{N_1(\omega_0 \sqrt{\rho k r_0})}. \quad (5)$$

Уравнение (5) имеет решение:

$$u(t) = \frac{A_{BX} \exp(\omega t - \varphi)}{\sqrt{(1 - \delta^2)^2 + 4\Omega^2 \delta^2 \omega_0^2}}, \quad (6)$$

где $\delta = (\omega / \omega_0)$ - относительная частота; $\Omega = (\eta / \omega_0)$ - относительная степень демпфирования. Скорость радиального перемещения q -го витка металлокорда в магнитном поле

$$w_q(t) = \frac{\delta}{2\pi\omega_0} \frac{A_{BX} \exp(\omega t - \varphi) u_q(1)}{\sqrt{(1 - \delta^2)^2 + 4\Omega^2 \delta^2}}. \quad (7)$$

Наводимая в металлокорде композита ЭДС определяется как ЭДС движения проводника в постоянном магнитном поле по законам Лоренца и Ленца [1]:

$$\zeta_q = B_0 \cdot 2\pi r_q w_q(t). \quad (8)$$

Общее выражение для выходной характеристики ШЭМД с металлокордом находится как суммарная ЭДС для каждого витка и имеет вид:

$$\varepsilon = \frac{B_0 A_{BX} \delta}{\omega_0} \frac{A_{BX} \exp(\omega t - \varphi)}{\sqrt{(1 - \delta^2)^2 + 4\Omega^2 \delta^2}} 2 \cdot \sum_{q=1}^N r_q u_q(1). \quad (9)$$

Генераторные датчики осуществляют непосредственное преобразование механической энергии в электрическую [1]. Из теории колебаний известно [2], что такая система будет иметь резонансную частоту, определяемой выражением:

$$\omega_q = \sqrt{\omega_0^2 - 2\eta^2},$$

где $\omega_0 = \sqrt{E/m}$, циклическая собственная частота свободных незатухающих колебаний (при $\beta=0$); η - коэффициент затухания, обусловленный внут-

ренными потерями системы; E – коэффициент упругости материала; m – масса инерционного шара.

Сдвиг фаз φ_0 между смещением и возмущающей силой зависит от соотношения между циклическими частотами вынужденных колебаний ω и свободных незатухающих колебаний ω_0 :

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = -2\beta\omega / \omega_0^2 - \omega^2$$

На рисунке 3 представлены амплитудно-частотные (АЧХ) и фазо-частотные (ФЧХ) характеристики рассматриваемой системы

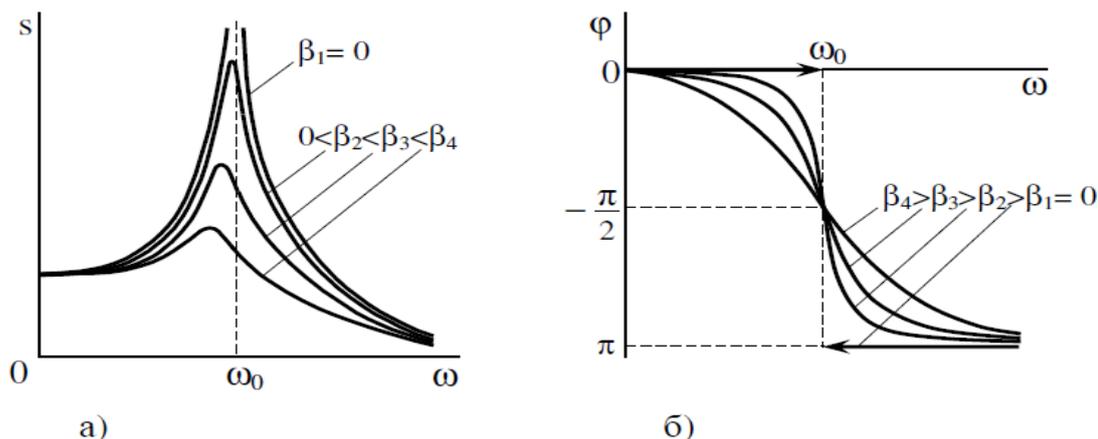


Рис. 2. Частотные характеристики колебательной системы:
а) АЧХ, б) ФЧХ.

Как видно из рисунка 2, при возрастании η высота пика на резонансных кривых снижается (при малых значениях амплитуда $s_a = 1/\eta$), а $\omega_q \approx \omega_0$). Форма ФЧХ также зависит от η .

Выбор параметров колебательной системы определяет режим работы преобразователя инерционного действия [1]:

- в частотном диапазоне ниже резонанса преобразователь работает в режиме акселерометра, т.е. измеряет виброускорение;
- в частотном диапазоне, лежащем в обе стороны вблизи от резонанса - в режиме велосиметра, т.е. измеряет виброскорость;
- в частотном диапазоне выше резонанса – в режиме виброметра, т.е. измеряет виброперемещение.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Сафиуллин Р.А., Гареева Г.Р., Набиева Л.Ф. Инженерный расчёт накопителя энергии на основе электромеханического спирально-пружинного привода // «Энергетика: Эффективность, надёжность, безопасность»: материалы XXI Всероссийской научно-технической конференции. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. С. 146- 149.
2. Сафиуллин Р.А., Янгиров И.Ф., Максудов Д.Ф. Методика инженерного расчёта электропружинного привода. Электротехнические комплек-

сы и системы: материалы всероссийской научно- практической конференции, посвящённой 110-летию А.М. Бамдаса. Уфа: РИК УГАТУ, 2015. – С. 278- 284.

Научный руководитель: Р.А. Сафиуллин, к.ф.-м.н., доцент каф. ООД, Нефтекамский филиал УГАТУ

КОРРЕКЦИЯ ВЛИЯНИЯ ПЕРЕХОДНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТОКОВЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ РЕЗЕРВНЫХ ЗАЩИТ

^{1,2}И.В. Нагай, ^{1,2}Н.А. Светогорова

¹Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова, ²ООО «АвтоматикаДон»

Российские электрические сети напряжением 6-110 кВ являются одними из самых массовых протяженных и обеспечивают питание как промышленных, так и коммунальных потребителей, что накладывает на них жёсткие требования по надёжности. Чаще всего сети данного класса напряжения строятся по радиальному принципу (рисунок 1), что упрощает выполнение релейной защиты и автоматики (РЗА). Применение РЗА с относительной селективностью в условиях неполноты информации, влияющих факторов порождает проблему чувствительности, селективности и быстродействия.

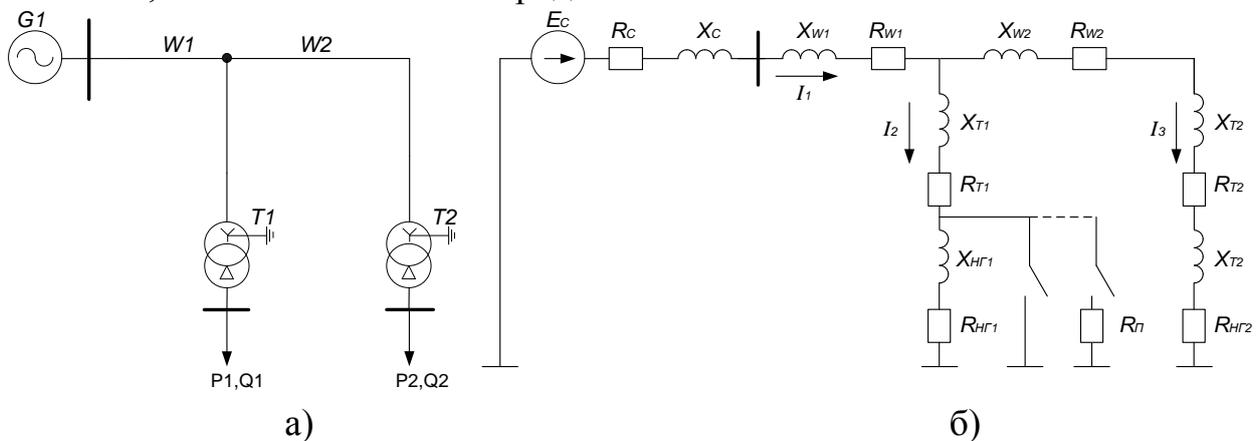


Рис. 1. Поясняющая схема электрической сети (а) и ее схема замещения (б) при металлическом КЗ и при КЗ через переходном сопротивлении

Распознавание повреждений в электрических распределительных сетях с ответвительными подстанциями представляет сложную задачу, особенно при наличии влияния переходного сопротивления на токи аварийных режимов сопоставимых по уровню с токами нагрузочных режимов. Переходное сопротивление в месте повреждения приводит к снижению тока и увеличению сопротивления короткозамкнутой цепи, т.е. уменьшению аварийных составляющих и смещению области аварийного режима в сторону области нагрузочного режима. Возможно пересечение этих областей, особенно при наличии мощной двигательной нагрузки на смежных подстанциях по отношению к защищаемой подстанции, что приводит к невозможности распознавания аварийных режимов.

Наибольшей чувствительностью [1-3] к повреждениям за маломощными трансформаторами ответвительных подстанций обладают измерительные органы, контролирующие приращения сигналов при переходе от нормального режима к аварийному. Уменьшение аварийной составляющей для измерительных органов, контролирующих приращение токов (аварийные составляющие), приводит к снижению чувствительности резервной защиты в целом. С учетом этого ниже рассмотрена возможность коррекции входного сигнала измерительного органа тока аварийной составляющей, реализующего алгоритм (рисунок 2):

$$\Delta \dot{I} = \dot{I}_{\Sigma} - \dot{I}_{НГ\Sigma} = \dot{I}_{\Sigma} - (\dot{I}_{НГТ1} + \dot{I}_{НГТ2}) \quad (1)$$

где $\dot{I}_{\Sigma} = \dot{I}_{КЗ} + \dot{I}_{НГТ2}$, $\dot{I}_{НГТ2}$ – ток нагрузки смежного трансформатора $T2$; $\dot{I}_{НГ\Sigma}$ – суммарный ток нагрузки в предшествующем аварийному режиму;

$$\varphi_{Н2} = \arg(\dot{U} \wedge \dot{I}_{Н2T2}) \quad (2)$$

$$\varphi_{КЗ} = \arg(\dot{U} \wedge \dot{I}_{КЗ}) \quad (3)$$

$$\varphi_{\Sigma} = \arg(\dot{U} \wedge \dot{I}_{\Sigma}) \quad (4)$$

$$\Delta\varphi = \arg(\dot{U} \wedge \Delta\dot{I}) \quad (5)$$

$$\alpha = \arg \left[\dot{I}_{КЗ} \wedge (-\dot{I}_{Н2T1}) \right] \quad (6)$$

При этом аварийная составляющая тока $\Delta \dot{I}$ меньше по модулю реального тока в ветви с повреждением $\dot{I}_{КЗ}$ с учетом переходного сопротивления, что приводит к еще большему снижению контролируемой величины и соответственно чувствительности защиты. Это обусловлено вычитанием полного тока нагрузки $\dot{I}_{НГ\Sigma}$, в то время как ее составляющая $\dot{I}_{НГТ1}$ не должна учитываться из-за шунтирования сопротивлением нагрузки трансформатора $T1$ (поврежденного присоединения) переходным сопротивлением. Учет составляющей тока $\dot{I}_{НГТ1}$ затруднен из-за неизвестного распределения токов нагрузки по ответвительным подстанциям. Максимальное значение тока нагрузки можно определить по выражению

$$I_{НГТ1} = I_{КЗТ1} U_{К*} \quad (7)$$

где $U_{К*}$ – напряжение короткого замыкания трансформатора $T1$.

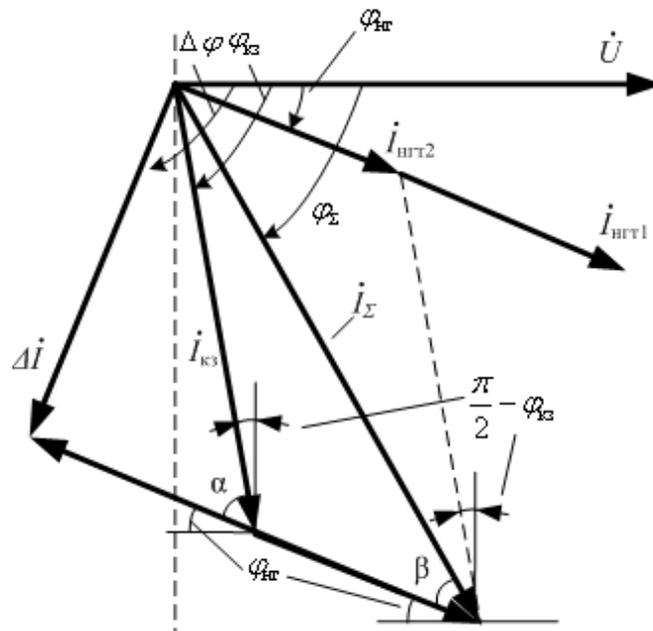


Рис. 2. К определению влияния переходного сопротивления на контролируемые токи и их аварийные составляющие

Аварийную составляющую ΔI с учетом последнего соотношения можно определить

$$\Delta I = \sqrt{(I_{K3T1})^2 + (I_{HГT1})^2 - 2I_{K3T1}I_{HГT1} \cos(\varphi_{K3} - \varphi_{HГ})} \quad (8)$$

или

$$\Delta I = I_{K3T1} \sqrt{1 + (U_{K*})^2 - 2U_{K*} \cos(\varphi_{K3} - \varphi_{HГ})} \quad (9)$$

Тогда на примере сети с радиальной ВЛ (рис.1), питающей ответвительные подстанции, с параметрами: $Z_{G1} = 32e^{j85^\circ}$ Ом – сопротивление системы $G1$; $Z_{W1} = 5,5e^{j55^\circ}$, $Z_{W2} = 8e^{j55^\circ}$ Ом – сопротивления первого и второго участков магистральной ВЛ; $Z_{T1} = 225e^{j88^\circ}$ Ом и Z_{T2} , принимающее значение от $556e^{j88^\circ}$ Ом до $87e^{j88^\circ}$ Ом – сопротивления трансформаторов ответвительных подстанций $T1$ (мощность трансформатора составляла 10 МВА) и трансформатора $T2$ при $R_{\Pi} = 0$, $U_{K*} = 0,1$, $\varphi_{HГ} = -30^\circ$, $\varphi_{K3} = -85^\circ$, $\Delta I = 0,946$ и не учета шунтирования нагрузки поврежденного трансформатора погрешность в определении аварийной составляющей при металлическом КЗ не превышает 10%, что не требует дополнительной коррекции входного сигнала.

Минимальное значение ΔI при $U_{д*} = 0,3$ (что соответствует $R_{\Pi} = 0,6Z_{T1}$), $\varphi_{K3\Pi} = -60^\circ$, $\varphi_{HГ} = -30^\circ$ составляет $\Delta I = 0,715I_{K3T1}$, в то время как $I_{K3T\Pi} = 0,8I_{K3T1}$ при наличии переходного сопротивления с указанными параметрами. Таким образом, происходит снижение сигнала на входе измерительного органа, более чем на 10% по отношению к току I_{K3T1} , а к току металлического КЗ погрешность составляет до 30 %.

Компенсация данной погрешности может быть достигнута за счет учета эффекта шунтирования нагрузки за поврежденным трансформатором $T1$. Для

этого предлагается принять распределение нагрузок по трансформаторам ответвительных подстанций в соответствии с их номинальной мощностью (рисунок 3).

Методика определения аварийной составляющей тока КЗ за поврежденным трансформатором может быть изложена в следующем виде. На первом шаге определяется аварийная составляющая тока с учетом полных величин \dot{I}_Σ и $\dot{I}_{НГ\Sigma}$:

$$\Delta \dot{I} = \dot{I}_\Sigma - \dot{I}_{НГ\Sigma} \quad (10)$$

На втором шаге определяется мощность трансформатора S_i с соответствующим током КЗ и при известной суммарной мощности трансформаторов $S_{тр\Sigma}$ и рассчитывается новое значение аварийной составляющей тока КЗ:

$$\Delta I' = \sqrt{I_\Sigma^2 + \left[\left(1 - \frac{S_i}{S_{тр\Sigma}} \right) I_{НГ\Sigma} \right]^2 - 2 I_\Sigma I_{НГ\Sigma} \left(1 - \frac{S_i}{S_{тр\Sigma}} \right) \cos \left(\frac{\pi}{2} - \varphi_{КЗ} - \varphi_{НГ} \right)} \quad (11)$$

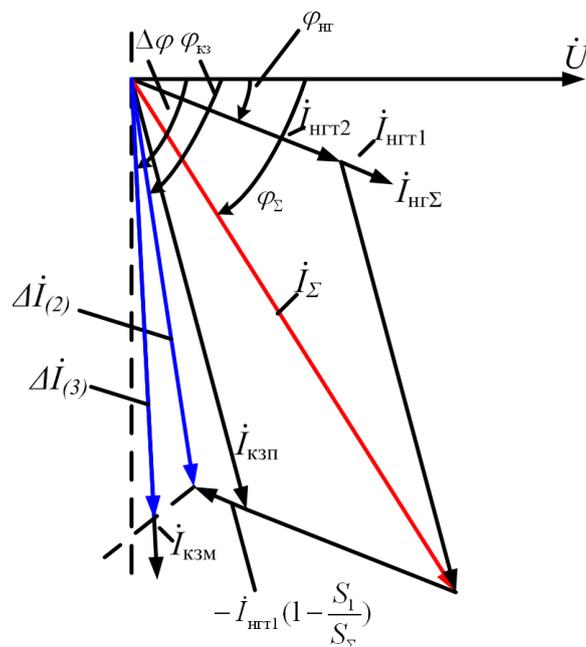


Рис. 3. Коррекция влияния переходного сопротивления на формирование аварийных составляющих токов КЗ

Если $\Delta\varphi = \arg(\Delta \dot{I}')$ близок к $\varphi_{КЗ}$, т.е. $|\varphi_{КЗ} - \Delta\varphi| \approx 2^\circ \div 5^\circ$, то считается, что аварийная составляющая определена с допустимой погрешностью для РЗА в 10%. Если же погрешность в определении аргумента тока превышает указанное значение, то производится следующий шаг коррекции в определении тока $\Delta \dot{I}$. При этом новое значение тока ΔI может быть получено:

$$\Delta I_{j+1} = \Delta I_j k(\Delta\varphi), \quad (12)$$

где $k(\Delta\varphi)$ – коэффициент, учитывающий снижение модуля тока КЗ от его аргумента при наличии переходного сопротивления.

Статья подготовлена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-

технологического комплекса России на 2014-2020 годы», Соглашение № 14.579.21.0083, (уникальный идентификатор *RFMEFI57914X0083*).

Выводы.

1. Распознавание повреждений за трансформаторами ответственных подстанций может быть достигнуто за счет учета влияния переходного сопротивления и эффекта шунтирования нагрузки.
2. Критерием коррекции аварийной составляющей приращения тока ΔI до величины близкой к значению тока металлических КЗ $I_{\text{КЗМ}}$ является достижение аргумента приращения тока величины аргумента тока металлического КЗ.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Nagay I., Nagay V., Sarry S. Methods of Assessing Information Signs Describing the Regimes of Electrical Networks. - *Procedia Engineering*. - 2015.- Vol. 129 : International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2015). - P.355-358.
2. Nagay Ivan V., Nagay Vladimir I., Kireev Pavel S., Sarry Sergey V., Ukrainev Alexender V. Recognition of Remote Short Circuits with the Transient Resistance of an Electric Arc. - *Proceedings of the 8th international scientific symposium on electrical power engineering (Elektroenergetika 2015)*. Stara Lesna, SLOVAKIA, SEP 16-18, 2015. - P. 367-371.
3. Нагай И.В., Нагай В.И., Киреев П.С. Распознавание удаленных коротких замыканий при наличии переходного сопротивления // *Известия высших учебных заведений. Электромеханика*. - 2015. - № 3 (539). - С. 68-72.

Научный руководитель: В.И. Нагай, д.т.н., зав.каф. ЭСиЭЭС, ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова.

ОСВЕЩЕНИЕ БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ С ОДНИМ ТРАНСФОРМАТОРОМ

А.И. Каштанов, М.С. Литвиненко

Казанский государственный энергетический университет

Одним из основных направлений развития энергетики является поиск ресурсоэффективных технологий. Одним из таких ресурсоэффективных переходов является смена ламп накаливания на светодиодные светильники.

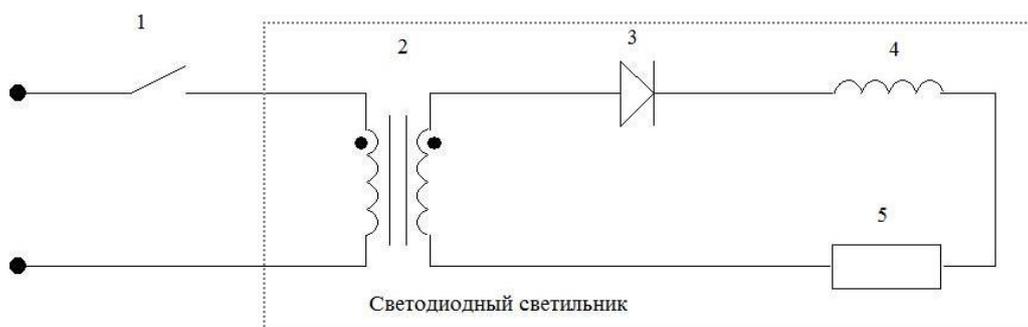
Экономичность энергопотребления. Снижение на 70% по сравнению с устройствами, где применяются традиционные газоразрядные ДРЛ и ДНаТ, на 50% при замене офисных моделей 4 x 18

Отсутствие необходимости замены диодов и обслуживания в течение всего срока эксплуатации позволяет значительно экономить на расходных материалах, обслуживающих мероприятиях и выполняемых работах персонала.

Светодиодные светильники являются экологически чистыми и не требуют специальных условий по обслуживанию и утилизации.

Срок службы значительно превышает существующие аналоги (не менее 50-60 000 часов, что эквивалентно 14-16 годам эксплуатации, при 10 часовой работе в день). Это в 100 раз больше, чем у накаливания, и в 10 раз больше, чем у люминесцентной.

В настоящее время используется следующая схема подключения светодиодных светильников, рис 1:



4. переключатель;
5. трансформатор 220/12
6. диодный выпрямитель
7. фильтр, представленный в виде индукционной катушки
8. светодиодная лента, представленная в виде сопротивления нагрузки

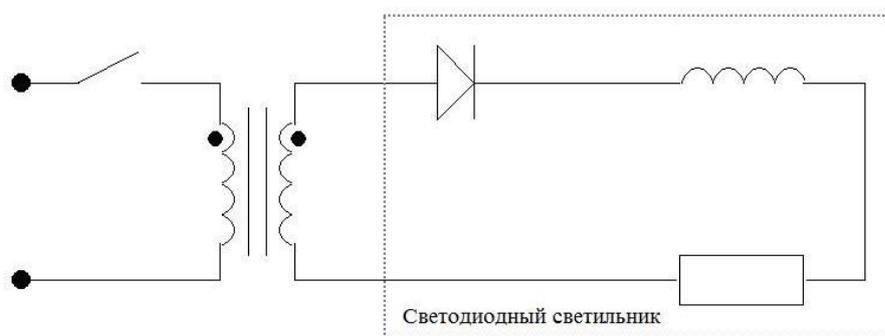


Рис. 2. Схема с заменой всех трансформаторов

Предложенная модернизация этой схемы(рис.2) в виде замены всех трансформаторов в светильниках одним более мощным (на бытовое помещение). Таким образом, мы сохраним те же электрические показатели. Уменьшаются потери на обмотках трансформаторов, за счет уменьшения их количества.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Справочная книга для проектирования электрического освещения//Г.М. Кнорринг, Ю.Б. Оболенцев, Р.И. Берим, В.М. Крючков, «Энергия», 1976.-384 с.

Научный руководитель: К.Н. Мулюкин, к.т.н. доцент КГЭУ.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПРОГРАММИРУЕМОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЧАСТОТНОЙ РАЗГРУЗКИ

К.С. Савенкова

Новосибирский государственный технический университет

Наиболее тяжелые последствия для энергосистемы происходят при системных авариях с возникновением большого дефицита генерируемой активной мощности и глубоким снижением частоты. При дефиците активной мощности в энергосистеме частота снижается до тех пор, пока снова не наступит равенство потребляемой и генерируемой мощностей. При длительной работе с пониженной частотой в процессе частотной аварии снижается скорость вращения генераторов, что приводит к снижению вырабатываемой ими мощности и их ЭДС. При этом может возникнуть явление лавины частоты, что, в свою очередь, приведет к полному погашению дефицитной части энергосистемы с остановом всех ее электростанций и перерывом энергоснабжения потребителей. Для предотвращения и ограничения последствий таких аварий применяется комплекс автоматики ограничения снижения частоты (АОСЧ), а именно его основная составляющая – автоматическая частотная разгрузка (АЧР). Ее назначение – отключение части менее ответственных потребителей при дефицитах активной мощности в энергосистеме с аварийными уровнями снижения частоты.

На первом этапе внедрения АЧР применялось небольшое число очередей (4-5), мощность каждой из которых выбиралась таким образом, чтобы восстановить частоту от значения уставки этой очереди до частоты, близкой к номинальной. При этом выдвигалось требование к обеспечению селективности очередей. Величина отключаемой каждой очередью нагрузки и ступени по частоте между ними получались большими, что, в условиях многообразия возможных значений аварийного дефицита, приводило, в одних случаях, к излишнему отключению потребителей, а в других – к не довосстановлению величины частоты до номинальной. Такой алгоритм работы не удовлетворял основному требованию, предъявляемому этой автоматике – самонастраиваемости с точки зрения объема отключаемой нагрузки [1].

В настоящее время используется структура АЧР, которая позволяет замедлять падение частоты и восстанавливать ее путем последовательного отключения необходимого числа малых объемов нагрузки (ступеней) с разделением их на последовательные категории (очереди). Очереди разделены по своим функциям:

1. АЧР1 – быстродействующая АЧР, предназначена для прекращения процесса снижения частоты;
2. АЧР2 несовмещенная (действует на выделенный объем мощностей нагрузки потребителей) – для подъема частоты после действия устройств АЧР1, а также при медленном снижении частоты;
3. АЧР2 совмещенная (действует на объем мощности нагрузки потребителей, подключенных к АЧР1) – для предотвращения зависания частоты на недопустимо низком уровне.

Суммарная мощность подключенной к АЧР нагрузки должна быть не менее 60 % от потребления. Мощность нагрузки, подключенной к совмещенной АЧР2, не учитывается в суммарной мощности АЧР, поскольку ее действие осуществляется вторым (резервным) пуском на отключение нагрузки, подключенной к АЧР1.

На рисунке 1 представлен график работы 1 и 2 очередей АЧР. Кривая 0 соответствует снижению частоты в аварийных условиях без действия АЧР, кривые 1 – 3 обозначают срабатывание ступеней 2 очереди АЧР.

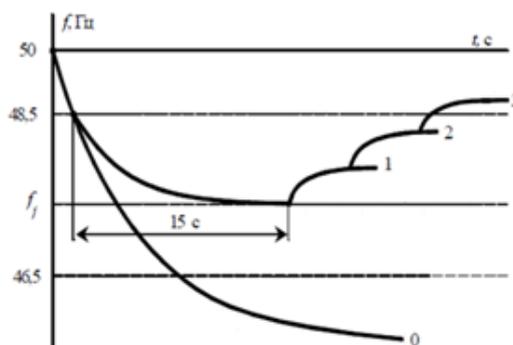


Рис.1. График работы 1 и 2 очередей АЧР [2]

Эта структура сделала систему разгрузки более гибкой – работа автоматики приводит к восстановлению частоты до значения, максимально близкого к номинальному. Тем не менее, она не позволяет расставлять приоритеты в отключении той или иной нагрузки в рамках одной ступени. Большой эффективности можно достичь, если для каждой очереди учесть, отключение какого потребителя приведет к наибольшему снижению потерь в ЛЭП в конкретный момент, т.е. к косвенному уменьшению аварийного дефицита мощности на основе принципа адресности [3]. Также, благодаря пересчету режима в режиме реального времени, можно, с уменьшением дефицита активной мощности в изолированной системе после срабатывания каждой ступени АЧР добиться уменьшения величины отключаемой мощности последующей ступени. Осуществить это возможно, используя за основу технологический базис Smart Grid.

В России технология Smart Grid выступает в качестве концепции интеллектуальной активно-адаптивной сети. Одной из главных особенностей интеллектуальных сетей является способность к самовосстановлению при аварийных ситуациях (переход от управления по факту возникновения ситуации к превентивному, предупреждающему ее появление, управлению).

Самовосстанавливающаяся энергосистема должна стремиться минимизировать возмущения и их последствия с помощью разветвленных систем сбора данных и «умных» устройств, реализующих специальные алгоритмы принятия решений, которые основаны, в первую очередь, на распределенных принципах управления. Оснащенность современными устройствами учета и контроля позволит сократить и предотвратить перебои, а также продлить срок службы подстанционного и распределительного оборудования [4].

Идея интеллектуальной АЧР основана на разделении потребителей на более/менее предпочтительных с точки зрения отключения. Необходимо отметить, что новый алгоритм никак не меняет принципиальный состав отключае-

мых потребителей (с учетом их категории надёжности электроснабжения), изменению подвержена лишь очередность их отключения в масштабе одной очереди.

Разработка алгоритма интеллектуальной АЧР была проведена на базе ПО WinLoadFlow, разработанного на кафедре АЭЭС НГТУ. Программа позволяет рассчитать нормальный режим работы электрической сети, а также дает количественную оценку электрических потерь в ветвях схемы, вносимых каждой конкретной нагрузкой в сети.

Для реализации алгоритмов АЧР был произведен множественный расчет установившихся режимов, моделирующий изменение суммарной потребляемой мощности энергосистемы на величину мощности одной очереди, определяемую по формуле:

$$P_{отк} = (50 - f) \cdot k_{p.э.н} \cdot \frac{P_{нагр}}{50}, \quad (1)$$

где $k_{p.э.н}$ - регулирующий эффект нагрузки, $P_{н.ном}$ мощность нагрузки системы при $f = 50$ Гц, f – величина, до которой упало значение частоты [5].

В работе сделан сравнительный анализ работы классической и программируемой АЧР. Традиционная АЧР не имеет определенного порядка для отключения потребителей (помимо их разделения по категориям надёжности электроснабжения), поэтому произойдет поочередное отключение ступеней от каждого потребителя до полного восстановления частоты.

Основная суть алгоритма автоматической частотной разгрузки на базе технологии Smart Grid состоит в том, что программное обеспечение, которым оснащена энергосистема, производит выбор соответствующей ветви в электрической сети с максимальными потерями, затем, основываясь на принципе адресности, выясняет, какая именно нагрузка создает потери в выбранной ветви, и производит отключение этой нагрузки с целью не только замедлить падение частоты, но и уменьшить потери мощности. После этого расчет режима необходимо повторить. Суммарное потребление, за счет уже совершенного отключения, уменьшилось, а, значит, уменьшилась и расчетная величина отключаемой последующей очередью АЧР мощности. Процесс поэтапного расчета установившегося режима продолжается до полного восстановления частоты в энергосистеме – в данном конкретном случае, до срабатывания 20-ой ступени.

Расчет режима и определение объема отключения каждой ступени АЧР необходимо проводить в режиме реального времени, что не вызывает сложности на базе технологий Smart Grid.

Выбор отключаемой нагрузки происходит на основе анализа нагрузочных потерь, вызываемых отдельными потребителями в сети электроснабжения. Очевидно, что наибольшие потери в линиях и трансформаторах вызывают наиболее отдаленные нагрузки, вследствие чего в процессе работы АЧР именно они будут выбраны для отключения.

При восстановлении частоты до 50 Гц работой программируемой АЧР, итоговый объем отключенной мощности нагрузки окажется меньше на величину

ну снижения потерь, что составило 9,2% от общего объема отключения в рассматриваемом примере.

На данном этапе разработки алгоритма интеллектуальной АЧР можно сделать вывод, что, учитывая только взаимное влияние элементов SmartGrid и их расположение, можно значительно уменьшить объемы отключаемой для ликвидации частотной аварии нагрузки. Снижение числа излишних отключений для достижения того же эффекта (восстановление частоты до номинальной), в свою очередь, приведет к снижению потерь прибыли для собственников субъектов электроэнергетики, а, значит, и к повышению эффективности методов управления режимами энергосистем.

Исследование алгоритма необходимо продолжить с использованием промышленных программных комплексов, а также автоматизации процесса расчета.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Данильчук В.Н. Автоматика ограничения изменений частоты энергосистем: практическое пособие по обслуживанию частотных автоматик, блокировок и защит. – Киев, 2014. – С. 128-156.
2. Павлов Г.М., Меркурьев Г.В. Автоматика энергосистем. – СПб, 2001. – С. 271-299.
3. Русина А.Г. Развитие теории и методологии анализа электроэнергетических систем для управления установившимися режимами: дис. докт. техн. наук: 05.14.02 – Томск, 2013. – 297 с.
4. Кобец Б. Б., Волкова И. О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid. – М.: ИАЦ Энергия, 2010. – 208 с.
5. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учебник для ВУЗов. – 5-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2007. – С. 370-382.

Научный руководитель: А.Ю. Арестова, старший преподаватель каф. АЭЭС ФЭН НГТУ.

О ВЛИЯНИИ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ЗАМЫКАНИЯХ НА ЗЕМЛЮ В КАБЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 6–10 КВ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ТОКОВЫХ ЗАЩИТ НУЛЕВОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

О.А. Добрягина, Т.Ю. Шадрикова, В.А. Шуин

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

Введение. В кабельных сетях среднего напряжения (в России 6–10 кВ), работающих с изолированной нейтралью, в качестве защит от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ) наиболее широкое применение получили максимальные токовые защиты нулевой последовательности (ТЗНП). По роду воздей-

ствующей величины, используемой в измерительных органах тока (ИОТ), цифровые исполнения ТЗНП на микропроцессорной базе можно разделить на: ТЗНП с ИОТ, реагирующими на среднеквадратичное (эффективное) значение входного тока на интервале времени наблюдения (времени срабатывания), и ТЗНП с ИОТ, реагирующими на средневыпрямленное значение входного тока (среднее по модулю значение) на интервале времени наблюдения.

Известно (например, [1]), что средневыпрямленное значение тока увеличивается при дуговых перемежающихся ОЗЗ (ДПОЗЗ) в меньшей степени, чем среднеквадратичное. Поэтому динамическая устойчивость функционирования цифровых ТЗНП при ДПОЗЗ зависит от рода используемой в ИОТ воздействующей величины. Учитывая это, представляет интерес анализ эффективности использования в микропроцессорных исполнениях ТЗНП в качестве воздействующей величины среднеквадратичного и средневыпрямленного значений входного тока.

Условия применимости ТЗНП в кабельных сетях 6–10 кВ. Первичный ток срабатывания ТЗНП в кабельных сетях 6–10 кВ выбирается из условия отстройки от собственного емкостного тока защищаемого присоединения $I_{C\text{собс}}$ при внешних ОЗЗ [2, 5–7 и др.]:

$$I_{0\text{с.з}} \geq K_{\text{отс}} K_{\text{пер}} I_{C\text{собс}} \quad (1)$$

где $K_{\text{отс}} = 1,2–1,3$ – коэффициент отстройки; $K_{\text{пер}}$ – коэффициент, учитывающий увеличение значения тока в неповрежденном присоединении за счет бросков переходных токов при ДПОЗЗ.

Чувствительность ТЗНП в сетях 6–10 кВ с изолированной нейтралью при внутренних ОЗЗ оценивается коэффициентом чувствительности:

$$K_{\text{ч}} = \frac{I_{C\Sigma\text{мин}} - I_{C\text{собс}}}{I_{0\text{с.з}}} \geq K_{\text{ч.мин}}, \quad (2)$$

где $I_{C\Sigma\text{мин}}$ – суммарный емкостный ток сети в расчетном минимальном режиме; $K_{\text{ч.мин}}$ – минимально допустимое значение коэффициента чувствительности (1,2 для защиты с действием на сигнал и 1,5 для защиты с действием на отключение).

Из (1) и (2) получим условие применимости (селективности и чувствительности) ТЗНП в сетях с изолированной нейтралью:

$$I_{C\text{собс}}^* = \frac{I_{C\text{собс}}}{I_{C\Sigma}} \leq \frac{1}{1 + K_{\text{отс}} K_{\text{пер}} K_{\text{ч.мин}}}. \quad (3)$$

Из (3) можно видеть, что условия применимости ТЗНП в кабельных сетях 6–10 кВ существенно зависят от значения коэффициента $K_{\text{пер}}$, обеспечивающего динамическую устойчивость функционирования защиты при внешних ДПОЗЗ. В [2] при расчетах уставок по току срабатывания ТЗНП, выполненных на электромеханической базе, рекомендуется принимать $K_{\text{пер}} = 4–5$. В [1, 6, 7] показано, что значение $K_{\text{пер}}$ для указанных защит может быть уменьшено до 1,5–2,5. Для ТЗНП, выполненных с использованием высокочувствительного микроэлектронного реле типа РТЗ-51, значение $K_{\text{пер}}$ обычно принимается равным 2,0–2,5 [5, 6 и др.]. Результаты исследований, приведенных в [1, 6, 7], показали, что для данного исполнения ТЗНП значение $K_{\text{пер}}$ может быть также уменьшено до 1,5–

2,0. Каких-либо исследований, обосновывающих минимально допустимые значения $K_{пер}$ для цифровых ТЗНП, не проводилось, поэтому при расчетах уставок по току срабатывания данных ТЗНП рекомендуется принимать значение $K_{пер}$ в (1) таким же, как и для микроэлектронных защит, т.е. равным 2,0–2,5 (например, [5]).

Среднеквадратичные значения токов нулевой последовательности при ДПОЗЗ в кабельных сетях 6–10 кВ с изолированной нейтралью. Анализ особенностей спектра и оценка среднеквадратичных значений тока при ДПОЗЗ проводились на имитационных моделях кабельных сетей 6–10 кВ с изолированной нейтралью при значениях суммарного емкостного тока $I_{C\Sigma} = 5 \dots 30$ А. Имитационное моделирование выполнено в среде Simulink Matlab.

Известно [8], что ДПОЗЗ в кабельных сетях 6–10 кВ с изолированной нейтралью в основном протекают в соответствии с теорией W. Petersen [9] или теорией J. Peters и J. Slepian [10]. Максимальные по амплитуде броски переходного тока возникают, как правило, при ДПОЗЗ вблизи шин центра питания (ЦП). С учетом этого при исследованиях имитировались ДПОЗЗ на шинах ЦП по теории W. Petersen и по теории J. Peters и J. Slepian. На рис. 1 и 2 приведены полученные в результате имитационного моделирования зависимости отношений $I_* = I_{эфф.\Sigma}/I_{C\Sigma}$ и $I_{неп*} = I_{эфф.неп}/I_{C\text{собс}}$ от величины $I_{C\Sigma}$ при наиболее неблагоприятном с точки зрения устойчивости функционирования ТЗНП ДПОЗЗ по теории W. Petersen.

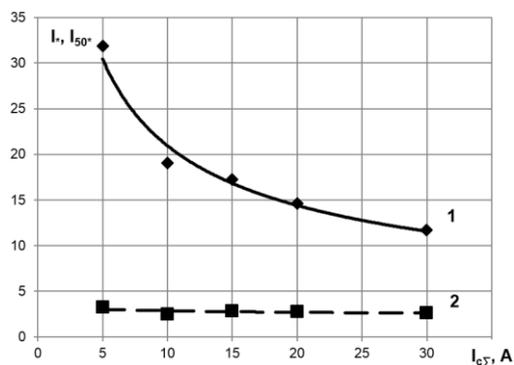


Рис. 1. Зависимости отношения среднеквадратичного значения тока в месте повреждения к суммарному емкостному току сети при ДПОЗЗ по теории W. Petersen: 1 – $I_* = I_{эфф.\Sigma}/I_{C\Sigma} = f(I_{C\Sigma})$ без фильтрации; 2 – $I_{50*} = I_{50\Sigma}/I_{C\Sigma} = f(I_{C\Sigma})$ при применении во входных цепях ТЗНП фильтра, выделяющего составляющую 50 Гц

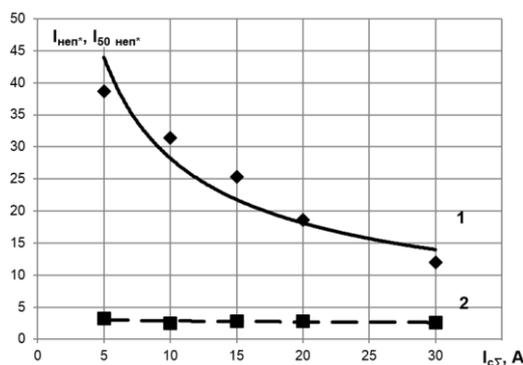


Рис. 2. Зависимости отношения среднеквадратичного значения тока $\bar{z}i_0$ в неповрежденном присоединении к собственному емкостному току присоединения при ДПОЗЗ по теории W. Petersen: 1 – $I_{неп*} = I_{эфф.неп}/I_{C\text{собс}} = f(I_{C\Sigma})$ без фильтрации; 2 – $I_{50\text{ неп}*} = I_{50\text{ неп}}/I_{C\text{собс}} = f(I_{C\Sigma})$ при применении во входных цепях ТЗНП фильтра, выделяющего составляющую 50 Гц

Из рис. 1, 2 можно видеть, что влияние переходных процессов на среднеквадратичное значение тока $\bar{z}i_0$ в месте ОЗЗ и в неповрежденном присоединении увеличивается с уменьшением суммарного емкостного тока сети $I_{C\Sigma}$ и максимально при ДПОЗЗ по теории W. Petersen, характеризующегося наименьшими интервалами между гашениями и повторными зажиганиями заземляющей

дуги ($\Delta t = 10$ мс). Из зависимостей рис. 1, 2 можно видеть, что в худшем случае – при ДПОЗЗ по теории W. Petersen и отсутствии в ИОТ ТЗНП фильтрации гармонических составляющих – среднеквадратичное значение контролируемого тока $3i_0$ при внешних повреждениях может увеличиваться почти в 40 раз по сравнению с установившимся режимом ОЗЗ. Соответственно и значение $K_{пер}$ в (1) для ТЗНП, реагирующих на среднеквадратичное значение полного тока $3i_0$, должно приниматься равным ~ 40 . При таких значениях $K_{пер}$, как следует из (3), ТЗНП может применяться только на присоединениях, собственный емкостный ток которых не превышает $\sim 1,5\%$ от $I_{СЭ}$. Доля таких присоединений на ЦП кабельных сетей 6–10 кВ по данным [1] не превышает 10–20%. Таким образом, выполнение цифровых ТЗНП с ИОТ, реагирующими на среднеквадратичное значение полного (без фильтрации) тока, резко ограничивает область их применения.

Влияние фильтрации гармонических составляющих на эффективность отстройки от переходных процессов при ДПОЗЗ цифровых ТЗНП, реагирующих на среднеквадратичное значение входного тока. В большинстве исполнений микропроцессорных ТЗНП для уменьшения влияния переходных процессов на устойчивость функционирования при ДПОЗЗ в схеме формирования воздействующей величины применяются полосовые фильтры, настроенные на частоту $50 \pm \Delta f$ Гц, дополненные в некоторых случаях РС-фильтром низших частот во входных цепях тока с частотой среза, выбираемой из условия отсутствия ослабления сигнала основной частоты 50 Гц.

Из зависимостей рис. 1 и 2 (кривые 2) можно видеть, что при использовании фильтрации высших и низших гармонических составляющих переходного тока $3i_0$ среднеквадратичное значение тока на входе ИОТ ТЗНП при ДПОЗЗ по теории W. Petersen в $\sim 2,7$ – $3,3$ раза превышает значение емкостного тока в установившемся режиме ОЗЗ. При интервалах времени между повторными пробоями изоляции $\Delta t > 10$ мс (например, при ДПОЗЗ по теории J. Peters и J. Slepian) среднеквадратичное значение тока на входе ИОТ при использовании фильтрации не превышает величину емкостного тока установившегося режима ОЗЗ. Таким образом, для обеспечения динамической устойчивости функционирования ТЗНП при всех разновидностях дуговых ОЗЗ достаточно обеспечить ее при ДПОЗЗ по теории W. Petersen.

С учетом полученных на имитационных моделях кабельных сетей 6–10 кВ с изолированной нейтралью результатов (рис. 1, 2) при использовании фильтрации гармонических составляющих переходного тока $3i_0$ значение $K_{пер}$ в (1) должно приниматься с некоторым запасом не меньшим, чем 3,0–3,5, что больше, чем рекомендуемое для цифровых ТЗНП существующими методиками $K_{пер} = 2,0$ – $2,5$ [3-5 и др.]. Принимая $K_{пер} = 3,5$ при $K_{отс} = 1,3$ и $K_{ч. мин} = 1,2$ из (3) получим $I_{С\text{ собс}^*} \leq 0,15$. Таким образом, область возможного применения цифровых ТЗНП, использующих в качестве воздействующей величины среднеквадратичное значение составляющей 50 Гц тока $3i_0$, в кабельных сетях 6–10 кВ с изолированной нейтралью ограничена присоединениями, собственный емкостный ток которых не превышает $\sim 15\%$ $I_{СЭ}$. По данным [1] доля таких присоединений на ЦП составляет $\sim 70\%$.

Средневыпрямленные значения токов нулевой последовательности при ДПОЗЗ в кабельных сетях 6–10 кВ с изолированной нейтралью. Характер изменения средневыпрямленного значения токов $3i_0$ при ДПОЗЗ исследовался на имитационных моделях кабельной сети 6 кВ с различными значениями суммарного емкостного тока $I_{C\Sigma}$. При расчетах на имитационных моделях определялось отношение средневыпрямленного значения переходного тока $3i_0$ при ДПОЗЗ к средневыпрямленному значению синусоидального емкостного тока в установившемся режиме ОЗЗ: для переходного тока в месте ОЗЗ $I_{cp*} = I_{cp,\Sigma} K_\phi / I_{C\Sigma}$; для тока $3i_0$ в неповрежденном присоединении $I_{cp,неп*} = I_{cp,неп} K_\phi / I_{C\text{ собс}}$, где $K_\phi = 1,11$ – коэффициент формы синусоидального сигнала.

На рис. 3 и 4 приведены построенные по результатам расчетов на имитационных моделях кабельных сетей зависимости отношения $I_{cp*} = I_{cp,\Sigma} K_\phi / I_{C\Sigma}$ и отношения $I_{cp,неп*} = I_{cp,неп} K_\phi / I_{C\text{ собс}}$ от $I_{C\Sigma}$ при ДПОЗЗ по теории W. Petersen.

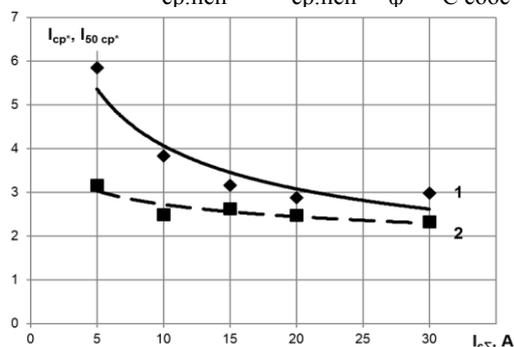


Рис. 3. Зависимости относительных значений средневыпрямленного тока в месте ОЗЗ от $I_{C\Sigma}$ при ДПОЗЗ по теории W. Petersen: 1 – $I_{cp*} = I_{cp,\Sigma} K_\phi / I_{C\Sigma}$ (без фильтрации гармонических составляющих); 2 – $I_{50\text{ cp}*} = I_{cp,50} K_\phi / I_{C\Sigma}$ (с применением фильтра с полосой пропускания 50 ± 5 Гц)

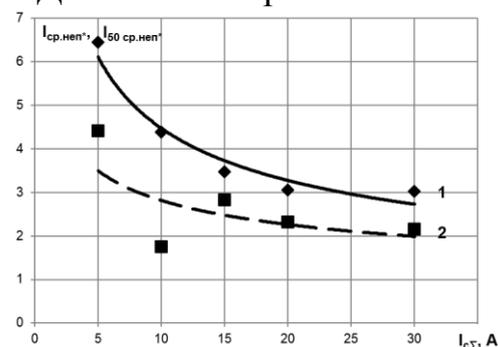


Рис. 4. Зависимости относительных значений средневыпрямленного тока $3i_0$ в неповрежденном присоединении от $I_{C\Sigma}$ при ДПОЗЗ по теории W. Petersen: 1 – $I_{cp,неп*} = I_{cp,неп} K_\phi / I_{C\text{ собс}}$ (без фильтрации); 2 – $I_{50\text{ cp,неп}*} = I_{cp,50} K_\phi / I_{C\text{ собс}}$ (с применением фильтра с полосой пропускания 50 ± 5 Гц)

Сравнивая кривые 1 на рис. 1, 2 и на рис. 3, 4, можно видеть, что при отсутствии фильтрации гармонических составляющих токов $3i_0$ отношения средневыпрямленного значения при ДПОЗЗ к средневыпрямленному значению в установившемся режиме ОЗЗ существенно меньше, чем отношения среднеквадратичных значений токов для указанных режимов. Из рис. 3, 4 можно видеть, что в неповрежденном присоединении при ДПОЗЗ по теории W. Petersen средневыпрямленное значение переходного тока $3i_0$ в $\sim 3,0$ – $6,5$ раз превышает средневыпрямленное значение емкостного тока в установившемся режиме ОЗЗ, что значительно меньше аналогичного соотношения для среднеквадратичных значений (примерно ~ 12 – 39). Поэтому при отсутствии фильтрации гармонических составляющих ТЗНП, реагирующая на средневыпрямленное значение входного тока, будет обладать более высокой динамической устойчивостью функционирования, чем ТЗНП, реагирующая на среднеквадратичное значение.

Однако применение фильтрации гармонических составляющих переходного тока $3i_0$ позволяет уменьшить возрастание при ДПОЗЗ среднеквадратично-

го значения контролируемой ИОТ ТЗНП величины в пределе до $\sim 3,3$, что почти в 2 раза меньше, чем увеличение в аналогичных условиях средневыпрямленных значений при отсутствии частотной фильтрации входных переходных токов (до $\sim 6,5$). Поэтому представляет интерес влияние фильтрации гармонических составляющих на средневыпрямленное значение переходных токов I_{i0} при ДПОЗЗ.

Влияние фильтрации гармонических составляющих на эффективность отстройки от переходных процессов при ДПОЗЗ цифровых ТЗНП, реагирующих на средневыпрямленное значение входного тока. Из рис. 3, 4 можно видеть, что применение полосового фильтра с полосой пропускания 50 ± 5 Гц хотя и уменьшает средневыпрямленное значение на входе ИОТ ТЗНП, но в значительно меньшей степени, чем среднеквадратичное значение. В частности, в кабельных сетях с небольшими значениями суммарного емкостного тока ($I_{C\Sigma} \leq 5$ А) величина коэффициента $K_{\text{пер}}$ должна быть не меньше, чем 4,4 (рис. 3, 4), т.е. больше, чем при использовании в качестве воздействующей величины для ТЗНП среднеквадратичного значения входного тока ($K_{\text{пер}} \approx 3,3$, рис. 1, 2).

Из результатов проведенных исследований следует, что применение в цифровых ТЗНП в качестве воздействующей величины средневыпрямленного значения тока не позволяет уменьшить коэффициент $K_{\text{пер}}$ в (1) и обеспечить повышение чувствительности рассматриваемой защиты по сравнению с использованием в качестве воздействующей величины среднеквадратичного значения.

Выводы

1. В кабельных сетях 6–10 кВ наиболее высокая динамическая устойчивость функционирования цифровых исполнений ТЗНП при дуговых перемежающихся ОЗЗ обеспечивается только при условии фильтрации гармонических составляющих переходного тока нулевой последовательности с использованием полосовых фильтров, выделяющих составляющую рабочей частоты 50 Гц.
2. Использование в цифровых ТЗНП в качестве воздействующей величины среднеквадратичного значения входного тока обеспечивает более высокую степень динамической устойчивости, чем средневыпрямленного значения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Добрягина О.А., Шуин В.А. Исследование и разработка методов и средств повышения динамической устойчивости функционирования токовых защит от замыканий на землю в сетях 6–10 кВ. – Иваново: ИГЭУ, 2012. – 180 с.
2. Сирота И.М. Защита от замыканий на землю в электрических сетях. – Киев: АН УССР, 1955. – 208 с.

3. Корогодский В.А. и др. Релейная защита электродвигателей напряжением выше 1 кВ / В.А. Корогодский, С.Л. Кужеков, Л.Б. Паперно. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 248 с.
4. Шуин В.А., Гусенков А.В. Защиты от замыканий на землю в электрических сетях 6–10 кВ. – М.: Энергопрогресс, Энергетик. - 2001. – 104 с.
5. Шабад М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. – СПб.: ПЭИПК, 2003. – 350 с.
6. Шуин В.А. и др. Токовые защиты от замыканий на землю. Исследование динамических режимов функционирования / В.А. Шуин, О.А. Сарбеева, Е.С. Чугрова // Новости ЭлектроТехники. – 2010. - № 2(62). – С. 36–40.
7. Шуин В.А. и др. Влияние электромагнитных переходных процессов на функционирование токовых защит от замыканий на землю в электрических сетях 6–10 кВ / В.А. Шуин, О.А. Сарбеева, Е.С. Чугрова // Вестник ИГЭУ. – 2009. – Вып. 4. – С. 84–91.
8. Лихачев Ф.А. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью и с компенсацией емкостных токов. – М.: Энергия, 1971. – 152 с.
9. Petersen W. Der aussetzende (intermittierende) Erdschluss. – ETZ. – 1917. – Н. 47, 48.
10. Peters J.F., Slepian J. Voltage Induced by Areign Grounds // Tr. AIEE, 1928. – P. 478.

СЕКЦИЯ 10.
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ДИСКУРС
«ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ»

**ABAKAN SOLAR POWER PLANT ANALYSIS OF PROSPECTS OF USING
SOLAR ENERGY IN KHAKASSIA (ABAKAN SOLAR POWER PLANT)**

D.A. Sarazhakova, G.A. Nizkodubov
National Research Tomsk Polytechnic University
The Institute of Power Engineering, group 5A52

On our planet, the hydrocarbon is limited thus inefficiency of hydropower engineering and ecological damage made by heat and nuclear power engineering make it extremely important to develop alternative energy sources. Most of solar and wind power plants were launched in last 3 years following Russian government's call to introduce renewable energy.

Siberia may not seem like the most obvious place to build a solar power plant, but Russia's largest independent power company disagrees. On the eve of Russia's Energy Industry Workers' Day in December 2015, the country's largest privately-held power company launched Siberia's biggest solar photovoltaic (PV) plant in Abakan, capital city of the Republic of Khakassia.

This paper presents the prospects of solar energy in Khakassia, but first of all the key moments of the solar plants are considered. Therefore, we discuss the advantages and disadvantages of the solar energy.

We select the following advantages:

1. Renewable Energy Source
2. Reduces Electricity Bills
3. Diverse Applications
4. Low Maintenance Costs

And disadvantages:

1. Cost for purchasing a solar system
2. Weather Dependent
3. Uses a Lot of Space

Siberia generally has a very continental climate: it is cold but sunny in winter and in summer. The doubts of skeptics about the ineffectiveness of the solar power plant in cold Siberia creators refute statistics. The particular place has over 300 sunny days, it opens up a huge potential for the expansion of the solar farms further in the area. The low temperatures don't really affect solar panels, it's purely a matter of the number of sunny days. Now Abakan SPP produce 6.5 mln kilowatt-hours of electricity annually that is equivalent to burning about 5 thousand tons of coal to the power station. The solar plant has an installed capacity of 5.2 megawatts (for comparison, Sayano-Shushenskaya hydropower plant on the Yenisei River, has an installed capacity of 6,400 MW), over 20,000 solar modules, and a total area of 18 hectares. The plant provides 1/30 of the needs of the region's capital. In the future performance of Abakan SES can be increased: in the perspective area can be increased by five times, and

the power - ten times. On the plant will be conducted to collect data on how the panels collect solar energy and how much, how the equipment reacts to weather and temperature conditions. This information will serve to create technical standards for solar plants that are not in Russia.

Evaluation of economic efficiency of the solar PV plant in the Republic of Khakassia: the average payback period of solar station in Khakassia is the same as the world average - 15 years.

Furthermore, the local governments welcomed the construction of the plant as it's a big step towards greener Siberia with less hazardous emissions.

Thus, the use of the solar PV plant in the Samara region STI as a source of supply of the autonomous consumer electric energy have great potential. Development of renewable energy sources is one of the strategic priorities. Today the trend using new power generation technologies continue. The Siberia's future power industry should be based on environmentally friendly technologies.

ELECTRIC DISCHARGE TECHNOLOGIES

¹ A.S. Makarov, ²E.Ya. Sokolova, ³Yu. Yushkov
^{1,2,3}Tomsk Polytechnic University
Institute of Power Engineering, ¹group 5A52
²Foreign languages department
³Department of Systems and networks

This article is devoted to the initiation of an electrical discharge in the water environment. Novelty of this research is the development of a new technology using the dielectric insert in the electrode, which allows solving the problem of "triple point". Triple point is a meeting point of 3 media such as metal, insulation and dielectric liquid.

The source of impulse action is the electric discharge in a liquid as the basis of the methods of electro-discharge treatment. The techniques of electro-discharge treatment are widely used in various areas like drilling, agriculture and electro-treatment of metal surfaces. The methods are implemented in HV electrohydraulic systems are used to implement these methods practically.

Service water possessing high specific conductivity ($\gamma \geq 10^{-4}$ Ohms⁻¹ cm⁻¹) is usually used in electro discharge techniques. Some production procedures employ high conductivity solutions such as the cement solution or concrete mix.

An electric discharge is the release and transmission of electricity in an applied electric field through a certain medium.

There are two types of discharges. The first one is non-self-maintained discharge — a discharge that ceases in the absence of an external ionizing agent.

The second one is called self-maintained discharge — a discharge that continues after removal of the external ionizing agent [4].

The process of electric discharge includes electrical breakdown which is a transient condition between non-self-maintained and self-maintained discharge and can be defined as a large, usually abrupt rise in electric current in the presence of electric

voltage increase. As a rule high value of voltage is required for electrical breakdown. Breakdown is necessary to start the process of electric discharge and make current flow through a medium.

In order to accumulate energy in the working interval 2 electrode schemes can be used, relatively «rod-rod» and «rod-flat surface». The article covers only «rod-flat surface».

30 KV is required to make an electrical breakdown through 1 centimeter thick air.

To obtain desired voltage quickly Pulse Voltage Generator (PVG) is used. PVG is an electronic circuit consisting of condensers, which are connected in parallel for the charge and in series for pulse.

Now it is necessary to describe the problem associated with physical properties of the field around electrodes in order to cope with it properly. This problem is called “triple point” is known the most weak point of the electrode system is located on the boundary of the potential electrode insulator ($\epsilon_i \sim 2...3$), the electrode metal surface ($\epsilon_{md} \sim \infty$) and the processed medium ($\epsilon_{md} \sim 80$) [3]. It spoils the rods and wastes energy.

Different methods of discharge are used for decreasing the energy losses during the pre-breakdown state and the local discharge channel formation. The article focuses on techniques which uses the dielectric insert in the potential electrode. As liquid medium the service water with the specific resistance was used.

The usage of the dielectric insert as an initiating element is founded on the following expectations. The discharge originates very often from this point, though it is far from the grounding electrode. The length of the current flow is longer than the working gap. Usually this phenomenon causes the failure of potential electrode insulation [2]. We suppose the introduction of the “triple point” right in the working gap will considerably improve the conditions of the overheat instability near the potential electrode due to the increase of local electric field strength and, therefore, the decrease of time till the discharge formation [1]. The obtained results show that various insulating inserts located at the potential electrode end increase the breakdown probability of the gaps compared to the breakdown of the same gaps without the insert. This confirms the impact of the insert by the formation of the overheat instability near the potential electrode. Different insulating materials used for the insert cause different effects on the breakdown probability. High density of polyethylen shows the best quality but rubber and textolite have no effects on the breakdown probability.

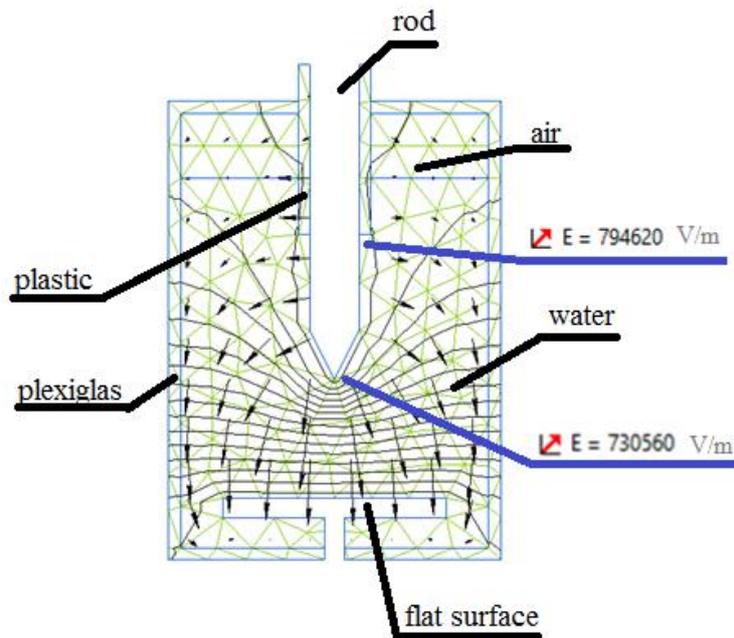


Fig. 1. Electrode scheme without a dielectric insert

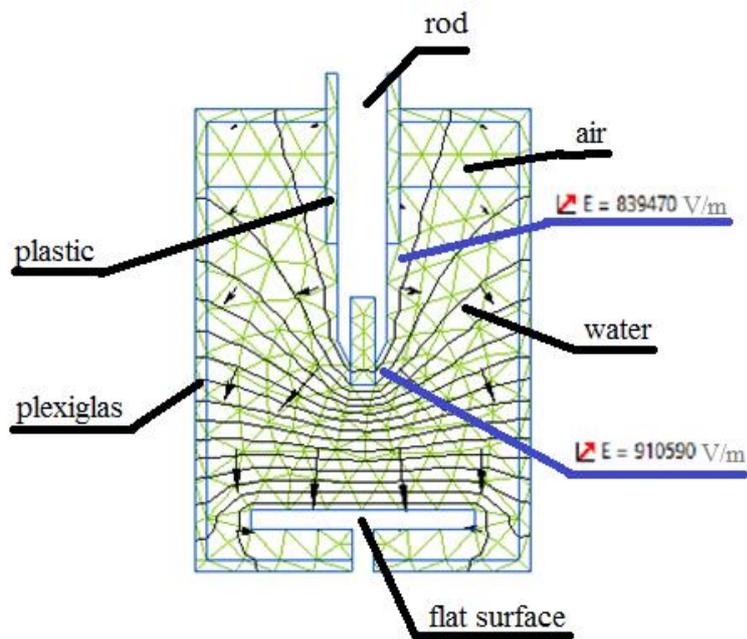


Fig. 2. Electrode scheme with a dielectric insert

One of the most famous example of using electric discharge technologies is electro pulse technique of well-drilling.

Professor Vorobiev Alexander Akimovich from TPU is the author of the above mentioned method. To start the process of electro pulse well-drilling, firstly, it is necessary to make a hole of half meter length using a traditional method. The remained part of drilling is done by electro pulse method based on the destructive effect of an electric pulse discharge in a rock mass. Energy from Pulsed Voltage Generator gets to the rock and pieces of the rock are splitted off from the solid mass as a result of tensile forces created by the discharge. The necessary condition of this technology

is the presence of fluid (diesel gas oil) which removes small pieces from the well. This technique was tested in Altai where the reservoir rock was micro quartzit (one of the most solid rocks). This method showed the increase of well drilling speed from 3.3 by using traditional method to 5-6 m/h by applying electro pulse technique of well-drilling. The findings of this research showed that the proposed method is economically viable and can be used practically in oil industry.

REFERENCES:

1. Ushakov V.Ya. Pulsed electric breakdown of liquids. - Tomsk: publishing house. TPI, 1975.- 256p.
2. Barskaya A. V. The investigation of the dispersion of herb and extractions from water-soluble media using impulse discharge: PhD dissertation. Tomsk, 1998.-196p.
3. Naugolnykh K.A., Roi N.A. The electrical discharge in water. Moscow: Science, 1971. P. 155.
<http://www.electropedia.org/>

MPI AND PVM SYSTEMS

¹V.A. Kirienko, ²G.A. Nizkodubov
^{1,2}National Research Tomsk Polytechnic University
Institute of Power Engineering, ¹group 5B53

In modern world it is already impossible to do science without a computer. It accompanies all scientific research, experiments, helps in the data analysis, modeling and description of the processes. However, some areas of science require very accurate calculations or complex programs for making new discoveries. The capacity of a typical computer will be not enough for that. That is why supercomputers are becoming more and more popular now. With its high performance and MPI and PVM systems help it's possible to speed up data processing and get accurate results. Let's try to understand the essence of these systems.

MPI (Message Passing Interface) – special messaging library, a collection of functions on C / C ++ or Fortran languages, which give a chance to facilitate communication and synchronization problems between the processes of a parallel program with shared memory. Currently, the library has become the established standard for parallel programming, it has implementation for modern and popular computer platforms and programming languages (Fortran, C / C ++, Java), applies not only to write programs for supercomputers, but also for clustered systems. Library versions are constantly updated, it allows you to perform new operations, solve different range of tasks. In accordance with this system it is allocated to the memory node master and slave core. The main problem comes on the leading core, where it is recognized and redirected to the slave core, where there is an immediate solution to the problem and then results are returned to the master mandrel core.

PVM (Parallel Virtual Machine) - a software package, that brings together a diverse set of computers in a single computing resource, called a virtual parallel machine. This integration enables you to control the processes by message passing mechanism. PVM can be used on multi-processor computers and on the computer systems built on cluster technology. Directly PVM system is composed of two parts. The first part is a demon, which is installed on all computers and makes it possible to get to the virtual machine. Multiple users can simultaneously configure overlapping virtual machines, and each user can execute several PVM applications simultaneously. The second part of the system is a library of PVM interface routines. It contains a complete list of functional primitives that are necessary for the interaction between tasks applications.

Both systems have been changed many times and subjected to rigorous testing and comparisons on the subject of performance. Tests have shown that the superiority of MPI system, which is actively developing in our days. It can solve more tasks that PVM system at the same time. Nowadays PVM system does now have new updates, but old versions can be successfully used for obtaining higher performance. Systems MPI and PVM become a breakthrough in the field of computer technology, allowing to obtain high-quality results in a short time.

EXTRACTION OF THE MINERALS ON THE MOON FOR PROVISION MANKIND WITH ENERGY FOR 10 000 YEARS

O.I. Zhdanova

National Research Tomsk Polytechnic University

Institute of Power Engineering, department of Electric Power Systems, group 5A54

It's no secret that humanity is on the brink of energy crisis. How much more Mother Earth will provide us with fuel? 50 years? 70? Well 100 maximum. Advanced and forward-thinking companies benefit from wind power, solar and flows of rivers.

Due to the high rates of consumption of minerals and the high human population growth, mineral resources on planet Earth are in the process of exhaustion, this shortage creates the need to find new alternatives to supply the growing needs. An additional alternative to the traditional search for new deposits on Earth, is the search for deposits beyond our planet, these new resources can be found in the vicinity of our planet. The mining of bodies of our solar system like the Moon, Mars and the asteroid belt can provide abundant energy resources such as helium 3 and minerals such as potassium, rare earth elements, iron and platinum group minerals.

The Moon provides the greatest potential for mining in our solar system; due to its proximity to our planet. Mining the moon to meet our energy needs may sound like the plot from a sci-fi movie, but China is considering doing exactly that. Helium 3 is an extremely valuable isotope that could be used in clean fusion plants to generate energy – and it's available in vast quantities on the moon.

Some scientists say that the moon is so rich in Helium 3 that it could solve the world's energy problems for at least 10,000 years. Fabrizio Bozzato, a doctoral can-

didate at the University of Tamkan in Taiwan, recently wrote in World Security Network that helium 3 could be extracted by heating the lunar dust to around 600°C, before bringing it back to the Earth. The gas, he estimates, has a potential economic value of \$3 billion (£1.78 billion) a tonne, making it economically viable to consider mining from the moon. According to experts in the U.S., the total estimated cost for fusion development, rocket development and starting lunar operations would be about \$20 billion (£11.8 billion) over two decades.

China has expressed an interest in mining of the moon for this substance, but the nation hasn't set forth any concrete plans yet. If China does get Helium 3 from the moon, it insists it will be for the benefit of humanity. But given the absence of competitors in the endeavor, there is speculation that China would have a monopoly over the resource.

Celestial bodies closest to the planet Earth have plenty of opportunities for mineral exploration, utilization of new materials and alternative clean energy, they also possess a reserve of materials that are depleted, near depletion or very scarce in planet Earth. The exploration and exploitation of these resources today present great technical difficulties but due to current technological advances and the high prices of minerals and energy, this exploitation is getting closer to being economically and technically feasible.

The engineers of the current generation must be alert to new possibilities that do not limit us to think only of Earth's resources and to open our minds to new possibilities and alternatives.

THE PROBLEM OF ENERGY SAVING MODERN CRIMEA

S.I. Schmidt

Tomsk Polytechnic University

Institute of power engineering

At the moment the increasingly popular concept of sustainable development of modern society. The essence of this concept is to create a balance between society and the biosphere, by optimizing the use of natural resources and respect for nature. To date, there are several factors that affect the establishment of equilibrium. One of these factors, according to scientists, is energy saving.

Feature location of the region, as well as a special sphere of activity obviously requires the use of clean energy sources. Of course, in this situation, the most advantageous is the use of alternative energy sources that will make the region's energy independence and contribute to solving some of the problems associated with limited natural resources and the fight against pollution. All this requires the introduction of new technologies, facilities and equipment, with the daily accumulation of heat, which would allow for a profitable economic activity and extend the boundaries of the service area of the resort. In turn, a set of alternative energy sources and energy efficiency will get rid of wasteful energy use and improve the environmental situation in the region.

To realize all this requires the acceptance of a series of measures, both from the government and from the business, but the main role in the development of energy in JSC Crimea should take the state, as is done in many foreign countries. Policy-based energy saving must become the main socio-economic strategy for the coming years. All this requires a joint effort of international organizations, governments, the public, and a number of specialists, a huge time and material costs. It requires highly educated professionals who understand the environmental pollution problem, thinking globally, having special ecological culture and philosophy.

LITERATURE:

1. Tsëhla S.Y. Economic fundamentals of energy saving in the recreational system: Simferopol, 2012. - 339 p.

Sci. source: L.A. Sobinova, PhD

TRAVERSE ELECTRIC DRIVE OF TURNING LATHE

V.E. Kozlov, G.A. Nizkodubov
Tomsk Polytechnic University

Institute of Power Engineering, group number 5G54

The topic of my report is an electric drive of traverse of turning lathe. As science and technologies developed electricity started to take a special place in everyone's life. How can we live without domestic appliances, TV, radio and other everyday things? This list is endless because we use electricity everywhere and manufacture is not an exception to this rule. That's why I'd like to tell you about electric drive. It's clear that electric drive is something that can provide us with electricity but the certain definition is that it's a special controlled system which transforms electric energy to mechanical and vice versa. The aim of this report is to make a research on an electric drive of traverse of tuning lathe.

The lathe machining is to do metal cutting using turning lathe. Such machines are used to manufacture of solids of revolution. Processed detail is being hardened and given a high angular speed. After that cutter is moved to detail with the help of cross travers and travers. The most useful details for this work are shafts (radius is much bigger than the length), disks (length is much bigger than the radius) and sleeves (hollow center).

Now my speech will be devoted to traverse. If we want to realize it's meaning, firstly, we should divide it into parts. All parts are shown on the slide. But division is not enough to understanding. Let's discuss the kinematics. First of all, we start the engine, after the move goes to the headstock lathe using belt transmission. The headstock lathe brings the detail in action. Moreover, on this step we set settings for turning. After the move goes to speed gearbox through the "guitar". On this step we set a speed of cross travers and travers. Then move goes to saddle which slides on feed

shaft due to male stud. There are switchers of travers on the saddle. Moving saddle is named traverse.

The most important thing for turning lathe is to keep a certain speed in a certain period of time. Mostly stable capacity is needed when we work with high speed and stability of moment is needed when we work with low speeds. There is much to gain from variate speed arrange from the relation 80:1 to 100:1.

Let's speak about development of drives. Do you know when people began making lathe? The most people suggest that it's near about 2 centuries ago but it's false. The first reminder was made by ancient Egyptians. For sure, that lathe doesn't look like modern. Construction is primitive. One man turns the detail and another hold on cutter. After that people realize that it's not profitable when two people work on one lathe/ this way, people made the second lathe with pedal drive. The most serious drawback is that you can't use these lathes for metal details. The solution was made by Andrey Konstantinovich Nartov who made a lathe with saddle. It was the great step in inventions.

Three phase induction motor – is a machine for transforming energy from alternative current for mechanical energy. Two main parts of this machine are stator and rotor. Stator is fixed detail which is cylindrical shaped, there is winding inside it. Rotor is cylindrical too but winding is on it. There are two types of induction motors: with snorted out rotors and phasic. The first are used in small and middle power, the second are for big power. In my work I research induction motors with snorted out rotors. Another name is squirrel wheel because of its similar construction. Rotors of such kind of machines consist of rods, core and rings for limit. Why do people use it? It's easy to make, cheap, reliable, gives an opportunity to be plugged in without any transmissions. Shortages are small start moment and big start current, low power coefficient.

Taking everything into account, the future is based on using electricity. People will continue trying to make their lives easier, by means of creating robots to live with. Of course it will not be possible without such thing named electric drive.

LATEST INVENTION TO PROTECT OUR ENVIRONMENT

Б.С. Дубиковская
Томский политехнический университет
ЭНИН, АТЭС, группа 5041

Nowadays technologies are developing, everyday we can see something new and there are some developments that even could help to protect our environment. The main object of this paper is to investigate and find out the possibilities of particular findings in the area of modern engineering. It's out of the question that up-to-date life is full of technologies and smart things making our life easier and more comfortable. In this work we made an attempt to present some current ideas which help to protect our environment from human damage. First of all, we distinguish the following inventions that are worth researching from our point of view:

- The safety truck;

- The vacuum cleaner for oceans;
- Desktop DNA Laboratory;
- Solar laptop.

Further, it is necessary to expand the application of every item.

Safety truck

It was suggested by Samsung company. The main purpose of it is to help avoid accidents by broadcasting view of the road on the truck`s back. It's equipped with a camera up front, which sends a live feed to four weatherproof video monitors on the back. That lets you see what's ahead of the truck so you can plan when to safely pass it. It'll also give you a heads up on potential obstacles that could make a truck brake suddenly. While the current test is only a pilot program, Samsung says it's working on expanding throughout the rest of the world.

Vacuum cleaner for ocean

It is aimed to collect the trash on the surface of the seas. By the way, it will not disturb the sea inhabitants. The whole installation will start in 3 years from now. Ocean pollution has been a topic of increasing concern lately. To raise awareness about the issue, Electrolux has introduced Vac from the Sea -- a series of six limited-edition of energy-efficient vacuum cleaners made with plastic salvaged from vulnerable marine habitats. The device consists of a large bucket connected to a water pump. The water pumps sucks water into the bucket, along with plastic and other pollution. As the water makes its way down the bucket, solid objects in the water are trapped in the net that lines the bucket. The water is sucked into the water pump, in which any oil is separated. The clean, unpolluted water is then released back to the sea through another tube.

According to the designers, fish are not harmed by this invention as only objects on the surface are sucked in. An ongoing study will determine whether the buckets have any negative impacts on microscopic sealife.

Desktop DNA Laboratory

Analyze DNA for 3 hours simplifies the search of donors. Moreover, it could save thousands of lives. It can also be used to quickly identify victims of disasters. THE FIELD OF production genomics has led to some remarkable findings through a genomic testing technique in which lab technicians isolate and study samples of DNA that results doctors' quick reaction to data than ever.

And the finally Solar laptop

It Works from sunlight after spending 2 hours in the sun. It could work for 10 hours, thus, save your money spent on electricity bills. As a matter of fact, it could be pretty useful for electricity-starved countries.

REFERENCES:

1. Colyvas, J., Crow, M., Gelijns, A., Mazzoleni, R., Nelson, R. R., Rosenberg, N., & Sampat, B. N. (2002). How do university inventions get into practice? *Management Science*, 48(1), 61-72.

2. Rimer, M. (2008). Intellectual Property and Biotechnology: Biological Inventions. Edward Elgar, Cheltenham, UK, and Northampton, MA, USA.
3. Abdullah, M. F. L., Abdullah, J., Yonis, A. Z., & Ghanim, M. F. (2011). Comparison study on 3.9 G and 4G evolution. Proceedings of the 2011 International Conference on Information Communication and Management (pp. 181-186). Singapore.
4. Alexa Internet Inc. (2012). The top 500 sites on the web. Retrieved from <http://www.alexa.com/topsites>.

Supervisor: L.A. Sobinova, PhD, Art. Lecturer, Department of Foreign Languages Institute for Energy TPU.

COMMUTATORLESS MOTORS AS A SOURCE OF ENERGY FOR DRONES

K.O. Teuschakov, G.A. Nizkodubov
Tomsk Polytechnic University

The institute of Power Engineering, group №5G53

The drone is a flying device that moves by controlling the rotation speed of engines with propellers. The principle of work of the drone is based on rotation of propellers to the opposite sides. Because of the simplicity of the design drones are often used in amateur modeling, they are convenient for taking photos and shooting videos.

History

One of the first drone that was able to stay in the air was created by George de Bothezat and was tested in 1922.

Basic parts of a drone

- Framework – the basis of the whole structure, which connects all the other parts. Should be strong and at the same time light.
- Engines, which provide the required thrust to lift the quadcopter in the air.
- Propellers
- Power supplies
- Sensors of acceleration / angle of cant
- Microcontroller – the brain of the device
- Remote control for the device
- Extra equipment

The frame is designed to connect all the components of the structure in the single whole. It must be pretty strong and at the same time have the ability to extinguish the vibration of the rotors.

When choosing an engine, you first need to define the flight weight for your drone so that the thrust will be able to get the drone off the ground.

The main condition is that the thrust should be twice stronger than the maximum flying weight of the structure.

Insufficient engine thrust will lead to poor handling or the inability of the machine to take off.

Modern drones use commutatorless motors as a source of energy. They have specific limitation of their flight characteristics: typical weight of a drone varies from 1 kg to 4 kg and their flight time varies from 10 to 30 minutes (There are some unique drones that have the flight time about 40-50 minutes).

The drone can lift about 500g – 3 kg that allow taking a small camera.

ENVIRONMENTAL PROBLEMS

A.O. Shlykova

Tomsk Polytechnic University

Institute of Power Engineering, Department of Steam Generating Machinery Engineering, 5B41

The purpose of this work is to illustrate why the degree of water, air and soil pollution increases year after year and is considered to be a serious international problem.

Introduction

Although we live on the Earth and have to control over much of our environment, the Earth does not belong to us. It is also home for plants, animals, insects, birds and fish, and it will be home for future generations of humans. Because of this, we have a responsibility to protect the environment.

Major environmental problems

Nowadays, most of the Earth's major environmental problems, such as the holes in the ozone layer, have been caused by humans and we are the only ones able to solve them. We have to start recognizing that our actions can lead to environmental damage.

Solutions

First and foremost, a lot of people still think that there is little they can do to help the environment. They are sure that it is the duty of the government and big companies to make our planet cleaner: to recycle waste materials, to protect rare animals and plants, to install antipollution equipment and so on. But they are wrong. Everybody must take part in reducing pollution. And in our research, we suggest some of the ways.

1. Recycling centers

What is more, there is still a lot of rubbish everywhere. Many people have always polluted their surroundings. Recycled waste can be made into new products and it can help save natural resources. To my mind, it would be great if recycling centers paid people for the rubbish they brought in.

2. Protection method of environmental

Finally, I strongly feel that education is extremely important. For example, if people learn to recycle their waste, instead of just throwing it away, we will not have to destroy the countryside. Landfill sites will not have to be constructed, and factories, which pollute the atmosphere, will not have to produce so many new products.

Conclusion

To sum up, it is necessary to believe that all of us must do our best to be as green and as environmentally friendly as possible. The whole future of the planet is in our hands.

REFERENCES:

1. Bobrov, E.A. Social and ecological problems of big cities and the ways of their solution // Nauchnie vedomosti, Seriya estestvennye nauki. 2011 № 5 (110), seriya16, pp. 199-208.

Scientific Advisor: Lubov A. Sobinova, Ph.D., art. teacher, department of Foreign Languages, Institute of Power Engineering, TPU.

CASE STUDY OF THE “TITANIUM VALLEY” POWER SUPPLY

¹D.A. Ivanov, ²E.Ya. Sokolova

^{1,2}Tomsk Polytechnic University

Institute of Power Engineering, Department of Electric Power Systems, ¹gr. 5A53.

²Foreign Languages Department

Power supply problems are very urgent and different official events are devoted to the discussion of this problem. One of the most popular forms of public discussion is forum. Forum is place used for debates in which anyone can participate during open discussions on various urgent issues. With the development of communication technologies new forms of forums are held through Skype, but some discussions can build up without all users having to be online at the same time.

One of the technique used during the forum held from 22th to 29th of August, 2016 in Sverdlovsk region was a case study. The term “case study” is used loosely in various sources of scientific and professional literature. The key features of a “case study” are its scientific contribution and its evidence base for professional applications [2]. In spite of a lot of works devoted to the concept “case study” little attention is paid to the usefulness of this method. Case study is defined as analyses of people, events, decisions, periods, projects, policies, institutions, or other systems and is the subject of the inquiry of a class of phenomena that provides an analytical frame — an object — within which the study is conducted and which the case illuminates and explicates.

All participants of the forum called “Energy of Youth” were divided into 3 teams solving the same problem at different stages.

The first stage was focused on the analysis of Sverdlovsk region energy efficiency. Energy efficiency is the ratio between power generation and power consumption. To carry out the analysis on energy efficiency Sverdlovsk region was chosen. The choice of the above mentioned region can be explained by the ambitious plans to build a special economic zone called the “Titanium valley”.

“Titanium valley” is the construction of a special economic zone (SEZ) of industrial / production type in Sverdlovsk region where special preferential conditions for the development of industrial production and national or international entrepreneurs have been created. Titanium valley is a limited territory with special legal status in relation to the rest of other territories. The priority directions of this specialized SEZ are titanium products production, manufacturing of components and equipment for metallurgy, mechanical engineering, production of construction materials. It is to be emphasized that the power load will have been increased on 180 MW by 2020. This abrupt power demand is due to the implementation of the Titanium valley. Consequently there will be the increase in both commercial and residential sectors. The table below illustrates the forecast of power load by 2017, 2019 and 2023.

Tab. 1. The forecast of power load increase in Sverdlovsk power system by 2017, 2019 and 2023 (%)

№	Power Plants	2017	2019	2023
1.	Serovsk Power Plant	+0,65%	+1,85%	+4,23%
2.	Nizhnetagil'sk Power Plant	+0,62% (+0,63%)	+1,83% (+1,85%)	+4,27% (+4,28%)
3.	Zapadnye Power Plant	+0,58%	+1,77%	+4,17%
4.	Vostochnye Power Plant	+0,61%	+1,79%	+4,19%
5.	Talick Power Plant	+0,57%	+1,75%	+4,15%
6.	Artjomovsk Power Plant	+0,58%	+1,79%	+4,18%

The results obtained upon the analysis and calculations are as follows: Sverdlovsk region is a region which generates power in excess and is able to cover both commercial and residential sectors. The maximum generation of this region is 9416.9 MW, but the maximum consumption in 2015 was only 6328MW

The second stage involved the development of special techniques of power supply of this “Titanium valley”. The first step was to find out the power needs necessary to decide the necessity to build a special power plant. 3 types of power plants were considered: nuclear power plant, hydropower plant and thermal power plant. Since the nuclear power plant is intended for generation of power in accordance with its specified capacity some additional facilities must be built to get extra power required. This fact confirms the inefficiency of this project. Hydropower plants need some specific conditions since most hydroelectric power comes from the potential energy of dammed water driving a water turbine and generator. The most advantageous type is thermal power plant, but warmth produced by this plant is not required.

Upon thorough analysis it was decided to give up the idea of power plant construction. Instead it was proposed to find efficient ways for power transmission. To transmit power over long distances some special facilities are required either underground cables or overhead lines. Overhead lines were chosen due to some advantages over underground cables. Type of overhead lines was determined by nominal voltage which is 220 KV. However, it was confirmed that to transmit power adequately 2 overhead lines each intended for 220 KV are required. In the case of any faults with one line other line will be able to transmit the desired power. The comparison of overhead lines and underground cables is presented in Table 2.

Tab. 2. Comparison of overhead lines and underground cables [1]

Overhead Lines	Underground Cables
Advantages	Disadvantages
1.The size of conductor for same amount of power is small	1. The size of conductor is quite large in underground system.
2. The amount of insulation is less as overhead lines are open to atmosphere and hence air provides the necessary insulation.	2. Very high degree of insulation is required as the underground system is laid under the ground hence area is very compact.
3. Heat can be dissipated easily in the surroundings as overhead lines are open to atmosphere.	3. Heat dissipation is very difficult and. Hence number of insulating layers are added to the cable.
4.Overhead system is very cheap as no insulation coating is used over the conductors i.e., the conductors used are bare conductors	4. Very costly, because a number of insulation layers has to be used to provide sufficient insulation.
5.Faults can be detected easily	5. Fault detection is very complicated.
6. Maintenance work is very simple.	6. Maintenance work is very complex.
7. It is used for long distance transmission.	7. It is used for short distance transmission or distribution.
Disadvantages	Advantages
8.Public safety is lower.	8.Public safety is higher.
9. Faces problems due to interference with neighboring communication system.	9. No interference with the communication lines.
10. They are liable to hazards from lightning discharges.	10. Not liable to the hazards from lightning discharges.
11. This system can't be used near submarine crossings.	11. It can be used near submarine crossings.

Thus, this comparison illustrates the advantages of overhead lines over underground cables.

The third state involved the calculation of the above chosen technique
Calculations:

	N...	Region	Gc	Load	Dp	Cons	Inner
1	1	Serovsk Power Plant	168	813	27,24	840	-672
2	2	Nizhnetagil'sk PP	239	558	16,25	574	-335
3	3	Zapadnye Power Plant	328	1 295	35,10	1 330	-1 002
4	4	Vostochnye Power Plant		913	31,17	944	-944
5	5	Talick Power Plant	6	111	8,07	119	-113
6	6	Artjomovsk Power Plant		140	13,37	153	-153
7	7	FSC_220_500	4 382	287	57,56	345	4 038
8	8	Nizhnetagil region	145	926	36,13	962	-817

Current load of overhead lines									
	Nin	Nfin	Name	I_in	I_fin	I_add	I_add	I_add	I/I_dop
1	411	254	pjatiletka	255	255			390,0	65,5

	N...	Region	Gc	Load	Dp	Cons	Inner
1	1	Serovsk Power Plant	168	817	27,49	844	-676
2	2	Nizhnetagil'sk PP	239	561	16,32	577	-338
3	3	Zapadnye Power Plant	328	1 302	35,11	1 337	-1 009
4	4	Vostochnye Power Plant		917	31,45	948	-948
5	5	Talick Power Plant	6	112	8,18	120	-114
6	6	Artjomovsk Power Plant		141	13,43	154	-154
7	7	FSC_220_500	4 406	287	58,46	345	4 060
8	8	Nizhnetagil region	145	930	36,40	966	-821

Name	I_in	I_fin	Place	I_add	I/I_dop
Tagil_1AT - Tagil	860	1 636	BH	938,0	91,7

Fig 1. Current load of overhead lines

Conclusion

To sum up, upon the conducted analysis within the case study, it was concluded that 2 overhead lines are necessary to supply the “Titanium valley” with continuous uninterrupted power and are able to overcome problems associated with some faults and abnormal conditions.

REFERENCES:

1. URL: <http://www.electricaledition.com/2016/01/comparison-of-overhead-lines-underground-cables.html> (Access 12.09.2016)
2. URL: http://scholarworks.umass.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=nursing_faculty_pubs (Access 12.09.2016)

Scientific supervisor: E.Ya. Sokolova, senior instructor, Foreign Languages Department, Institute of Power Engineering, TPU

THE POSSIBILITIES OF MARS COLONIZATION

D.V. Shefer, G.A. Nizkodubov
Tomsk Polytechnic University

Institute of Power Engineering, department of Electric Power Systems, group 5A54

Now as the purposes of colonization of Mars the following is called:

- Creation of constant base for scientific research of Mars and its satellites, in the long term — for studying of a belt of asteroids and distant planets of Solar System;
- Commercial production of valuable minerals;
- Solution of demographic problems of Earth;
- Main objective is creation of "Cradle of Humankind" on a case of a global cataclysm on Earth.

The major limiting factor is, first of all, extremely high cost of delivery of colonists and freights to Mars.

At the moment and the near future, apparently, only the first purpose is urgent. A number of enthusiasts of the idea of colonization of Mars considers that at larger tentative costs of the organization of colony in the long term, on condition of achievement of high degree of autonomy and the organization of production of a part of materials and necessities (first of all — oxygen, water, food) from local resources this path of conducting researches in general will be economically more effective, than sending the returned expeditions or creation of stations settlements for work as a shift method. Besides, in the long term Mars can become the convenient ground for carrying out the scale scientific and technical experiments dangerous to the terrestrial biosphere.

As for mining, on the one hand, Mars can be rather rich with mineral resources, and due to the lack of the free oxygen in the atmosphere existence on it rich fields of native elements is possible, with another — at the moment the cost of cargo delivery and the organization of production in a severe atmosphere is so big that no richness of fields will provide payback of production.

The solution of demographic problems will require, first, transfer from Earth of the population in the scales incomparable to opportunities of the modern technique (at least — millions of people), secondly — providing the complete autonomy of colony and a possibility of more or less comfortable life on the surface of the planet what will require creation on it the atmosphere, suitable for respiration, the hydrosphere, the biosphere and the solution of problems of protection against space radiation. Now all this can be considered only as prospect on the long-term future.

SOLID-STATE THERMOISOTOPIC ELECTRICITY GENERATOR BASED ON BLACK SCREENS

S.A. Ilyas

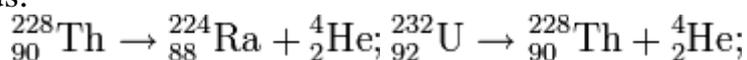
Tomsk Polytechnic University

Institute of Power Engineering, Department of Nuclear and Thermal Power Plants,
Group 5061

Today we have many different ways of producing electrical power. They include TPPs, HPPs and other alternative power sources, each having its own efficiency. For instance, Kazakhstan produces 87.7% of its power at TPPs and another 12.3% are produced at HPPs. 70% of this power is produced by burning coal, which is considered a bad index due to the fact that fossil fuels are technically nonrenewable and not as efficient as nuclear isotopes are. Nuclear isotopes last longer and have higher mass to energy coefficient. A good example of Nuclear Power users are France, Japan and USA. The amount of electrical power produced at NPPs (out of the total power produced) in these countries is 76.9%, 30% and 19%. If compared, total power of all power stations in Kazakhstan is nearly 3 times smaller than all the nuclear power station of France (19GWts against 63GWts). Even though uranium and thorium deposits of Kazakhstan are estimated over hundreds of thousands of tons, the country doesn't use any kind of NPP to produce power.

Definitely, nuclear power plants are the most perspective way of power production. They use small amounts of fuel, produce high amounts of energy and complete many other tasks. But despite all these facts, many countries refuse to use this kind of power stations. The explanation for this mass decision is a harmful influence of environment and NPP workers. Most NPPs require nuclear waste repositories, high level of national safety and enough scientific resources. In today's reality, such strategic objects demands proper safety measures as it might be attacked.

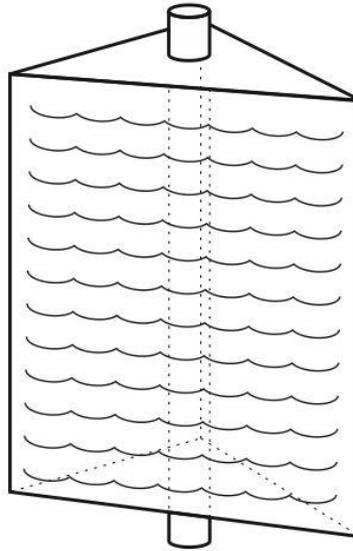
The main idea of the project is to design a new, nontraditional, compact and mobile solid-state thermoisotopic generator by using black screens and principals of radiation and heat conversion. The estimated isotopes are Uranium 232 or Thorium 228 (research on that topic is still not finished). The suggested solution would reduce environment pollution, high risk of oncological diseases among NPP staff, exclude psychological pressure on NPP staff, extraneous usage of isotopes and volatile heat-transporting liquids.



The estimated generator is based on alpha decay of isotopes in non-sustained reaction. The assigned task of the generator is to absorb alpha particle and radiation energy and convert it into electrical power using black screens, heat to electricity and radiation to electricity conversion principals.

A black screen is a surface covered with a material close to the ideal black body, this kind of screen can provide good absorption of IR radiation and convert it into heat, which is then converted to electricity.

Below is an approximate design (future design might differ) of 1 generator cell (they might be stacked) containing 1kg of isotope. The height of the cell is 1 meter, the triangle is circled in the circle of 20cm radius.



$$P = A \times E; \quad (1)$$

(1) – Radiation power, where A – isotope activity in Becquerel, and E – energy of 1 disintegration in MeV

$$A \approx N \div T; \quad (2)$$

(2): N – amount of isotope atoms, a T – half decay period

$$N = \frac{m \times N_A}{M} \times 10^3; \quad (3)$$

(3): m – mass, Na – Avogadro constant, a M – isotope molar mass

Approximate calculations of power of decay of Uranium and Thorium: 716,7 Wt; 19,34 kWt.

This kind of mobile generators might be used in distant localities, MOE service and in the military. They would provide a high index of safety, durability, cut expenses on wire power transfer and improve the ecological condition of the environment.

Scientific advisor: Anna L. Buran, Ph.D., Associate Professor, Tomsk Polytechnic University.

ELECTRICAL RESONANCE

N.I. Nechayev

Tomsk Polytechnic University

Institute of Power Engineering, Department of Electric Power Systems, 5A52

Electrical resonance is a resonance that occurs in RLC circuit at a particular resonant frequency when reactances cancel each other.

Series resonance occurs in series RLC circuit at a frequency ω_0 in which inductive reactance

$$X_L = \omega_0 \cdot L \quad (1)$$

and the capacitive reactance

$$X_c = \frac{1}{\omega_0 C} \quad (2)$$

are equal in magnitude and opposite in phase, so they cancel each other out. Meanwhile impedance

$$Z = R + \frac{1}{j\omega_0 C} + j\omega_0 L \quad (3)$$

decreasing, becomes completely active and equals R. As a result, according to Ohm's law

$$I = \frac{V}{R} \quad (4)$$

current reaches its maximum value. Thus, the voltage on the inductor and the voltage on the capacitor are equal and are of maximum value. The circuit current will be at its maximum and will be in phase with the supply voltage which is at its minimum. For a small active resistance R these voltages can be many times higher than the generator voltage.

Parallel resonance occurs in parallel RLC circuit. In this case, impedance reaches its maximum value, the values of capacitor current and inductor current are such that their phasor sum is in phase with supply voltage. Currents are circulating in the resonant circuit. Large current from the generator flows through the circuit only for a short amount of time after switching on, until the capacitor is charged. Further, the generator runs almost idle. As soon as the voltage appears at its terminals, exactly the same oppositely directed voltage appears across the capacitor and does not pass the current from an external source through the circuit.

Electrical resonance has a lot of applications in radio engineering and electrical engineering.

It is used in wireless communications technology such as radio, television, and cellular telephony. Transmitters used for wireless transmission of information contain circuitry to resonate at a specific frequency for each device, called the carrier frequency. With the transmitting antenna connected to the transmitter it emits electromagnetic waves at the carrier frequency. The antenna at the other end receives this signal and applies it to the receiving circuit for resonating at the carrier frequency. The antenna receives a lot of signals at different frequencies, not to mention the background noise. Due to the input on the receiver tuned to the carrier frequency of the resonant circuit the receiver selects the correct frequency, filtering out all the unnecessary ones.

Electrical resonance can be used as a band-pass filter, band-stop filter, low-pass filter or high-pass filter. The tuning application, for instance, is an example of band-pass filtering.

Electrical resonance can also be harmful and unwanted. For example, a sharp current increase which occurs in series resonance can destroy parts of circuit, measurement instruments, transformers and other elements of electricity grid. It also decreases the quality of voltage. There are various ways to prevent resonance or negative effects of it. For example, it is possible to add more resistance to the circuit to prevent elements from thermal destruction.

SOURCES:

1. V. Vlasov. Radio engineering course. - Moscow: Gosenergoizdat, 1962. — 928 p.
2. G. Zeveke, P. Ionkin, A. Netushil, S. Strakhov. Basics of circuit theory. Textbook for high schools. 4th ed., revised. - Moscow: Energia, 1975. — 752 p.
3. IEEE Std 519-1992. IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems. - New York, NY, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 1993.

Scientific advisor: G. A. Nizkodubov, PhD, assistant professor, TPU, Institute of Power Engineering, Department of Foreign Languages.

CHALLENGES FACING ELECTRIC VEHICLE ADOPTION IN RUSSIA

Е.А. Деркач

Томский политехнический университет, ЭНИН, 5Г51

Nowdays electric cars gain popularity thanks popular idea of ecologically clean transport. But there are some challenges facing electric cars industry in Russia.

The first challenge is the lack of government's support. Some European countries and the USA encourage using electric cars and make some benefits for people who using it. Most countries have adopted incentive programs to stimulate demand for electric vehicles. These programs currently have limited funds; they range from approximately \$3,000 per car purchased in China to approximately \$7,500 per car purchased in France, Germany, the United Kingdom, and the United States. Certain Japanese programs offer up to \$10,000 in electric-vehicle incentives. If these incentive programs continue to 2020, the TCO breakeven period for an electric vehicle relative to an ICE-based vehicle in Western nations will fall from 9 to 15 years to 1 to 5 years. Electric cars have a chance to become popular in Russia, but it needs in support of government.

In Russia there is *the lack of an official dealer on the market*. There are some big electric car makers in the world. One of them is world-known company "Tesla". Tesla cars don't sale in Russia officially. People can buy different models of this electric car only from informal agents.

There are free *charging stations* in the countries where electric cars are popular. Charging in such stations is very fast and easy: full charge lasts about 1.5 hour and provides about 500 km of driving. Electricity for free stations usually generates by wind turbines, solar panels and by other generators working with renewable energy. In some places electricity generates by thermal power plants, so idea of clean transport is questioned. The lack of free charging stations is a big problem for owners of electric cars in some countries. The Russian electricity company Rosseti has installed a public EV charging station in a Moscow parking lot, the first of 150 that will be deployed in the city's public parking lots by the end of next year. Rosseti has al-

ready operated a network of about 30 charging stations on Moscow streets and highways and at shopping malls. According to Roman Berdnikov, First Deputy General Director for Technology at Rosseti, the network will expand to 1,000 chargers in 10 Russian regions by the end of 2018.

Renewable energy is not readily controllable and the challenge for those supplying energy to a fleet of electric vehicles is to match their varying charging needs to a fluctuating and unpredictable power supply. In terms of annual energy consumption, the additional power requirements caused by a mass take-up of electric vehicles would be manageable, but supplying sufficient power at times of peak demand would be more difficult.

Many people say that electric cars have no future and are *skeptical about production and consumption of it*.

All of these challenges can be replaced by advantages of using electric cars.

Charging action by home electric network (220 volt) for “tesla model s” costs 68 rubles in Russia (night tariff). It is *cheaper* than refilling the car with petrol.

Mr Musk, owner of Tesla Motors, claimed that the new 100-kilowatt hour battery pack means high-end versions of the Model S sedan, called the P100D, will be the world's *fastest accelerating cars* in production. It will do 0-60mph in 2.5 seconds. He said there were faster cars on the market, but these were limited-run vehicles, while the Tesla is aimed at the mass market, he said. Electric cars are using lithium-ion batteries [1]. Competing of lithium-ion technologies can be compared along six dimensions: safety, life span, performance (peak power on low temperatures, state-of-charge measurement, and thermal management), specific energy (how much energy the battery can store per kilogram of weight), specific power and cost. Electric cars are the most safety cars according to crash tests. Electric car has free space in front and behind salon, so there are no elements that can harm. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) awarded the highest rating (5 stars) to electric car “Tesla model s” manufacturing by Tesla Motors in all test categories.

The discussion lets us to draw the conclusion that there are some caused challenges facing electric car industry in Russia. Now these challenges are solving by Russian government, developers and businessmen. Promotion of electric vehicles in Russia may be delayed. But it does not mean that electric cars have no future in our country.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Electric vehicles – the challenges facing the widespread adoption of electric cars // Ingenia Issue, 2010.
<http://www.ingenia.org.uk/Content/ingenia/issues/issue43/kemp.pdf>

Научный руководитель: Воробьева В.В., к-т филол. н., доц. каф. ИЯЭИ ЭНИН ТПУ.

TRAM'S ELECTRIC DRIVE

I.D. Pryakhin, G.A. Nizkodubov
Tomsk Polytechnic University
The institute of Power Engineering, group №5G53

When railways and tramways had been implemented, many problems associated with the efficient and convenient handling of this vehicle has arisen. How smooth was starting and traveling in a tram, how economically does it consume the electric energy, how long can operate the equipment that converts electrical energy into mechanical energy, how to control all processes as simple as possible and profitable? All these issues are still relevant today, because many of the trams stay in the depot and in need of repair as the equipment and cosmetic one.

What is electric drive?

Electric drive is operated electromechanical system, designed to convert electrical energy into mechanical energy and back, and to control the process. Modern electric drive is a composition of many electric machines, apparatus and their control systems. It is a major consumer of electric energy (60 %) and the main source of mechanical energy in industry.

Why is electric drive is so popular?

Almost all of the processes associated with mechanical energy are carried out by the electrical drive. The only exceptions are the autonomous vehicles (cars, planes), using non-electric motors. So wide, almost universal distribution of the electric drive due to the peculiarities of electric energy — the ability to transfer it at any distance, constant readiness for use, ease of transformation into other types of energy.

Advantages of tram's electric drive

Using electric current as an energy source, tram compared to other transport vehicles has a very significant advantage. It does not emit products of combustion polluting the air that for cities has a great ecological impact.

The elements of tram's electric drive

Consider the electric drive as a system consisting of three main parts: *traction motor*, *gear mechanism* and, most importantly, *the motor control system*.

THE ADDITIVE TECHNOLOGY IN NUCLEAR POWER PLANTS

M.A. Vergaskina
Tomsk Polytechnic University
Institute of Power Engineering, Department of Nuclear and Thermal Power Plants,
5032 group

The additive industry development has began with the 3D-printers. Now plants are plan to produce metal details via additive technology.

In RF this technology is at a low level. The main problem, that has appeared after the Russian ruble fall, is the foreign additive technologies high cost. For exam-

ple, the titanium powders price for the Russian consumer is about 520 euros, but in Europe it is just 230 euros.

Rosatom has offered a program to solve this problem. Now this program is being realized. It consists of the subsections: technology, raw materials, equipment and standardization. There are involved 3 institutions for the development of metal powder production for 3D-printers. Over the past year, Russian scientists have developed several kinds of metal powders and a 3D-printer, for example in the TPU.

Additive technologies advantages:

1. new technologies allow us to reduce the components cost. It is easier to correct fault components in the design process via the additive technologies, but in the production stage of the traditional manufacture this will be more expensive;
2. the reduction of the components weight via the wall thickness decrease while preserving the desired properties;
3. the absence of any faults as for example with casting or molding;
4. create a complex and unique details.
5. The additive technology in the nuclear industry:
6. design of the reactor components;
7. replacement or repair of components during production. For example, steam turbine damaged rotor blades restoration.

In the nuclear industry there is a category of components with internal cavities and tubular structures complex system. For example a surface heater, which is used to preheat feed water. Its main disadvantage is underheating. The main cause of this underheating is the air presence in a heater. With the 3D-printer help, we can create heater shell with the necessary properties: no air in the heater and increase its heating surface.

Let's come to the heater's scheme. We have calculated the influence of underheating on its efficiency. On the basis of the heat balance equation we have found that the under heating could be expressed via formula (1).

$$\theta_m = \theta \cdot e^{-\frac{kF}{Wc_p}} \quad (1)$$

Underheating, temperature and pressure of the heating steam have been reduced, thus this improvement has increased heaters efficiency. [1]

Also, we plan to increase heating surface, which has a positive impact on the NPP efficiency. However capital charges for production of the new heater will increase on the heaters price - 125 million rubles (2), but operating costs will be decreased. The efficiency change is approximately equal to the electrical power (3).

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{The cost of a new heater} = 5000kg \cdot 5000 \frac{\text{ruble}}{kg} = 25000000 \text{ ruble} \\ \text{Total} = 25000000 \cdot 5 = 125000000 \text{ rubles} \end{array} \right. \quad (2)$$

$$\eta \uparrow \rightarrow \delta\eta = \Delta N = 0,08; N_{new} = N + 0,08 \cdot N = 450 + 0,08 \cdot 450 = 486 \text{ MW} \quad (3)$$

The profit is expressed via formula (4).

$$P = (486 - 450)MW \cdot 10^3 \cdot 24 \cdot 365 \frac{\text{hour}}{\text{year}} \cdot \frac{0,4 \text{ kW}}{\text{hour}} = 126144000 \frac{\text{ruble}}{\text{year}} \quad (4)$$

Consequently, the new heaters will be repaid within 1 year (5).

$$\tau = \frac{125000000 \text{ ruble}}{126144000 \frac{\text{ruble}}{\text{year}}} \cong 1 \text{ year} \quad (5)$$

REFERENCES

1. Singh, Murari. Blade Design and Analysis for Steam Turbines / M. P. Singh, G. Lucas. — New York : McGraw-Hill, 2011. — 364 p. 7. Leyzerovich, Alexander. Wet-Steam Turbines for Nuclear Power Plants / A. Leyzerovich. — Tulsa : PennWell, 2005. — 456 p.
2. Алексей Дуб: Технологии на вырост (журнал "В мире науки"). URL: http://www.rosatom.ru/journalist/interview/tekhnologii-na-vyrost-zhurnal-v-mire-nauki-/?sphrase_id=352 (дата обращения 19.09.16)
3. Инновационный прорыв - аддитивные технологии СГАУ становятся реальностью. URL: <http://www.ssau.ru/news/11687-Innovacionnyy-proryuv---additivnye-tekhnologii-SGAU-stanovyatsya-realnostyu/> (дата обращения 19.09.16)
4. Ассоциация государственных научных центров «наука». URL: <http://agnc.ru/> (19.09.16)
5. Атомный эксперт №6. URL: http://atomicexpert.com/sites/default/files/ae-639_web.pdf (дата обращения 19.09.2016)

Scientific advisor: A.V. Balastov, senior lecturer, Institute of Power Engineering, Department of Foreign Languages.

APPLICATION OF NUMERICAL METHODS IN THE STUDY OPERATIONAL CHARACTERISTICS OF THE COMBUSTION CHAMBER (PUMPING UNIT GPA-16U) AT DIFFERENT LOADS

¹V. Konusarov, ²L. Sobinova
^{1,2}Tomsk Polytechnic University
Faculty Institute of Power Engineering
¹Department electric power systems
group 5A3A

One of the problems in the operation of the gas turbine is to provide the reliable operation of the combustion chamber. Modern pumping units with the growth of the thermodynamic cycle parameters influences on a variety of aspects, such as: increasing temperature, rising pressure and, at last reliability problems.

Thus, the purpose of paper is to study operational characteristics of the combustion chamber by using numerical simulation. The object of research is the pumping unit (GPA-16U) that is considered to be useful to develop cost-effective and significant recommendations for further design, manufacture and operation of the combustion chamber and the pumping unit.

A detailed study of the combustion chambers is performed in different modes in order to prevent abnormal situations in future.

Typically, the combustion chambers are divided into and embedded outrigger, depending on the relative location to the turbine housing and compressor. Furthermore, they are divided into countercurrent and co-current. These differences affect the characteristics of chambers- construction, fuel supply method, efficiency etc.

The determining of the leading position performance occupies a choice of flammable material combustion. To achieve a sustainable combustion of the fuel is necessary to provide a numerical equality to the rate of combustion and flow rate of the gas mixture.

The actual combustion temperature is the temperature of all inclusive heat losses, including the environment from heat transfer point of view [1].

The main indicators of the combustion chamber works:

$$Q_{KC} = B \cdot Q_H^P \quad (1)$$

where B - burnt fuel consumption, kg/s;

Q_H^P - the lowest combustion heat kJ/kg.

The thermal efficiency of the combustion chamber, taking all heat loss into account:

$$\eta_{KC}^T = \frac{1 - (Q_{H.C.} + Q_{OXL})}{B \cdot Q_H^P} \quad (2)$$

where $Q_{N.S.}$ - heat losses from incomplete combustion of fuel chemical and physical under burning (advanced combustors, these losses should not exceed 1...5% of the total heat consumption in the entire range on workloads and 1...3% when operating at rated load). Q_{ohl} - due to the heat loss to the surroundings recoil the heated surface of the chamber and the adjoining piping (losses are usually not more than 0.5% of heat consumption) [2].

The scheme of a simple gas turbine open cycle without heat recovery is shown in figure 1.

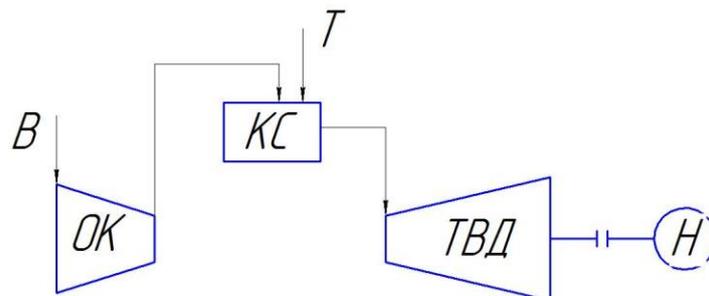


Fig. 1. Diagram of GTU

Combustion chamber design with the required performance and is reliable for a given resource and associated with carrying out a large amount of experimental work, both in plants and in the engine system. In this case the application of of numerical simulation by using different engineering packages such as ANSYS.

The essence of the numerical simulation is to create and study with the help of computer models the real objects and phenomena. The main difference of the numerical simulation of the pilot that all processes take place in the program, but not in reality, thereby getting rid of complicated and costly experiments, and also allows to save and study quick enough the properties and behavior of the model, which is an advantage theory.

To describe the characteristics of the turbulent gas we used two-parameters «k-ε» turbulence model Launder and Spalding [3]:

$$\frac{\partial \rho k U_i}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{\mu_t}{1,0} \frac{\partial k}{\partial x_i} \right) + C - \rho \varepsilon, \quad (3)$$

$$\frac{\partial \rho \varepsilon U_i}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{\mu_t}{1,3} \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_i} \right) + 1,44 G \frac{\varepsilon}{k} - 1,92 \rho \frac{\varepsilon^2}{k}, \quad (4)$$

$$\mu_t = 0,09 \rho \frac{k^2}{\varepsilon}, \quad (5)$$

$$G = \left[\mu_t \left(\frac{\partial U_i}{\partial x_j} + \frac{\partial U_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \delta_{ij} \frac{\partial U_k}{\partial x_k} \right) - \frac{2}{3} \delta_{ij} \rho k \right] \frac{\partial U_i}{\partial x_j}. \quad (6)$$

where k, ε – kinetic energy of turbulence and its rate of dissipation;

δ_{ij} – Kronecker simbol;

μ_t - turbulent viscosity;

q_i^{rad} - components of radioactive heat flow.

The overall energy balance of heat transfer by radiation plays an important role in combustion chambers. In the numerical study of radioactive heat transfer in the radiating, absorbing and scattering media, such as combustors, complicated integral-differential equation for the thermal radiation intensity is used. For an approximate solution of this equation in this paper, the method of spherical harmonics (his P1 approximation) is applied. This approach for modeling the thermal radiation in the combustion chamber due to its good compatibility with finite-difference methods is used. The mathematical formulation of the process of radioactive heat transfer within the P1 approximation of the method of spherical harmonics for sulfur emitting, absorbing and scattering medium includes the following differential equations is calculated:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{3k_B} \frac{\partial H}{\partial x_i} \right) = -a(4\sigma T^4 - H), \quad (7)$$

$$\frac{\partial q_i^{rad}}{\partial x_i} = a(4\sigma T^4 - H). \quad (8)$$

where H - the spatial density of the incident radiation, W/m²;

ke = a - medium attenuation coefficient 1/m;

a - absorption coefficient 1/m;

σ - Stefan-Boltzmann constant.

For the numerical simulation of a chemical reaction in a turbulent flow of one of the commonly used model is the model of Spalding (Eddy-Break-Up-EBU). According to this model, the chemical reaction rate is proportional to the intensity of turbulent mixing. However, the effect of temperature on the flow rate of the chemical reactions EBU-model does not take into account that does not allow modeling the flow of combustion mode transition, defining the conditions of existence of the flame.

The modified model is based on sharing model Spaulding and kinetic models, expands the possibilities of the model and allows you to take into account the different flow regimes.

The purpose of the simulation is to carry out the experimental part with the help of computer analysis and comparison of the results with real phenomena studied object.

Numerical simulation can be divided into several stages [4]:

1. formulation of the problem;
2. development of the model, the main elements of the object;
3. development of a mathematical model, i.e, creation algorithm calculation
4. conducting experiments using a specific calculation algorithm;
5. analysis, comparison of the results, conclusions.

The simulation process is similar to the results of a calculation method, and can bring the real conditions of COP operation which may allow to eliminate or prevent the consequences of potential accidents or other situations. It also allows to expand the field of knowledge about combustion chamber and to make a research for improvement units.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Andreas Jeromin, Christian Eichler, Berthold Noll, Manfred Algner. Full 3D Conjugate Heat Transfer Simulation and Heat Transfer Coefficient Prediction for the Effusion – cooled Wall of a Gas Turbine Combustor. Proceeding of ASME Turbo Ex-po 2008: Power for Land, Sea and Air. 2008. V. 4. P. 1747-1756. doi.org/10.1115/gt2008-50422.
2. Andreini A., Facchini B., Mazzei L. Assessment of Aero-Thermal Design Methodology For Effusion Cooled Lean Burn Annular Combustors. Proceeding of ASME Turbo Expo 2014: Turbine Technical Conference and Exposition. 2014. V. 5C. doi.org/10.1115/gt2014-26764.
3. Tamarin Y.A., Kachanov E.B. Properties of thermal barrier coatings applied electron beam technology. New processes and reliability of GTE. Iss. 7. Moscow: CIAM Publ., 2008. P. 125-144. (In Russ.)
4. Yong Kim, Partha Dutta, Hee-Koo Moon, Ram Srinivasan. Experimental and Numerical Investigation of Convective Heat Transfer in a Gas Turbine Can Combustor. Proceeding of ASME Turbo Expo 2009: Power for Land, Sea and Air. 2009. V. 3. P. 1363-1371. doi.org/10.1115/gt2009-59377

Scientific adviser: L. Sobinova, senior teacher of foreign language department.

COMPLEX OF TECHNOLOGIES FOR THE POWER-GENERATING EQUIPMENT ECO-FRIENDLY SHUTDOWN

K.I. Konovalenkov

Tomsk Polytechnic University

Institute of Power Engineering, Department of Nuclear and Thermal Power Plants,
Group 5032

National power economy modernization requires an effective system for the power-generating equipment eco-friendly shutdown. The problem of the power unit's eco-friendly shutdown is very complicated. In this research there were selected two basis technologies and considered a possibility of their combined appliance.

Now let us proceed with the first technology. It is Nitrogen cryogenic system for hydrogen displacement from the cooling circuit of the turbine generator. Main subsystems of the nitrogen cryogenic system are the following:

1. liquefaction subsystem for the nitrogen generating and liquefaction
2. liquid nitrogen dividing subsystem for vapor recondensation
3. liquid nitrogen storage and gasification subsystem
4. liquid nitrogen continuous gasification subsystem with atmospheric evaporators

The principle structural scheme of such nitrogen cryogenic system with the Nitrogen-oxygen air-fractionating system:

1. average pressure compressor block with filter and aftercooler
2. air reversible heat exchanger
3. nitrogen turbo-expander
4. nitrogen heat exchanger
5. low pressure compressor block with aftercooler
6. gas receiver
7. block of the double rectification with acetylene filter-adsorber
8. retention basin for liquid
9. cold gasifier

It can provide the regional consumers with air-fractionating liquid products. That will allow accumulating required arrangements for power unit shutdown.

Second system is cryo gas system of the severing of the steamturbine equipment of decommissioned power units. The most optimum universal technology allowing severing of the structural materials on the open area is the flux-oxygen cutting and its modification—powder lancing. The maximum width of steels and alloys for fluxoxygen cutting is 400 mm and that for powder lancing is up to 1500 mm.

Flexibility of the types of the structural materials of the fluxoxygen cutting is provided due to the introduction of the flux into the cutting oxygen in the form of the fine granulated mixture of the iron and aluminum powder, after burning out the temperature in the cutting zone, increases up to 3500°C. The cutting of the highchromium, nickel chrome, heat proof and stainless steel, gray iron, nonferrous metals and alloys is carried out at such temperature mode.

The principle structural scheme of cryo gas system of the severing:

1. cold liquid oxygen gasifiers
2. cold gasifiers of the liquid nitrogen
3. tank with the liquid oxygen
4. tank with the liquid nitrogen
5. flask with combustible gas
6. pipes from carbon steel
7. flux feeder
8. reducing gear
9. oxygenflux cutter
10. cryo blasting unit by CO₂ granules
11. nitrogen with granules
12. nozzlegun

13.container with CO₂ granules

Cooperative usage of these systems for eco-friendly power-generating equipment shutdown will be more efficient, because nitrogen and oxygen, which are generated by the cryogenic system, can be used for the severing cryo gas system.

ЛИТЕРАТУРА:

1. A. D. Trukhnii, M. A. Izyumov, O. A. Povarov, and S. P. Malysenko, Fundamentals of Modern Power Engineering. Vol. 1: Modern Thermal Power Engineering, Ed. by A. D. Trukhnii (MEI, Moscow, 2010).
2. A. I. Smorodin, V. V. Red'kin, A. A. Korobkov, and O. V. Kemaev, "Selecting the basic structural diagrams of refrigerating and liquefying installations for multimode nitrogen cryogenic systems for nuclear power plants," Vestnik Bauman MGTU, Ser. Mashinostroenie, Special Issue No. 1, 51–59 (2013).
3. P. L. Kapitsa, Scientific Works. Low Temperature Physics and Engineering (Nauka, Moscow, 1989).
4. V. P. Belyakov, Cryogenic Engineering and Technology (Energoizdat, Moscow, 1982).

Scientific advisor: A.V. Balastov, Senior lecturer, National Research Tomsk Polytechnic University.

DEFORMATION IN THE RBMK GRAPHITE STACKS

I.A. Nechupey

Tomsk Polytechnic University

Institute of Power Engineering, Department of Nuclear and Thermal Power Plants,
Gr. 5032

NPP safety operation is one of the most important ways of the nuclear power engineering development. Therefore the graphite stacks deformation problem in the RBMK-1000 is the most relevant issue at the moment.

The graphite stack is the main RBMK-1000 element. It is a neutron moderator and reflector. It consists of 2488 vertical graphite columns (blocks), which have height that is equal 7 m and its cross-section is 250x250 mm. Also the graphite stack contains fuel channels. [1]

Deformation in the graphite stacks is the cracks initiation and formation of fuel channels deflection. The deformation causes are the following:

- Temperature non-uniformity
- Crack initiation
- Pressure of cracked blocks on other blocks
- Additional deflection from center to the edge

There we have suggested two ways that can solve the above mentioned problem:

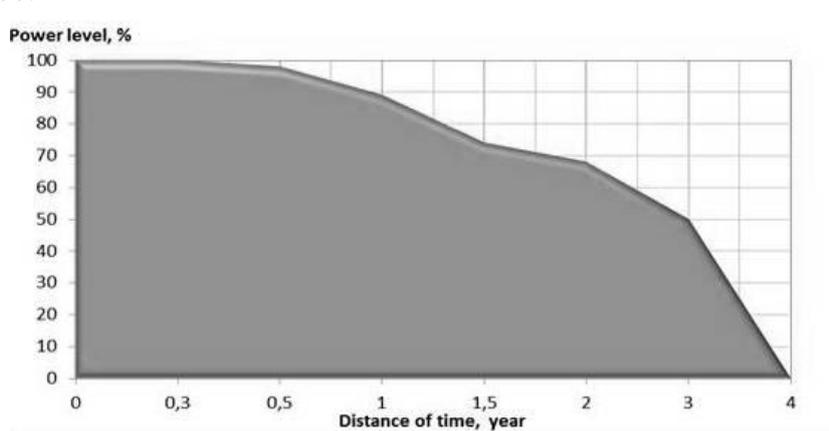
1. Extending the time of RBMK operation in nominal mode until the critical deflection is reached with the further decommissioning
2. Execution of the work to recovery reactor's resource characteristics (RRC)
RRC - alignment deflection fuel channels and the closing of cracks with using a special device

Therefore it's necessary to show our graphs that can prove our suggestions.

The graph 1 shows that if reactor operates when critical deflection is reached then part of graphite blocks and fuel channels go out of service and the reactor's power gradually falls to zero. It means that the reactor become unserviceable and does not produce enough amount of energy for consumers. This causes profit loss. Also, when critical deflection is reached then the reactor cannot operate more than 2 years, because it can cause uncontrolled chain reaction and other crucial problems.

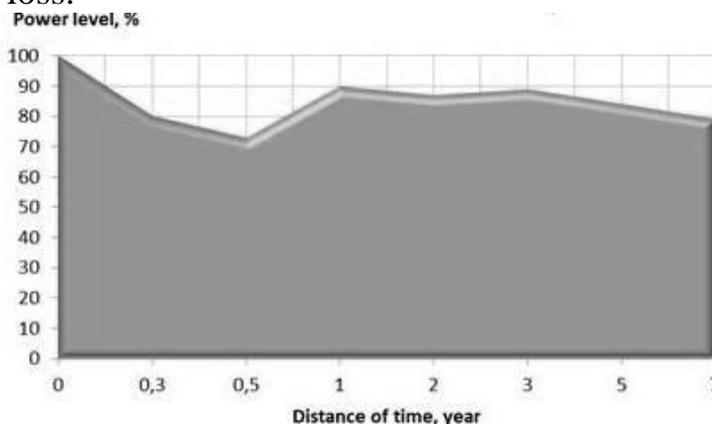
As for decommissioning then the cost of this process is approximately equal the cost of decommissioning of RBMK-1500 Ignalina NPP – 5 billion euro or 400 billion rubles.

For example, WWER-1200 can replace RBMK-1000, because WWER-1200 is easier to operate and it is more powerful. The construction of this reactor costs about 45 billion rubles.



Graph 1. Power level of reactor without RRC

Graph 2 illustrates reactor operation with recovery operation. If RRC is carried out then the reactor can operate on approximately 90-95 percent of nominal power after small losses of power during recovery operation (3-6 mounts). It means that the customers will be able to receive enough amount of electricity. Consequently there is almost no profit loss.



Graph 2. Power level of reactor with RRC

The total cost of the recovery operation for one RBMK unit is 2.5 billion rubles. Special devices for RRC and reactor's calibration cost 1.5 billion rubles. Replacement of the cracked fuel channels costs about 1 billion rubles. When this method is applied, the reactor's operating time increases for 5-15 years which can help our country to prepare for the future reactors' decommissioning and their gradual replacement.

In conclusion it's necessary to add that it is obvious that RRC is better than the first method, because it is more efficient and it can save huge amount of money (2.5 billion rubles vs. 400+45 billion rubles) and RRC can help to prepare for further reactors' decommissioning and their gradual replacement in the RF.

REFERENCES:

1. L.A. Belyanin, V.I. Lebedev, L.V. Shmakov, Y.G. Skok Nuclear Power Plant Safety in inventions. - Moscow: Energoatomizdat, 1998.- 208 p.
2. L.A. Belyanin, V.I. Lebedev, Y.V.Garusov. Safety barriers at nuclear power plants with RBMK reactors . - Moscow: Energoatomizdat, 1997.- 192 p..
3. A.I. Berezyuk, A.I. Timonin, M. E. Lebedev. Forming of graphite stacks industrial uranium-graphite reactors and their safety during operation // Nuclear Energy.- 2002.- T. 92.- p. 291-298.

Scientific advisor: Alexey V. Balastov, senior lecturer, Institute of Power Engineering, Department of Foreign Languages.

THE DEFINITION OF ACTIVATION ENERGY OF ANTHRACITE COMBUSTION

¹V.I. Osipov, ²K.B. Larionov, ³E.Ya. Sokolova
^{1,2,3}National Research Tomsk Polytechnic University
Institute of Power Engineering, ¹group 5BM5A.

Introduction

The current energy source trend around the world points toward Coal Fired Power Plant (CFPP). Coal is currently the largest energy source in many countries, such as the Russian Federation, the UK, the United States of America, India and China. The generation of energy through coal combustion is a method applied at all coal fired power plants. To minimize the costs various technologies are developed. There is a long way of experiments and research before employing a new technology which will be economically viable and environmentally friendly [1].

Nowadays with the development of IT and computer engineering the ability to solve difficult engineering problems was appeared. One of such problem is the modeling of the combustion process in a boiler furnace. The modeling of the combustion process involves the solution of several differential equations like: energy equation, continuity equation, Navier–Stokes equations, diffusion and chemical kinetics equations. Constants which are included in these equations should be determined experi-

mentally. Therefore, the purpose of this work is to define the activation energy of the combustion process. It is to be noted that in transition-state theory, the activation energy is the difference in energy content between atoms or molecules in an activated or transition-state configuration and the corresponding atoms and molecules in their initial configuration [2]. The activation energy is represented by the symbol E in mathematical expressions [2].

Materials

As a material for experimental research powdered anthracite of Kuzbass deposit was used. Fuel choice is associated with the fact that anthracite has a very little amount of volatiles. This fact is favorable for experiments because in this case volatiles don't affect the combustion process.

The size of the particles used in this experimental study doesn't exceed 80 microns. The mass of the sample is 25 mg.

Experiment description

The experimental data were obtained using thermo-gravimetric analysis (TG). The experiments were performed on the NETZSCH Jupiter analyzer. During the experiments the samples were exposed to heating at different heating rates, namely: 5, 20, 30 °C/min (room temperature) to 1300 °C. The heating atmosphere was air.

Results and discussion

The main equation in chemical kinetics is Arrhenius equation, which associates reaction speed with kinetic parameters [3]:

$$\frac{d\alpha}{dt} = A \exp\left[-\frac{E}{RT}\right] f(\alpha),$$

α – conversion;

t - time ;

A – pre-exponential factor;

E – activation energy;

R – gas constant;

T – absolute temperature;

f(a) – function depending only on the conversion level.

The conversion level is numerically equal to the proportion of the product which has already reacted. This conversion level can be calculated as follows:

$$\alpha = \frac{m_i - m}{m_i - m_f},$$

m_i – initial mass;

m_f – final mass;

m – current mass.

Direct application of this equation for defining the activation energy leads to some significant errors, because the precise definition of the values $d\alpha/dt$ is complicated. Thus, there are different approximate solutions of Arrhenius equation for obtaining more accurate results. When applying these methods the calculation of the value $d\alpha/dt$ is not required. One of these methods, used in this work is Starink method:

$$\ln\left[\frac{\beta}{T^{1,92}}\right] = Const - 1,0008 \frac{E}{RT},$$

β – heating rate;
Const – constant.

To obtain the activation energy applying this method it is necessary to find temperatures of samples at fixed conversion level. Thus, constructing a dependence diagram of $\ln(\beta/T^{1,92})$ on $1/T$ the value of the activation energy can be obtained by the slope of the approximation curve.

The experimental results are shown in Figure 1. This diagram shows that there isn't any drying stage in the considered process, because the amount of water in anthracite is very low. The combustion process starts at the temperature about 400 °C at any heating rate, but the final temperature depends on the heating rate and varies from 700 to 1300 °C.

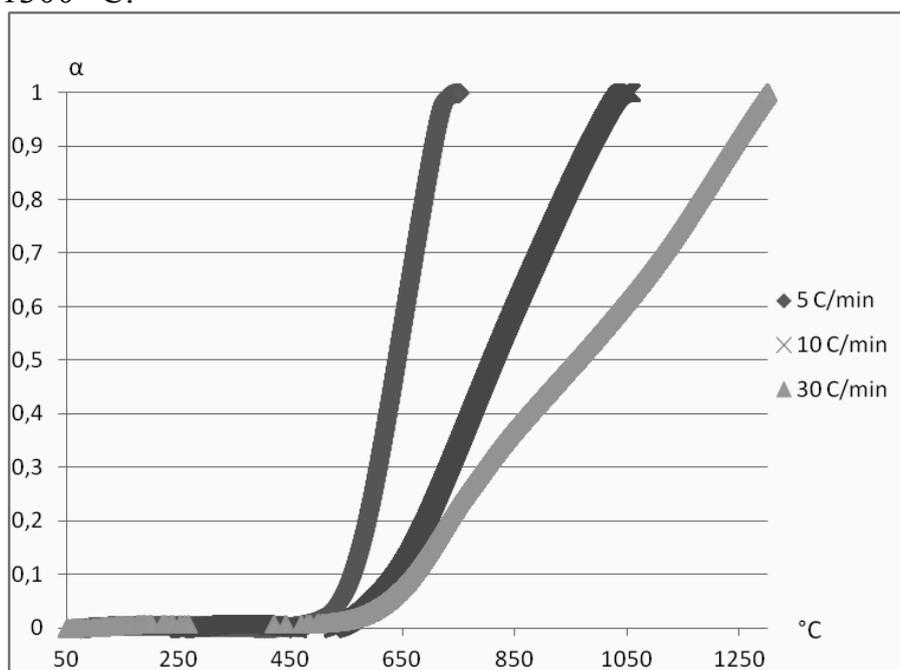


Fig. 1. Dependence of conversion on temperature

Dependence of reaction speed on temperature is shown in Figure 2. This diagram shows that the maximum of reaction speed has the temperature about 600-700 °C. With the increase of heating rate the curve stretches and there is the second maximum of the reaction speed at the temperature about 1200 °C, which is a clear evidence of several parallel reactions by anthracite combustion.

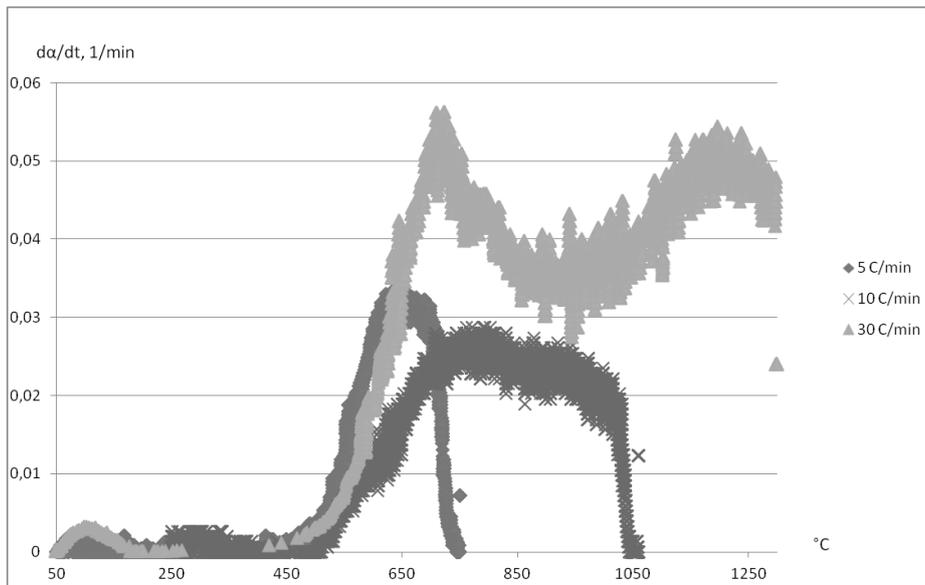


Fig. 2. Dependence of reaction speed on temperature

Dependence of the activation energy on conversion level is shown in Figure 3. As we can see in this figure the activation energy decreases abruptly with the increase of conversion level and varies from 17 to 86 kJ/mol. This dependence is well expressed by the approximation equation:

$$E = -97,037 \cdot \alpha^3 + 283,62 \alpha^2 - 281,08 \alpha + 111,61, \text{ kJ/mol.}$$

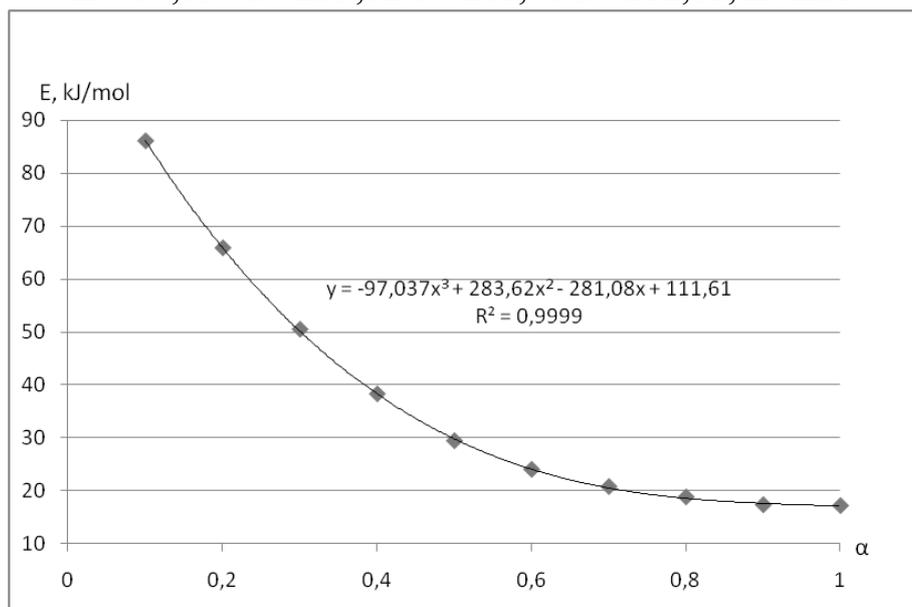


Fig. 3. Dependence of activation energy on conversion.

Conclusion

As a result of experimental study the values of activation energy were obtained for anthracite combustion in air. The values of the activation energy are within the range from 17 to 86 kJ/mol and decrease sharply with the increase of the conversion level. The results also have shown that anthracite combustion process is a complex process consisting of several parallel reactions, making the definition of other kinetic parameters very problematic. To overcome this difficulty it is necessary to continue the further experimental research of coal combustion. The results can be useful for modeling the combustion processes for anthracite and other types of coal.

REFERENCES:

1. Burnard K. and Bhattacharya S. (2011). Power Generation from Coal: On-going Developments and Outlook. International Energy Agency (IEA). Paris, France
2. RESPONSIBLE HANDLING AND STORAGE OF COAL COMBUSTION RESIDUALS (CCR) <http://www.solmax.com/wp-content/uploads/2012/09/CCRTechNote-english.pdf>
3. Arrifin K.S. Fly ash – Coal Combustion Residue, University Sains Malaysia, Malaysia, Course Notes EBS 425/3 – Mineral Perindustrian
4. EPRI (2010). Comparison of Coal Combustion Products to Other Common Materials: Chemical Characteristics. Electric Power Research Institute (EPRI), Palo Alto, CA, USA, 1020556

Scientific advisor: E.Y. Sokolova, senior instructor, Foreign Languages Department, Institute of Power Engineering TPU

LIFE CYCLE OF NUCLEAR POWER PLANTS

D.Y. Savitskiy

Tomsk Polytechnic University

Institute of Power Engineering, department of Nuclear and Thermal Power Plants, group 5041

Nuclear power plants like any living creature has a life cycle, which includes several stages, as choosing the location for building, designing, the process of building, running and shutting down of NPP.

The first stage includes safety precautions for the environment. The chosen location has to satisfy several conditions, such as

- Nuclear power plant should be built only where the ground cannot be used in agriculture.
- Near the chosen place, there should be the source of water, as nuclear power plant requires great amounts of water for cooling.
- The ground is to be solid enough to withstand the building such huge construction, and so on.

The second stage is designing of nuclear power plant, which includes the designing the power of reactors.

The designing consists of several steps:

The first step is completion of product requirements document, the next step is calculation of project power, the amount of reactors and so on. Then, the company makes technical drawing of NPP, which includes all components of planning project.

After that, the government should confirm the plan and then the next stage starts.

Building the nuclear power plant includes creation of reactors, turbines, water colling towers; by other words, it includes the construction of all components and systems of future plant.

After the process of building is over, before running the plant, there is a testing process, which are made to become sure, that everything works as it should work. And only then the plant is started. Unfortunately, the time of running of nuclear power plant is limited. According to different sources, thus time is from 30 to 80 years.

After the limit is over there is a process of decommissioning.

There are 3 possible options for decommissioning:

1. Direct dismantling. In this case all nuclear fuel is removed. All buildings are dismantled and the area of plant is purified.
2. Delayed dismantling. This method is quite the same as the first one. But in delayed dismantling the plant is preserved for from 30 to 100 years and only then it is dismantled.
3. The last way is insulation. The whole plant may be concluded to sarcophagus and will be dismantled only after 100 years. [1]

The advantage of two last methods that they reduce the amount of radioactive fuel and, consequently, they reduce the cost of dismantling.

After dismantling, according to theory of "Peaceful Atom", the area of NPP should be restored to a greenfield site, like no nuclear power plant has ever stood here.

ЛИТЕРАТУРА:

1. В.М.Кузнецов "Российская атомная энергетика. Вчера, сегодня, завтра.". Москва, 2000 г. изд. "Голос-пресс". 287 С.

Scientific supervisor: A.V. Balastov, senior lecturer, Department of Foreign Languages, Institute of Power Engineering, TPU.

PERCEPTRON NEURAL NETWORK. POTENTIAL WAY OF USE

D.I. Polovnikov

National Research Tomsk Polytechnic University

Institute of Power Engineering, Department of Nuclear and Thermal Power Plants,
Group 5032

Neural network is a mathematical model, its software and technical realization. I have decided to take 2 perceptron types - single and multi. I decided to find out why multi-layer perseptron is used in calculations of nuclear reactions. Let's start with a structure of the single-layer network.

As you can see on the screen the network has only one layer - output, because the input layer does not make any counts. On the input and output layer such network takes and gives binary function. For a certain number of steps the network learns to give correct answers. Typically, the speed of learning decreases with increasing time.

Often for speed function of learning it is chosen the $\varepsilon(t) = 1 / at$, $a > 0$ or a similar functions. Power of network is not big, because the neurons have a threshold function with the only answer 0 or 1.

Now let's look at the multilayer perceptron. The network can have many layers. All layers are hidden, except the output layer. Each neuron has a non-linear activation function. Non-linear function is very important, because otherwise the network can be changed to a single layer perceptron. The more layers, the more difficult to learn the system and the more time it takes. At the same time training can be unsuccessful.

I made a table to make it easier to compare the characteristics of networks, you can see it on the screen.

If you want to understand clearly difference between networks there is an example of single-layer perceptron work. It is recognition of alphabet letters and geometrical figures. That is all, the highest level of such network.

Example of potential use of a multilayered perceptron is measuring channels on the NPP

As you know all parameters from reactor, turbine and all systems go to operator room by measuring channels. But channels have their own time of life. With the help of a neuronet staff can understand when the channel begins to give a deviation of parameter. Parameters from a neuronet arrive in operator room parallel with parameters from channels. There is an available deviation for each parameter. If parameter by channel has a deviation from neural network and this deviation is bigger then available it means that channel crashes and we have to repair it.

REFERENCES:

1. [http://www.library.mephi.ru/data/scientific-sessions/1999/Neuro_3/\(28.05.16](http://www.library.mephi.ru/data/scientific-sessions/1999/Neuro_3/(28.05.16)
2. [http://www.aiportal.ru/articles/neural-networks/multi-perceptron.html\(28.05.16](http://www.aiportal.ru/articles/neural-networks/multi-perceptron.html(28.05.16)
3. [http://www.aiportal.ru/articles/neural-networks/classification.html\(28.05.16](http://www.aiportal.ru/articles/neural-networks/classification.html(28.05.16)
4. [http://cgm.computergraphics.ru/content/view/57#classic_rozenblat\(28.05.16](http://cgm.computergraphics.ru/content/view/57#classic_rozenblat(28.05.16)
)
5. [http://www.gidropress.podolsk.ru/files/proceedings/mntk2015/documents/mntk2015-039.pdf\(28.05.16](http://www.gidropress.podolsk.ru/files/proceedings/mntk2015/documents/mntk2015-039.pdf(28.05.16)
6. [http://www.spazint.ru/energetika/atomnaya-energiya/nejronnye-seti.html\(28.05.16](http://www.spazint.ru/energetika/atomnaya-energiya/nejronnye-seti.html(28.05.16)

Научный руководитель: А.В. Баластов, ст. преподаватель каф. ИЯЭИ ЭНИИ ТПУ.

RANDOM PERTURBATIONS IN THE PROPERTIES OF THE REACTOR ENVIRONMENT. NOISE GENERATOR MATHEMATICAL MODEL

M.I. Devyatkin

National Research Tomsk Polytechnic University
Institute of Power Engineering, Department of Nuclear and Thermal Power Plants,
Gr. 5032

There was reviewed a one-dimensional reactor model, which greatly simplifies the modeling of statistical experiment. We consider a one-dimensional reactor as a flat plate.

In our research we have applied mathematical model named "high-altitude model", in relation to the RBMK reactor.

For the simulation of random variables we have used noise generator method, which is described mathematically as follows:

$$a_2 \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + a_1 \frac{dx(t)}{dt} + a_0 x(t) = b_1 \frac{d\xi(t)}{dt} + b_0 \xi(t) \quad (1)$$

All epy factors are taken from the RBMK archives.

The following results were obtained on the basis of a mathematical model of the particles flow and the noise generator: The increase of the reactor's size and the noise level leads to the expected value deviates from fundamental solution and the variance is characterized by the appearance of the peaks and moving them to the edges of the reactor.

Further, according to the archives there was built graphics 4 sections RBMK. In general, all the sensors show the same trend: the lower Expected value and the large variance in extreme sections . This corresponds to the obtained data mentioned above.

There was made an attempt to determine the cause - why the variance of flow neutrons is so different. In this regard, the studies were conducted according to the dispersion of the sensor from location in the core . Also, analysis of the behavior of the sensor's signal over time was carried out, when we look at it the axial offset (Figure 8), we see that the system is clearly present vibrations, in this case, when the flow sections 1 and 2 is increased, the flows of sections 3 and 4 are reduced and vice versa, i.e. We clearly observe distortions field height.

To summarize, for the Expected value the low values are in the extreme sections, but for dispersion the small value is in the center and two characteristic peaks are closer to the edge of the reactor. In conclusion we should admit that for the simulation of random variables it is suitable to apply noise generator function that has been proven above.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов: Учеб. Пособие для вузов/ Г.Г. бартоломей, Г.А. Бать, В.Д. Байбаков,

- М.С. Алхутов.–3-е изд., перераб. и доп.-Екб: Издательство ЮЛАНД, 2016 год.-512с., ил.
2. Фейнберг С.М., Шихов С.Б., Троянский В.В. Теория ядерных реакторов. т.1. – М.: Атомиздат, 1978.
 3. Субботин В.И., Номофилов С.В., Юрьев Ю.С. Решение задач реакторной теплофизики на ЭВМ. М.:Атомиздат, 1979.
 4. Дементьев Б.А. Кинетика и регулирование ядерных реакторов. М.: ЭА, 1986. 272 с.

Научный руководитель: А.В. Баластов, ст. преподаватель каф. ИЯЭИ ЭНИИ ТПУ.

DEVELOPMENT OF INNOVATION METHODS BY THE AFFECTION AT EXTREME IMPACT ON THE BASIS OF LASER, NUCLEAR AND BIOLOGICAL TECHNOLOGIES

V.Y. Borisov

National Research Tomsk Polytechnic University
Institute of Power Engineering, Department of Nuclear and Thermal Power Plants,
5032 group

For new method efficiency monitoring we have compare it with other protection methods from viruses, toxins and radiation effects.

It is known that different intensity stress- factors are able to neglect the protective mechanisms in the human's body. For example - cross-adaptation and cross-protection. These processes are activating innate immune receptors. (TLR) to activate TLR there is used:

- Microbial lipopolysaccharide - structural components of bacterial cell wall. Increase resistance to infection. But in practice it is rarely used alone because of its high toxicity.
- Extracellular heat shock proteins (BSHT70) - is an active protein when the heat is exposed to it. It activates universal protective mechanisms against lethal infections, toxic and radiation damage.

Modified MPLS (this reduces toxicity) and activated BSHT70 are taken from food yeast and are used for new generation vaccines creation . MPLS and BSHT70 modification and activation are carried out with the help of laser with its power from 10 W to 15 kW, and neutrons with energy of at least 190 keV.

Experiments

In order to test the resistance theory to various influences in the combined preparation use of the modified MPLS and activated BSHT70 there were conducted series of experiments:

- Antiviral protection

There were used mice for the experiment conduction. The mice were infected a lethal kind of influenza virus (H3N2). In result there was revealed a MPLS and

BSHT70 protective effect when MPLS and BSHT70 were used together and individually for 1 hour and 14 days before the infection. The graph shows that the greatest effect was in their joint application of up to 14 days before infection. It turns out that MPLS and BSHT70 have a directly protective effect and can strengthen the immune system.

- Protection under the toxic substances influence

To conduct this experiment the experimental mice breathe phosgene, which was the main cause of the lungs swelling and almost one hundred percent fatal. Introduction MPLS and BSHT70 has increased mice survival by 5-6 times. It is quite clear from the experimental results which are given in the table. It turns out that the MPLS and BSHT70 application has an anti-inflammatory effect.

- Radiation protection

In this experiment, the experimental mice were irradiated with gamma radiation. The total gamma irradiation was 10 gr. (1000 rad.). As the figure shows that mice get the MPLS for 30 minutes before irradiation survival was 72% , with HSP70 - 61%. If the experimental mice obtained BSHT70 and MPLS together survival rate was 93%. Mice without the irradiated vaccine were completely dead. As a result of the experiments it was found out that the combined MPLS and BSHT70 use prevents immune disorders increases organism's survival rate and life expectancy.

Also, the use of activated BSHT70 can increase the organism's endurance. This was revealed in an experiment in which mice were subjected to extreme physical stress in the form of running on the treadmill. BSHT70 application increased mice performance by almost 26%.

Now it's necessary compare MPLS and BSHT70 with other methods of protection:

For the viruses protection efficient demonstration we also applied two drugs: rimantadine hydrochloride and oseltamivir phosphate. They were inputted for 4 hours before the infection and for 5 days after infection. Results are given in the table. The survival rate was 0% with the infection in fatal doses. Average life expectancy is equal 4 days. However, with joint use of MPLS and BSHT70 the survival rate was 80%.

The protection efficiency from toxins we can see when there was compared the N-acetylcysteine upon exposure phosgene. The survival rate is 52%, but upon MPLS exposure it is equal 55% and upon BSHT exposure is 70-65%

For the radiation protection comparison there were taken the experiment results upon the *Mentha Piperita* Linn exposure. In the experiment the mice were irradiated with the gamma-irradiation of 8 gr. The drug enlarged a life time , but it didn't prevent the further mice death. For 20 days the 50% of mice were dead, for 50 days-100%. However, with MPLS and BSHT use the survival rate was 93%.

Joint and individual BSHT 70 and MPLS application can show excellent results for protection from viruses, toxins and radiation. Preclinical test results on animals has showed a high efficiency of the innovation protection methods.

ЛИТЕРАТУРА:

1. С.Б. Оникиенко, С.С. Алексанин, Ю.И. Листопадов и др. Разработка инновационных средств защиты от поражений при экстремальных воздействиях на основе лазерных, ядерных и биологических технологий //Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2011. - №4. – с. 78-84.
2. Меерсон Ф.З. Адаптационная медицина: Защитные перекрестные эффекты адаптации.- М., 1993. – 421 с.

Scientific advisor: A.V. Balastov, senior lecturer, Institute of Power Engineering, Department of Foreign Languages.

METHODS FOR RECYCLING OF SOLID PRECIPITATE

S.A. Maykova

National Research Tomsk Polytechnic University

Institute of Power Engineering, Department of Nuclear and Thermal Power Plants,
5032 group

Silt (pulp) is dense, water-insoluble component, which is deposited on the bottom of the tank and forms a thick layer with variable consistency. Exactly pulp is the most complex substance for recycling and disposal. The complexity is that it is difficult to dissolve because it consists from Al and SiO₂. The pulp recycling is necessary for the safe liquid high-level radioactive waste storage. There are three kinds of pulp layer: the upper movable layer; intermediate layer of an inactive (plastic) the pulp. Hydroaluminate solid precipitate is a key pulp's component. There are some kinds of the pulp's recycling: traditional method and method which is based on the cavitation-activated water. The first is traditional pulp recycling method.

This includes three experiments. At the end of each experiment, the residue of the solid phase was dissolved in concentrated nitric acid. Acid contained 10 g/l of ammonium fluoride and 10 g/l of hydrogen peroxide at a temperature of 95 C. Then the solution was intensively mixed with the compressed air. The experiments were carried out alternately: at the conclusion of the first experiment there immediately was started the next one. Such experiments sequence was allowed to do the correct pulp's processing modes in the subsequent experiments.

In the first experiment the pulp was processed with a concentrated nitric acid solution. Acid contained 10 g/l of ammonium fluoride and 10 g/l of hydrogen peroxide.

In the second experiment the pulp was processed with the solution, which contained 200 g/l of sodium hydroxide.

In the third experiment for the destruction of the structure of the porous layer of the solid phase and its dissolution it was alternatingly processed with a solution,

which contained 100 g/l of sodium hydroxide and the solution containing 40 g/l of nitric acid and 20 % of the caprolactam waste production.

The first experiment results has shown that the concentrated solution of nitric acid can effectively destroy the structure of hydroaluminat solid precipitate.

The second experiment has shown that the solution, which contained 200 g/l sodium hydroxide and concentrated nitric acid, can destroy a structure of pulp at a temperature of 80-90 C.

On the basis of the laboratory research the pulp was undergoing the intensive stirring procedure for at least 24 hours, first at a temperature of 80-90 C with the solution 80-100 g/l sodium hydroxide, and then with the solution, that contained 40 g/l nitric acid and 20 % of caprolactam waste production .

It is proved that completely dissolve the pulp's hard soluble layer is impossible, because the application of hot concentrated solutions of sodium hydroxide and nitric acid is inadmissible in containers-storage.

Solid phase solutions extraction and dissolution based on the cavitation-activated water.

An alternative solution of the above mentioned problem, which is connected with the solids processing is the use of cavitation effects- cavitation technology. Cavitation pressure pulses due to the collapse of bubbles in the spherical shock waves form cause an irregular chaotic microparticles movement which precedes their destruction. The intensity of the dispersion is determined by the intensity of the cavitation pulse pressure, the microexplosions in the process of microparticles bubble cavitation collapse. The smaller particles leave the microparticles external surface. This adds to their initial asymmetry and accelerates the process of destruction: there are formed new free surfaces. Loose particles are also subject to destruction in accordance with the described mechanism. The degree of grinding is determined by the value of energy which is released during the bubbles collapse. Solid precipitation mixture (Hydroaluminat solid precipitate+ SiO₂) was used for the experiment. There were taken two volume parts of about 3 ml.. The first was diluted with 50 ml of pure water, the second with -50 ml of cavitation-activated water. The pulp was treated without heating (t = 22 °C) with vigorous stirring using compressed air for 6 h followed by pulp's standing for 18 h.

Comparison

The first experiment has shown the following - there were dissolved in the nitric acid solution 51.1% mass of aluminium and only 1.1 % of the silicon dioxide mass.

The second experiment has shown the following - 69.6% mass of aluminum and 30.1 % silicon dioxide were dissolved.

In the third experiment there are the results: 35,2% mass of aluminium and 34,4 % of the silicon dioxide mass.

The last experiment shows the results: 56,03 % of Al and 60,72 % of SiO₂

The experiments have shown that the cavitation-activated water application for the pulp's solid phase erosion and dissolution can improve the efficiency of processing high-level waste and release of containers for storage of accumulated precipi-

tation without an increase in concentrations of chemical reagents and temperature rise, which in its turn reduces the corrosion load.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кулагин В.А., Кулагина Т.А., Матюшенко А.И. Переработка отработавшего ядерного топлива и обращение с радиоактивными отходами // Журнал сибирского федерального университета. Серия: техника и технологии-2013- N2- с.123-149.
2. Скачек М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС.-М: Издательский дом МЭИ, 2007.- 448 с.

Scientific advisor: A.V. Balastov, senior lecturer, Institute of Power Engineering, Department of Foreign Languages.

DEVELOPMENT OF SOLAR PHOTOVOLTAIC ENERGETICS IN RUSSIA

¹Д.М. Ерденов, ²В.В. Воробьева
^{1,2}Томский политехнический университет
ЭНИН, ¹гр. 5Г51

The paper considers the photovoltaics system (PV) that covers the conversion of light into electricity using semiconducting materials which exhibit the photovoltaic effect. A typical photovoltaic system employs solar panels, each comprising a number of solar cells, which generate electrical power. Some Russian regions have the number of sunny hours per year more than 2000. It's a great result in terms of solar energy.

The main advantage of non-traditional renewable energy resources (RES) before other energy sources is their revolving nature and ecological purity. Renewable energy sources constantly exist or periodically arise in the environment energy flows. RES can be classified by types of energy:

1. Mechanical energy (wind and hydro streams energy);
2. Thermal and radiation energy (solar rays energy and Earth heat energy);
3. Chemical energy (biomass energy).

Solar radiation – is the corpuscular and electromagnetic radiation of the Sun. Solar energy is the most famous sphere of the development of alternative energy. There is a simple explanation: on the one hand-the inexhaustible solar energy, on another – almost complete security to the environment, because we do not use gas of coal like in thermal power or damage to the hydrosphere like in hydropower electric which is also an important reason. Solar energy is impressive: there are thermonuclear reactions on the Sun which convert 400 billion kg hydrogen into helium. This conversion gives energy which is radiating by the Sun into space in the form of electromagnetic waves of various lengths. A year on Earth $1.05 \cdot 10^{18}$ kW·h of solar energy comes to. Without prejudice to the environment, we can use used 1.5% of the total coming on the ground solar energy, that mean $1.62 \cdot 10^{16}$ kW·h every year. For ex-

ample, the total power of all power plants in Russia is $2.2 \cdot 10^8$ kW·h. Moreover, heliothermal electric power could provide not only electricity but also heat.

Russia is the largest country in the world which occupies an area of 17 million km². With such an enormous territory, the population of the country is not so numerous: only 1 person per 0,12 km². Presence of a territory is the main criteria for the installation of solar panels. The presence of solar radiation within a reasonable amount of time for a certain period of time is also a very important fact. According to this indicator, unfortunately, about 2/3 of the territory of Russia does not meet requirements, set a number of restrictions for the installation and development of solar energy in this parts of the country. However, the southern border of the country lies in an area of 48 degrees of North latitude and southern districts are in the neighborhood of 40-45 degrees of North latitude. These regions are due to the huge amount of solar energy, a large number of sunny days. As a result, these regions are ideal for the installation of solar panels. Here you can fully reveal the potential of the solar energy with the minimum cost.

Figure №1. Solar Energy Resources of Russia.



As seen in figure 1, there is a stable area where the production of electricity with the help of the sun will be profitable and efficient. The solar energy potential is greatest in the South-West, North Caucasus, the Black and the Caspian seas and in southern Siberia and the Far East.

To use effectively the solar photovoltaic energetics it can be proposed to introduce modularity of all components because it gives convenient maintenance. No less important to computerize the control systems for troubleshooting. It should be forgotten about the system of solar PV panels which provide more efficient generation of electric stations. Also the galvanic cells should be maintained because helioenergy could not be used at night.

Helioenergy has great potential in the increased electrification in our country. The problems of electrification can be solved in many regions of Russia. Solar photovoltaic energetics gives an opportunity to develop the regional economy faster.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Belyaev A. Application of PV panels into electricity generation system of compression stations in gas transporting systems, 2013. <http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:646612/FULLTEXT01.pdf>

Научный руководитель: В.В. Воробьева, к-т филол. н., доц. каф. ИЯЭИ ЭНИН ТПУ.

ЭЛЕКТРОННАЯ БАЗА ДАННЫХ - СРЕДСТВО МОНИТОРИНГА И ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВЫРАБАТЫВАЕМОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

¹Д.В. Волкова, ²Н.Э. Вайсблат

Томский политехнический университет

Институт природных ресурсов, кафедра ОГЗ, группа 2У31

²Санкт-Петербургский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», департамент Государственного администрирования, группа МГУ 151

В настоящее время большинство энергетических компаний сталкивается с такой проблемой, как перебои в поставке электроэнергии в лесном массиве из-за обрыва проводов воздушных линий электропередач (ВЛЭП) [1, 10].

Цель исследования: выявление решения проблемы повышения эффективности контроля над состоянием близко растущих к просеке высоких деревьев посредством ГИС для устранения перебоев электроэнергии.

Геоинформационные системы представляют собой синтез традиционных операций работы с базами данных с возможностью визуализации и географического (пространственного) анализа по карте местности. ГИС не зря выбрана в качестве решения, ведь изменения в состоянии объектов энергетической компании легко моделируются в ней (однако весьма трудно в обычных базах данных, на картографических материалах сделать это не представляется возможным). Помимо этого ГИС позволяет получить детальную, точную и актуальную картину окружения объектов хозяйства [2, 4, 6].

В качестве объекта исследования выступает ВЛ-35кВ «Турунтаево-Заря-Вознесенка» (3540-35-АТ), расположенная в Томском районе Томской области (общая площадь – 1366 кв.м.).

Для достижения поставленной цели использовалась база программного обеспечения QuantumGIS, а также решались задачи по созданию карты информационными слоями, которые отображают информацию о ВЛЭП и о техногенных и экономических характеристиках рассматриваемого объекта.

Для разработки послойной карты была собрана необходимая информация. Выбрана геоподложка из доступных встроенных модулей QGIS (спутниковые снимки Bing и OpenStreetMap места расположения линии электропередач). Созданы слои: «линия электропередач», «охранная зона ВЛЭП», «лесной мас-

сив», «зоны вырубки», «дорожная сеть»; к каждому из них добавлены соответствующие атрибуты [7-8].

Для выявления нарушения охранных зон, необходимо включить все слои и определить, где накладываются слои растительности и охранных зон (рисунок 1). Благодаря разработанной ГИС для исследуемого объекта, в ходе анализа определено 37 зон повышенного риска, которые указывают на неизбежность обрыва ЛЭП при падении дерева. Следовательно, в данных местах необходимо расширить просеку, приведя ее ширину к установленному нормативу [3, 5].

Выявление участков нарушения охранных зон, нуждающихся в расчистке

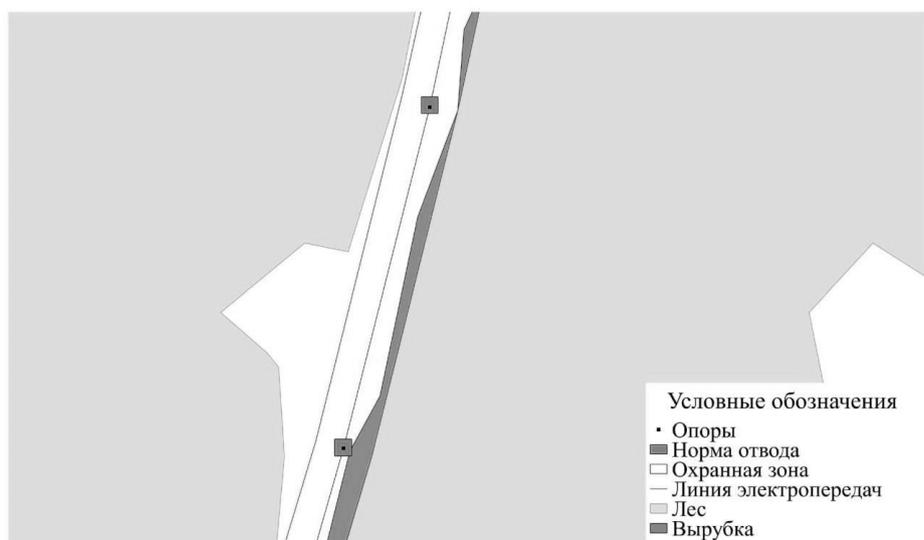


Рис. 10. Зоны просек ЛЭП «Турунтаево-Заря», нуждающиеся в расчистке

Полученная ГИС является основой не только для разработки последовательности необходимых действий для выявления нарушений охранных зон, но и для оценки их стоимости [10]. Она позволяет оптимизировать расходы на превентивные меры и минимизировать расходы на устранение аварий. Помимо этого ГИС не требует больших человеческих и денежных ресурсов.

Таким образом, для выбора оптимального варианта реконструкции ВЛЭП с целью повышения надежности и эффективности электроснабжения потребителей, необходимо проведение имитационного моделирования по многокритериальной модели с использованием ГИС.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Андрианов В. Ю. Российский ежемесячный бизнес-журнал «Рациональное Управление Предприятием», 2010, № 1 [Электронный ресурс]: Автоматизация электроэнергетики. – Режим доступа: <http://www.remmag.ru/admin/upload>.
2. Вайсблат Н.Э. и др. ГИС в качестве инструмента для мониторинга энергетических объектов / Н.Э. Вайсблат, И.С. Перемитин, К.В. Иконникова // Проблемы геологии и освоения недр: сборник работ. – Томск, 2014 – С. 597–600.
3. Вайсблат Н.Э. и др. Электронная база данных - средство мониторинга и повышения качества поставляемой электроэнергии [Электронный

- ресурс] / Н.Э. Вайсблат, И.С. Перемитин / Интеллектуальные энергосистемы: труды II Международного молодежного форума, 6-10 октября 2014 г., г. Томск в 2 т. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). - Т. 2 . - С. 165-170.
4. Вайсблат Н.Э. и др. ГИС как инструмент мониторинга объектов энергетики [Электронный ресурс] / Н.Э. Вайсблат, И.С. Перемитин, К.В. Иконникова // Проблемы геологии и освоения недр: труды XVIII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, Томск, 7-11 апреля 2014 г. в 2 т. / ТПУ, ИПР. – Т. 1. – С. 597–600.
Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2014/C11/V1/288.pdf>.
5. Вайсблат Н.Э. и др. Мониторинг и диагностика просек воздушных линий электропередач посредством геоинформационных систем и технологий [Электронный ресурс] / Н.Э. Вайсблат, К.В. Иконникова, И.С. Перемитин // Электроэнергетика глазами молодежи : сборник докладов V международной молодежной научно-технической конференции, г. Томск, 10-14 ноября 2014 г. в 2 т. / ТПУ. – Т. 2. – С. 144-148.
Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2014/C86/V2/040.pdf>.
6. Лебедева Ю.В. и др. Оптимизационная модель реконструкции ВЛЭП в экстремальных метеорологических условиях / Ю.В. Лебедева, Н.Ю. Шевченко, А.Г. Сошинов // Современные проблемы науки и образования. – 2010. – № 6 – С. 68–71.
Режим доступа: www.scienceeducation.ru/94-4556.
7. ГОСТ 12.1.051-90. ССБТ. Электробезопасность. Расстояния безопасности в охранной зоне линий электропередачи напряжением свыше 1000 В.
8. РД 34.20.501-95 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации.
9. Ikonnikova K. V. Electronic Database - Monitoring Tool and Quality Improvement of Supplied Electricity [Electronic resource] / K. V. Ikonnikova, N. E. Vaisblat, I. S. Peremitin, R. N. Abramova // MATEC Web of Conferences: proceedings. — 2014. — Vol. 19: The 2nd International Youth Forum "Smart Grids". — 5 p.
Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1051/matecconf/20141901039>.
10. Волкова Д. В. , Вайсблат Н. Э. Повышение экономической эффективности расчистки просек ЛЭП с использованием ГИС [Электронный ресурс] // Энергостарт: сборник материалов Всероссийской молодежной научно-практической школы, Кемерово, 11-25 Июля 2016. - Кемерово: КузГТУ , 2016 - С. 1-4. Режим доступа: http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/Other/2016/es/energstart/pages/Articles/2/Volkova_Vaisblat.pdf

Научный руководитель: К.В. Иконникова, к.х.н., доцент, доцент кафедры ЭПЭО ЭНИН ТПУ.

**AEROSOLS FORMATION AND ALTERATION SIMULATION IN THE
PRIMARY HEAT CARRIER CIRCUIT OF A NPP'S REACTOR DURING A
HYPOTHETICAL BEYOND DESIGN CONDITIONS ACCIDENT
INVOLVING FISSION PRODUCTS RELEASE**

S.E. Gerdt

National Research Tomsk Polytechnic University

Institute of Power Engineering, Department of Nuclear and Thermal Power Plants,
Group 5032

Aerosols formation and alteration simulation in the primary heat carrier, circuit of a NPP's reactor during a hypothetical beyond design conditions accident involving fission products release from fuel into the heat carrier's volume is a necessary condition for estimating the consequences from possible escape of radioactive particles to beyond the reactor pressure vessel boundaries with the following environment radioactive contamination. In the course of such an accident the fuel rods are heated to high temperatures, causing the heat carrier transferring from liquid state into aerosol. Particle unification is one of the most important mechanisms for further evolution of the generated particles. It is exactly the process that accounts for the major part of the computation time.

The kinetic equation for the particle distribution function:

$$\begin{aligned} \frac{\partial n(r,t)}{\partial t} = & S(r,t) - \frac{\partial}{\partial r} [G(r,t)n(r,t)] - \\ & -R(r,t)n(r,t) + \frac{1}{2} \int_0^r K(s, r-s)n(s,t)n(r-s,t)ds - \\ & -n(r,t) \int_0^\infty K(r,s)n(s,t)ds \end{aligned} \quad (1)$$

In this study, there was given a comparison with the exact (analytical) results solution of different modeling techniques.

For the simplest case with the initial distribution (by the volume of particles) in the form of exponential function the solution of the kinetic equation is given by

$$\begin{aligned} n(v,t) = & \frac{4N_0}{v_0(\tau+2)^2} \exp\left(-\frac{2v}{v_0(\tau+2)}\right) \\ \text{When, } \tau = & N_0 K_0 t \quad K_0 = 10^{-14} \text{ m}^3 / \text{s} \\ & N_0 = 10^{14} \text{ m}^{-3} \quad \alpha = 2 \\ & r_0 = 2.5 \text{ nm} \end{aligned} \quad (2)$$

It follows from the tabulated data that the Hounslow method and the SOPFAROS module are the most efficient ones. However, the method implemented in the MAEROS module yields more accurate results with the same number of fractions, however Fomm method is the most effective method of all comparable but it hasn't been fully developed yet.

It follows from the performed analysis that the calculation methods used in integral codes for modeling the fission product aerosols behavior give a significant error in calculating the distribution function for large particles in the case of using particle size spectra for which the ratio of particles volumes from neighboring fractions is equal to or greater than two. For more detailed aerosol modeling particle distribution function, it is necessary either to use an essentially larger number of fractions or to develop more efficient new calculation methods.

LITERATURE:

1. V. P. Spasskov, Yu. G. Dragunov, S. M. Ryzhov, et al., Calculated Substantiation of the Thermal and Hydraulic Characteristics of the VVER Reactor and Reactor Plant (Akademkniga, Moscow, 2004)
2. V. N. Piskunov, Theoretical Models of Aerosol Formation Kinetics (Russian Federal Nuclear Center-VNI-IEF, Sarov, 2000).
3. I. M. Ivkov, M. A. Zatevakhin, V. V. Bezlepkin, et al. "Studying the Kinetics of Aerosols in the Containment in Analyzing Emergency Releases at a Nuclear Power Station," *At. Energ.*109(1), 52 (2010).
4. A. M. Afrov, S. A. Andrushechko, V. F. Ukraintsev, et al., VVER-1000: Physical Principles of Operation, Nuclear Fuel, and Safety (Universitetskaya Kniga, Logos, Moscow, 2006)

Scientific advisor: A.V. Balastov, Senior lecturer, National Research Tomsk Polytechnic University.

IMPROVING THE RELIABILITY AND SAFETY OF NUCLEAR POWER PLANTS

A.S. Ushakov

Tomsk Polytechnic University

Institute of Power Engineering, Department of Nuclear and Thermal Power Plants
Group 5041

Introduction

An essential requirement for a nuclear power plant is to ensure conservation of nuclear and radiation safety. NPP safety relevant today the problem is not only in Russia, but all over the world. During normal operation of nuclear power plants do not pose a risk to workers, the public and the environment.

Problems and Solutions

The safety of nuclear power plants may affect emergencies (incidents) and accidents related to:

- The human factor
- Errors in the design
- Natural disasters
- The problem of radiation safety

- The problem of radioactive waste disposal

Next, I would like to focus on each problem and solutions a little bit more.

The first problem is the human factor.

The human factor is manifested at all stages of the life cycle of nuclear power plants. So, we must try to create a system that minimizes human risks. World experience shows that the best form of training and retraining of specialists is the organization of educational process on the basis of simulators.

The second problem is an error in the design.

Lack of safety culture was inherent not only the operational phase but also during the design and engineering design. Cornerstone in the field of nuclear safety should be a "design principle", which consists in the use of new design techniques and improved administrative procedures.

The third problem is the natural disasters.

Source of random events that can lead to accidents at nuclear power plants can be natural influences. Preventing failures and violations of safe operation is ensured by choosing the safe area of the NPP, the use of conservative design principles, the availability of quality assurance system at the siting, design, construction and operation, as well as the safety culture.

The next problem is to ensure radiation safety.

The problem of nuclear and radiation safety can be divided into two parts. The first - is to ensure trouble-free operation of current nuclear power facilities and other potential nuclear and radioactive facilities. The second global issue of nuclear and radiation safety - this is a problem heritage "of the Soviet atomic project." To resolve these issues, licensing of all stages of design, construction and operation of such facilities; also need new methods for processing and storage of spent nuclear fuel (SNF) and radioactive waste (RW), new methods of remediation of contaminated areas and so on.

A final problem is the problem of radioactive waste disposal.

Radioactive waste - is nuclear materials and radioactive substances, further use is not provided.

Methods of disposal of radioactive waste:

- Transmutation
- Disposal of radioactive waste in the oceans
- Conveyor disposal of radioactive waste in the bowels
- Sending waste into space

Conclusion

In such a way to improve the reliability and safety of nuclear power plants must comply with a set of specific rules. Also, I want to say that in our country security is at a very high level. Russian NPPs are operated safely and securely. On the criterion of the reliability of the nuclear power plant Russia ranked second in the world among countries with the development of nuclear energy, ahead of such developed countries as the USA, UK and Germany.

REFERENCES:

1. Akimov VA, VA Vladimirov, Izmailkov VI Disasters and security. - M.: Business Express, 2006. -387 p.
2. Kavalevich OM, Sidorenko VA, Steinberg NA On the problems of safety of nuclear power in the USSR // Nuclear Energy, May 1990, t.68, Issue 5, with 333-337.
3. General safety of nuclear power plants (OPB AC 88/97). Rules and regulations in the nuclear industry.
4. Tikhonov MN, Muratov OE The human factor in emergency situations and accidents at nuclear power plants // Energy: economics, technology, ecology, 2010, №5, s.14-20.

Scientific advisor: A.V. Balastov - Senior lecturer Institute of Power Engineering Department of Foreign Languages Tomsk Polytechnic University

ALGORITHMS OF FAULT-TOLERANT CONTROL OF SWITCHED-RELUCTANCE DRIVE

I.A. Rozayev, G.I. Odnokopylov, E.Ya. Sokolova
National Research Tomsk Polytechnic University

The research of fault-tolerant control of a switched-reluctance drive operating in emergency modes is very urgent owing to additional requirements to technical equipment that is integrated in various dangerous facilities such as nuclear, military, chemical, medicine, transport, petroleum etc. The article focuses on the modern switched-reluctance electric drive (SRD) which is very promising and gaining in popularity in industrial applications. Malfunction of the equipment and large-scale economic losses occur in the case of emergency mode of an electric drive. Nowadays it is necessary to improve reliability and fault-tolerance of electric drives. The increased requirements to fault-tolerant control of electric drives lead to the necessity to design some special control algorithms with full or partial functional recovery abilities. Thus, the problem associated with the design of fault-tolerant control algorithms of switched-reluctance drive is the purpose of this article.

In general case the control of switched-reluctance drive is carried out by series connection of phases on the basis of the position sensor signals. Herewith the overlap of angles of phases is absent and the commutation control is carried out as shown in Fig. 1.

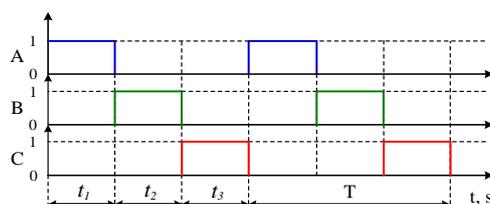


Fig. 1. Commutation control diagram under symmetric single switching of phases.

Figure 1 shows: A, B, C –indices of phases; t_1, t_2, t_3 – phase commutation time intervals for each phase; T – commutation period.

Instantaneous assignments for phase currents values I_A, I_B, I_C in SRD are formed by equations (1):

$$\begin{aligned} I_A &= I_\omega [1 + \text{sign}(\varphi(i_A, \alpha) - \varphi(t))]; \\ I_B &= I_\omega [1 + \text{sign}(\varphi(i_B, \alpha) - \varphi(t))]; \\ I_C &= I_\omega [1 + \text{sign}(\varphi(i_C, \alpha) - \varphi(t))], \end{aligned} \quad (1)$$

where I_ω -value of the amplitudes of formed phase currents; α –electrical rotor angle in radians; $\varphi(i, \alpha)$ – the value of the formed angle for each phase; $\varphi(t)$ – instantaneous angle value from rotor position sensor. The diagrams below (Fig. 2, 4-7) illustrate the number of operating motor phases $m = 3, 2, 1$ in the course of the drive operational resource expiration. On the top of the diagram i_{set} (r.u) the instantaneous phase currents diagram i_A, i_B, i_C and their averages values $i_{A \text{ av}}, i_{B \text{ av}}, i_{C \text{ av}}$ are shown.

It is obvious from the switched-reluctance motor design that all phases are electrically independent. It means that in the case of emergency, such as loss of phase, the reduction of the electric power resource will be 1/3 under the losses of each phase. Fig.2 shows the timing diagram of three-phase switched-reluctance drive operational resource expiration. There is a reduction of rotation frequency till 66% in two-phase mode, and at the one-phase mode the motor gradually stops. The diagram in Figure 2 presents the initial parameters of the drive fault-tolerant operation.

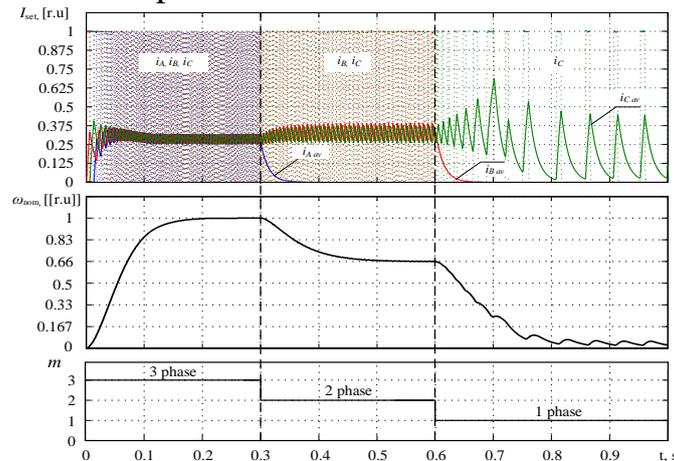


Fig. 2. Timing diagram of three-phase switched-reluctance drive operational resource expiration

Further improvement of fault-tolerance can be carried out using special fault-tolerant control algorithms of switched-reluctance drive by activation of functional backup by means either increasing phase currents amplitudes or increasing phases overlap angles or both of them.

In this case, the commutation of phases is carried out in series with overlapping phases as shown in Figure 3.

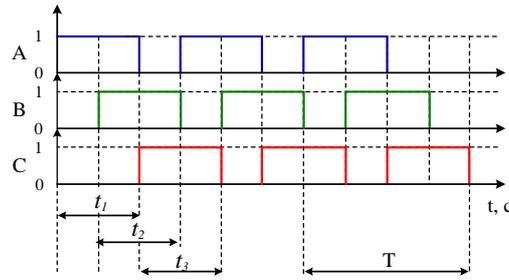


Fig. 3. Commutation control diagram under nonsymmetrical switching of phases.

Figure 3 shows: A, B, C –indexes of phases; t_1, t_2, t_3 – phase commutation time intervals for each phase; T – commutation period. Instantaneous assignments for phase currents values I_A, I_B, I_C in SRD are formed by equations (2):

$$\begin{aligned} I_A &= I_{\omega} \bar{a} [1 + \text{sign}(\varphi(i_A, \alpha) - \varphi(t) + d\alpha_K)]; \\ I_B &= I_{\omega} \bar{b} [1 + \text{sign}(\varphi(i_B, \alpha) - \varphi(t) + d\alpha_K)]; \\ I_C &= I_{\omega} \bar{c} [1 + \text{sign}(\varphi(i_C, \alpha) - \varphi(t) + d\alpha_K)], \end{aligned} \quad (2)$$

Fig. 4 presents the timing diagram of exhaustion the operational resource of three-phase switched-reluctance drive using the changing phases overlap angles algorithm (instead of symmetric single switching of phases) under emergency mode.

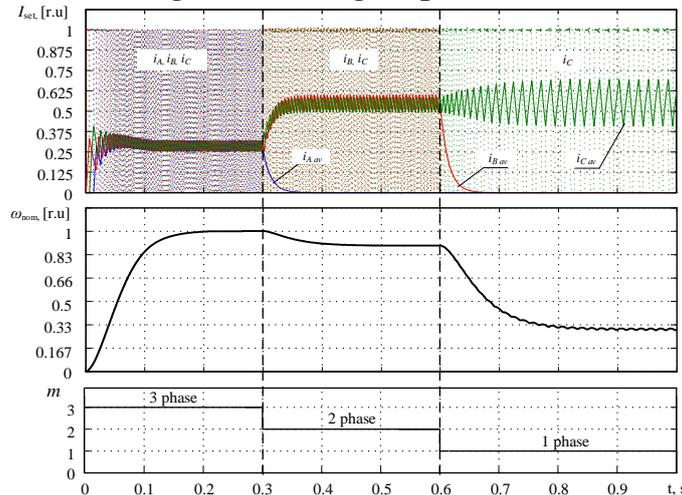


Fig. 4. Timing diagram of exhaustion the operational resource of three-phase switched-reluctance drive with using in emergency mode the changing phases overlap angles algorithm

If $m = 3$ (Fig. 4) all phases are operational, if $m = 2$ the motor operates in two-phase mode, if $m = 1$ motor breaks down and in case of residual inertia of mechanism it may continue to operate on the one remaining phase (if there are minimum 2 poles per phase).

In nonsymmetrical switching of phases in case of failure the rotation frequency level is equal to 90 % in two-phase mode and 32% in one-phase mode. In all remained operational phases there is active power compensation which increases by 1.5 times.

Now it is necessary to consider fault-tolerant control algorithm of three-phase SRD with increasing phase currents amplitude.

Instantaneous assignments for phase currents values I_A , I_B , I_C in SRD are formed by equations (3):

$$\begin{aligned} I_A &= I_\omega \bar{a} k_d [1 + \text{sign}(\varphi(i_A, \alpha) - \varphi(t))]; \\ I_B &= I_\omega \bar{b} k_d [1 + \text{sign}(\varphi(i_B, \alpha) - \varphi(t))]; \\ I_C &= I_\omega \bar{c} k_d [1 + \text{sign}(\varphi(i_C, \alpha) - \varphi(t))], \end{aligned} \quad (3)$$

where I_ω – value of the formed phase currents amplitudes; α – electrical rotor angle in radians; $\varphi(i, \alpha)$ – value of the formed angle for each phase; $\varphi(t)$ – instantaneous angle value from rotor position sensor; k_d – coefficient Figure 5 shows the timing diagram of exhaustion the operational resource of three-phase switched-reluctance drive using the algorithm of increasing phase current amplitude in emergency mode.

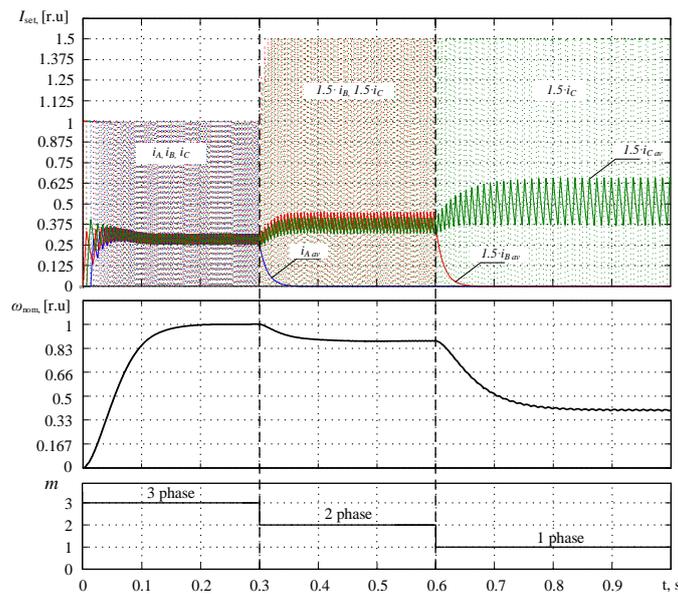


Fig. 5. Timing diagram of exhaustion the operational resource of three-phase switched-reluctance drive with using in emergency mode algorithm of increasing phase currents amplitude

If $m = 3$ (Fig. 5) all phases are operational, if $m = 2$ the motor operates in two-phase mode, if $m = 1$ motor breaks down. In case of using fault-tolerant control algorithm with increasing phase current amplitude in the case of failure the rotation frequency level is equal to 89 % in two-phase mode and 41% in one-phase mode. Currents in all remained operational phases increase by 1.5 times and it is leads to the active power compensation.

REFERENCES:

1. Odnokopylov G.I., Rozayev I.A. Switched-reluctance electric drive performance recovery in emergency mode// Scientific problems of transportation in Siberia and Russian Far East, 2014, №4, p.181-184.
2. Odnokopylov G.I. Formation of failure matrix and failure-free control algorithm for multi-sectioned Switched-reluctance drive [Electronic resource] / G. I. Odnokopylov, I. Rozayev //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. — 2014. —Vol. 66: 20th International Conference for

Students and Young Scientists: Modern Techniques and Technologies (MTT'2014), Tomsk, Russia, 14-18 April 2014. — [012035, 6 p.].

3. Odnokopylov G. I., Rozaev I.A. Fault-tolerant control of switched-reluctance drive in emergency modes // 2015 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON) : proceedings, Omsk, May 21-23, 2015. - Novosibirsk: IEEE Russia Siberia Section, 2015 - p. 1-6
4. Krishnan R., Switched reluctance motor drives: modelling, simulation, analysis, design, and applications, The Bradley department of electrical and computer engineering fellow, centre for organizational and technological advancement (COTA) Virginia Tech, Blacksburg, Virginia, TK2787.R35 2001, ISBN 0 -8493-0838-0
5. Irimia N, Simion A, Livadaru L et al 2001 Study of a 3 phase (6/4) switched reluctance motor control. Iași: Buletinul AGIR 6 pp 129-134, Oct./Nov.

ASSOCIATED PETROLEUM GAS TREATMENT

M.S. Malyanova

National Research Tomsk Polytechnic University

Institute of Power Engineering, Department of nuclear and thermal power stations,
5B3A

Introduction

Associated petroleum gas (APG) is a form of natural hydrocarbon gas found with deposits of petroleum either dissolved in oil or presented in oil and gas-condensate fields. The volume of APG can vary from one to several thousand cubic meters. [1]

APG is a by-product of oil extraction. Russia, Saudi Arabia, USA are the leading countries possessing large oil deposits. Therefore, the issue concerning associated petroleum gas treatment is very topical in the Russian Federation. [2]

The reason for incomplete APG utilization is the substandard infrastructure and the composition of casing-head gas. [4].

Results and Discussions

Due to the necessity of gas treatment and its processing the scheme for associated gas preparation for small and medium size fields utilizing gas-piston installation aimed at production electrical and thermal energy was developed.

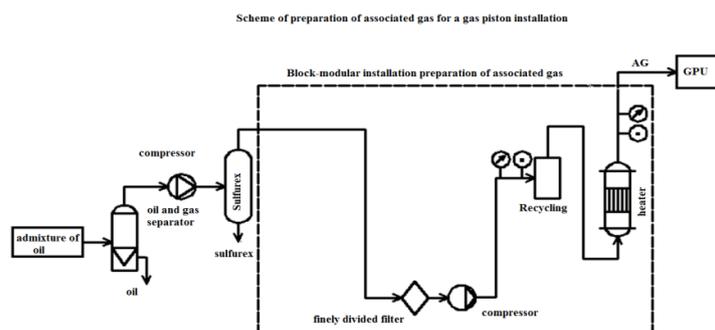


Fig. 1. Scheme of associated gas preparation for a gas piston installation

The sulfur purifying installation “Sulfurex” is equipped with an oil and gas separator used for gas separation from oil and a compressor, located after separator and intended to control the pressure increase and decrease till the desired one (0,1 – 3,0 MPa).[3]

At present sulfur purifying is an important and essential condition for normal operation of the equipment used for industrial development of oil and gas deposits. Desulfurization of pipe lines has to be done to avoid corrosion, faults, wear and tear of equipment caused by hydrogen sulfide presented in associated gases.

To understand more precisely the whole process it is necessary to consider the operation of sulfur purifying installation called “Sulfurex.”

The desulfurization process is intended for small and medium size volumes of gases and has the following advantages:

- Does not require any considerable capital costs;
- Low water and chemical agent consumption;
- Absence of chemical waste.

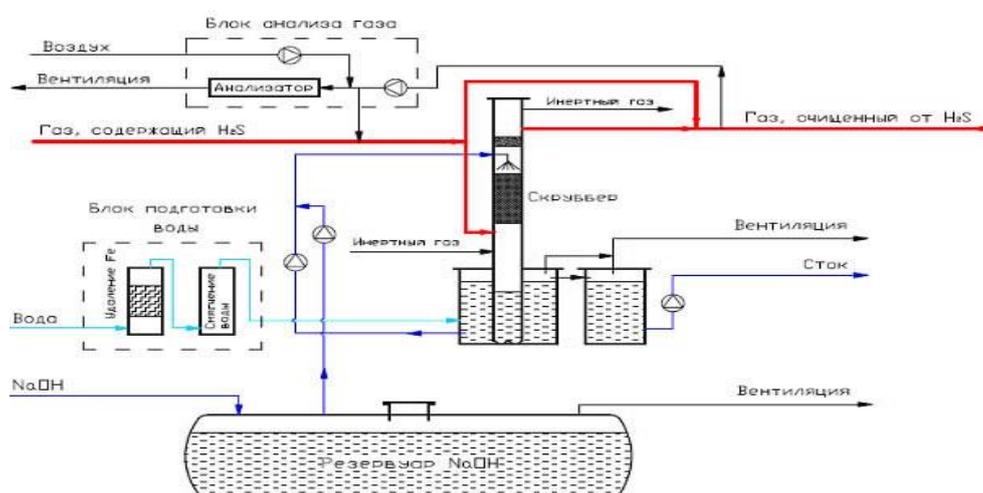


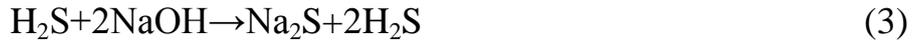
Fig. 2. Schematic diagram of desulfurization installation based on the «Sulfurex» method

Let us consider the scheme of associated petroleum gas cleaning treatment. Gas subjected to cleaning treatment is supplied to the bottom part of the scrubber and flows through it to the top. Alkaline solution from the tank is delivered to the reflux. The specified concentration of alkaline solution is maintained by prepared water and alkaline solution (NaOH) supplied from the reservoir in the system. One part of processed associated gas flows from the top to the detector H₂S, and then is returned back in the process. The chemical processes taking place in desulfurization based on the method «Sulfurex» are presented below. The process of hydrogen sulfide removal (H₂S) is carried out using gas scrubbing with alkaline solution (NaOH). Hydrogen sulfide is absorbed by the circulating cleaning liquid. This process is called chemical adsorption. Chemical adsorption of hydrogen sulfide and carbon dioxide using caustic alkali (NaOH) takes place in accordance with the reactions presented below. It results in obtaining sodium bisulfate (NaHS) and mineral alkali (Na₂CO₃):





Sodium sulfide (Na_2S) and sodium hydrocarbonate (NaHCO_3) are formed through the interaction according to the following equations:



Sodium carbonate formed as a result of the previous reaction interacts with hydrogen sulfide resulting in obtaining sodium hydrosulfite and sodium carbonate:



Thus, sodium hydrocarbonate is obtained as a result of interaction of sodium carbonate and carbon dioxide in the presence of water molecules:



The chemical reactions (1) and (5) are the most important ones for the process of desulfurization where the chemical compound of hydrogen sulfide takes place. The chemical process directly depends on gas concentration, system pressure and temperature.

After being desulfurized gas gets into the block-module installation for associated gas treatment. Firstly, the gas gets into the fine-dispersed filter.

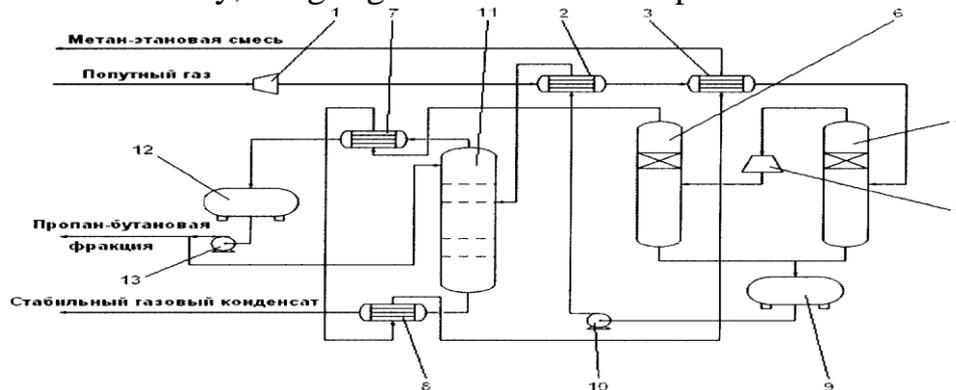


Fig. 3– block-module installation

Then, it is delivered to the installation for associated gas processing to obtain the required condition of the gas piston installation (GPI). The installation is equipped with temperature sensors and gas pressure regulators which take the gas readings in the inlet of the installation

According to the scheme of the installation the associated gas at temperature $-10 + 30^\circ\text{C}$ and pressure $0,2-0,6 \text{ MPa}$ gets into screw compressor 1. The associated gas flows through recuperative heat exchangers 2 and 3 at temperature $100-130^\circ\text{C}$ and pressure $3-3,5 \text{ MPa}$, where it is cooled by gas condensate and methane- ethane mixture. After that, the associated gas gets into the first stage of separation in small size separator 4. Separated associated gas gets from the top of the separator 4 into the expansion turbine and at temperature minus $16-20^\circ\text{C}$ and pressure till $1,4 \text{ MPa}$. Further, it arrives at the second stage of separation in separator 6. Separators 4 and 6 have similar construction. Dry gas is used as fuel and gets into gas main pipe line being heated in advance in recuperative heat exchangers 7, 8, 3. The liquid phase of gas condensate gets from separators 4 and 6 into the surge tank 9 and is pumped into recitification column 11. This condensate is heated till $+ 125^\circ\text{C}$ before getting into recuperative heat exchanger 2.

Stable gas condensate is stored or pumped into the main oil stream. Heat recovery of stable gas takes place in heat exchanger 8, where dry gas is used as a coolant. Propane-butane fraction gets into reflux condenser 7 at temperature 50°C where it is condensed by dry gas and at temperature 20-40°C and then gets into the refluxed reservoir 12. Part of propane-butane mixture from the refluxed reservoir is pumped into the top part of the column 11 as a mean of irrigation.

Conclusion

Unlike the existing analogues the specified method allows obtaining three products, which quality characteristics enable to use various technological processes without further gas processing.

Dry gas obtained from the considered treatment has high methane number defining its antiknock value. The latter is the most important gas characteristic. Thus, the obtained dry gas can be successfully used to produce electrical energy which can be then utilized as fuel for gas piston power plants.

The obtained propane butane fraction can be used as fuel in transport as well as for commercial and industrial needs, e.g. stable gas condensate can be used in oil extraction as a gasoline additive.

Therefore, gas prepared for GPI as fuel in accordance with the proposed technological scheme meets all requirements for different types of gas fuel.

The method offered in this article completes the most challenging environmental issue by reducing flared gas volumes up to complete avoidance of flaring. [1]

REFERENCES:

1. Antipyev V.N. Utilization of gas. – Moscow: Nedra, 1983. – 160 p.
2. Feigin V.I. Investigation of trends and prospects of oil and gas, petrochemicals and gas in Russia. – Moscow: Econ-inform, 2011. – 806 p.
3. Globotek (2010) ‘Comprehensive Solution for Associated Petroleum Gas Utilization’ retrieved 03-05-10/
4. SalkaevD.A.,GumerovO.A.Study(accesshttp://ogbus.ru/issues/2_2016/ogbus_2_2016_p151189_SalikaevDA_ru_en.pdf).

Senior instructor: Elvira Yakovlevna Sokolova, Foreign Languages Department, Institute of Power Engineering, TPU.

PEST ANALYSIS OF SMART METERING MARKET IN RUSSIA

A.R. Avazov, I.B. Daminov, E.S. Tarasova
National Research Tomsk Poytechnic University
Institute of Power Engineering

INTRODUCTION

In order to describe a current smart meter market in Russia the PEST analysis will be used. PEST is an acronym for political, economic, social, and technological – external factors that commonly affect business activities and performance. Created by

Harvard professor Francis Aguilar in 1967, PEST can work alone or be used in combination with other tools, such as Porter's Five Forces and SWOT analysis, to determine an organization's overall outlook. [15]

POLITICAL FACTORS

National policies on smart meters and smart grids

(Smart) meters and metering systems should be installed at all participants of electricity market by the year 2012 in accordance with the Federal law № 261-FZ dated 23.11.2009. [7]

This law does not explicitly state that the meters installed must be smart meters, focus is on having each grid connection metered and billed. This law also requires the Russian Energy Agency to develop a smart grid Initiative/Roadmap. [12]

Tab. 1. Current smart metering legislation in Russia [2], [8]

Legal requirements and other requirements	Explanation
Federal law № 261-FZ, Energy saving and increasing of energy efficiency, dated 23.11.2009.	Installation of (smart) meters and metering systems by 2012 and developing a Smart Grid Initiative / Roadmap.
Government Decree from 15.04.2014 №321 “ On approval of the state program of the Russian Federation “Energy efficiency and energy development”	Modernization of commercial electricity metering system and replacement of metering devices which don't meet the modern requirements on smart electricity meters (18.9% by 2020)
“ The program on development of commercial electricity metering based on smart technologies for period till 2020” (approved by decree of Minenergo of Russia №173 from 10.05.2011	Action list on stagewise market encouragement to smart meter usage, concept definition of smart metering, technology testing on pilot projects

ECONOMICAL ASPECT

Currently in Russia there has been no cost benefit analysis of smart meter rollout including whole country. However, particular pilot projects were conducted.

The first smart grid project is actually a smart meter project. It is the project in the city of Perm. This project includes replacement of more than 50,000 meters by smart meters. It is funded by federal budget, IES holding and the local distribution company Permenergo. The share of the local grid company in this project is approximately 9 mln EUR. The meter functionality includes 4-6 tariff registers, remote controlled power switch, power quality registration and communication by power line carrier. Meters installed are from Russian, French and North American manufacturers.

Goal of the Smart City project in Belgorod is to increase reliability of power supply, reduce grid losses as well as costs of electricity for consumers. The Belgorod Smart City project is funded by the distribution company, the Belgorod region and by the federal government, based on Federal Law 261. Almost 40,000 meters will be installed. The smart meter installed is a Neiron meter with GSM communication. It includes functionality of limiting the available power in case of defaulting and a display

for feedback of the electricity consumption during the previous 24 hours to the consumer.

Distribution grid reliability is increased by installing new equipment such as step-up transformers and automatic reclosers.

SOCIAL ASPECTS

Uncaring consumer behavior

Often consumers don't pay attention to charging devices leaved in socket, not de-energized computer screens or to the fact that what light bulbs have been installed. Consequently, consumer on the subconscious level increases unadvisable energy consumption and as a result its cost. According to surveys made in different regions of Russia only 5-7 % of people have awareness on energy saving measures. [8]

TECHNOLOGICAL ASPECT

Smart meters manufactures in Russia

Main key manufactories of equipment and software are factories of electro-technical instrumentation. These market players have a production of needed equipment and they start to develop a software for end consumer. Alternatively, if there is no own staff for software development, a factory can involve the third party contractors for accomplishment of this function and as a result independently offer to the market a service package for smart metering installation. (e.g. Leningrad electromechanical factory). [5]

In general, in Russian market there are 150 producers. Also strong positions are held by Moscow factory of electrical metering devices, Leningrad electromechanical factory and Nizhny Novgorod Research and Production Association named after M.V. Frunze. (Figure 1). [13]

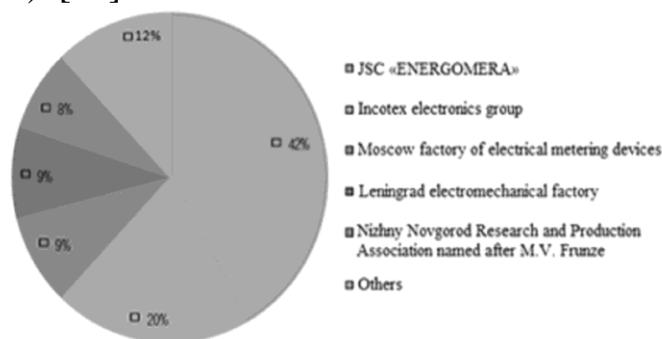


Fig. 1. Leaders of internal production of electrical meters in Russia 2009

Consumers

Initially smart metering system was only implemented in entities of energy domain. However, as consequence its advantages were estimated in industrial and residential areas. Group description of consumers and their necessities are presented in Table 2.

Tab. 2. Main consumers of smart metering systems

Consumer	Description	Necessities
Energy suppliers	Enterprise-owner of generating equipment, owner of electrical grid, energy supplier etc.	Providing of automated account of electrical energy for commercial calculations among market participants. Determination of technical and commercial losses.

Industrial entities	Generally consumer of smart metering are large industrial enterprises, having a large enough consumption level of electrical energy	Automation of electrical energy account for precise and true calculations based on different tariffs. Control for consumption level of enterprise units
Domestic household	Community facilities, maintaining private sector, enterprises and Housing and Utilities infrastructure	Precise and true account of outputted energy. Organization of communal and door to door account of electrical energy, including electricity for lighting of stair wells, ascensor operation etc. Balance control of input and output energy

CONCLUSION

Russia is pursuing the State policy of innovation activity in the electricity sector. This applies to energy efficiency, renewable energy and smart grids. 18.9% share of smart meters is a target by 2020. However, no regional energy policies regarding smart grids were identified. It seems that smart grid related regulations are mainly made on a national level. There is no cost benefit analysis of smart meter rollout including whole country. However, particular pilot projects were conducted.

At this moment average Russian citizen does not pay attention to energy savings measures. There is low propaganda of EE measures among consumers. However, 80% of Russian citizens expressed readiness to use the energy efficiency technologies within own houses.

REFERENCES

1. Nesterov. Smart metering in smart grid concept / I. Nesterov. - Engineering center "ENERGOAUDITCONTROL", 2013 – P. 1-20
2. Market scan smart meters and smart grids in Russia / W. Mulder, A. Nikolaev, A. Osadchiev, S. Kleeva. - DNV KEMA Energy & Sustainability, 2013. – P.1-39
3. Market analysis of gas, water and electricity meters in 2007- 2011 forecast for 2012 - 2016 / BusinesStat, 2011. – P.1-18
4. Smart Grids – Finnish-Russian Technology Platform, / Finpro, - Smart Grids – Finnish-Russian Technology Platform, Finpro. - Finnnode, 2012
5. Firstdiplom. Market research of automated systems for commercial electric power accounting / Firstdiplom. - Moscow, 2009. – P.1-48
6. Decree N° 1715-r of the Government of the Russian Federation dated 13 November 2009.
7. Federal law of Russia, № 261-FZ, Energy saving and increasing of EE, dated 23.11.2009.
8. Journal «Umnyye izmereniya» - URL: [http://smartmetering.ru/common/upload/sm_5\[1\].pdf](http://smartmetering.ru/common/upload/sm_5[1].pdf) (date of access 20.09.2016)

9. Journal «Umnyye izmereniya» - URL: http://test.smartmetering.ru/common/upload/Smart_Metering_Journal_2.pdf (date of access 20.09.2016)
10. Journal «Umnyye izmereniya» - URL: [http://smartmetering.ru/common/upload/sm_4\[1\].pdf](http://smartmetering.ru/common/upload/sm_4[1].pdf) (date of access 20.09.2016)
11. Journal «Umnyye izmereniya». - URL: [http://smartmetering.ru/common/upload/SmartMettering_06\[1\].pdf](http://smartmetering.ru/common/upload/SmartMettering_06[1].pdf) (date of access date of access 20.09.2016)
12. Russian/American Smart Grid Partnership Initiative: Initial Exchange Visit. – URL: http://www.usea.org/sites/default/files/event-presentations/Russian%20Smart%20Grid%20Exchange%20Visit%20Agenda_Final.pdf (date of access 01.05.2015)
13. Electrical meter market. - URL: <http://www.techart.ru/files/publications/publication-225.pdf> (date of access 19.09.2016)
14. Analysis of the electricity meter market in 2007. – URL: <http://abercade.ru/research/analysis/243.html> (date of access 19.09.2016)
15. PEST Analysis: Definition, Examples & Templates. – URL: <http://www.businessnewsdaily.com/5512-pest-analysis-definition-examples-templates.html> (date of access 19.09.2016)
16. FDG, Grid becomes smarter. – URL: http://www.fsk-ees.ru/eng/public_relations/media_coverage/?ELEMENT_ID=8821&phrase_id=301493 (date of access 20.09.2016)

Scientific advisor: Daminov I.B. assistant of Power grids and Electrical Engineering department

PROGRAM FOR THE FORCE AUTOTRANSFORMER'S CHOICE

¹I.S. Tsoy, ²N.M. Kosmynina

^{1,2}National Research Tomsk polytechnic university

Institute of Power Engineering, Department of Electric Power Systems, ¹group
5AM5B

На рисунке 1 представлен аналитический расчет, проведенный в среде Mathcad.

The force autotransformer is the important equipment for distribution of electrical energy; students often have problems with its choice. In the studying help of material, the developed program at Department of Electric Power Systems of the Tomsk polytechnic university is offered.

The provided program is written in the Delphi programming language allowing to create the user-friendly interface [1, 2].

The program allows to realize the force autotransformer's choice, and also to study theoretical material on this subject [3].

Analytical and program calculations based on specific data are further provided.

In a figure 1 the analytical calculation which is carried out in the Mathcad is provided.

Напряжения сторон в кВ			Перетоки мощности через автотрансформатор в МВт, Мвар					
ВН	СН	НН	РНН	QНН	РСН	QСН	РВН	QВН
330	110	6.3	60	40	- 40	- 10	-20	-30

знак "-" соответствует перетоку мощности, направленному от трансформатора

$$U_{ВН} := 330 \text{ кВ} \quad P_{ВН} := -20 \text{ МВт} \quad Q_{ВН} := -30 \text{ Мвар}$$

$$U_{СН} := 110 \text{ кВ} \quad P_{СН} := -40 \text{ МВт} \quad Q_{СН} := -10 \text{ Мвар}$$

$$U_{НН} := 6.3 \text{ кВ} \quad P_{НН} := 60 \text{ МВт} \quad Q_{НН} := 40 \text{ Мвар}$$

$$S_{обм_макс} := \max\left(\sqrt{P_{НН}^2 + Q_{НН}^2}, \sqrt{P_{СН}^2 + Q_{СН}^2}, \sqrt{P_{ВН}^2 + Q_{ВН}^2}\right) = 72.111 \text{ МВА}$$

$$k_{выг} := \frac{(U_{ВН} - U_{СН})}{U_{ВН}} = 0.667 \quad +$$

$$S_{реб_ном} := \frac{S_{обм_макс}}{k_{выг}} = 108.167 \text{ МВА}$$

Fig. 1. The analytical calculation

In the figure 2 program calculation is presented.

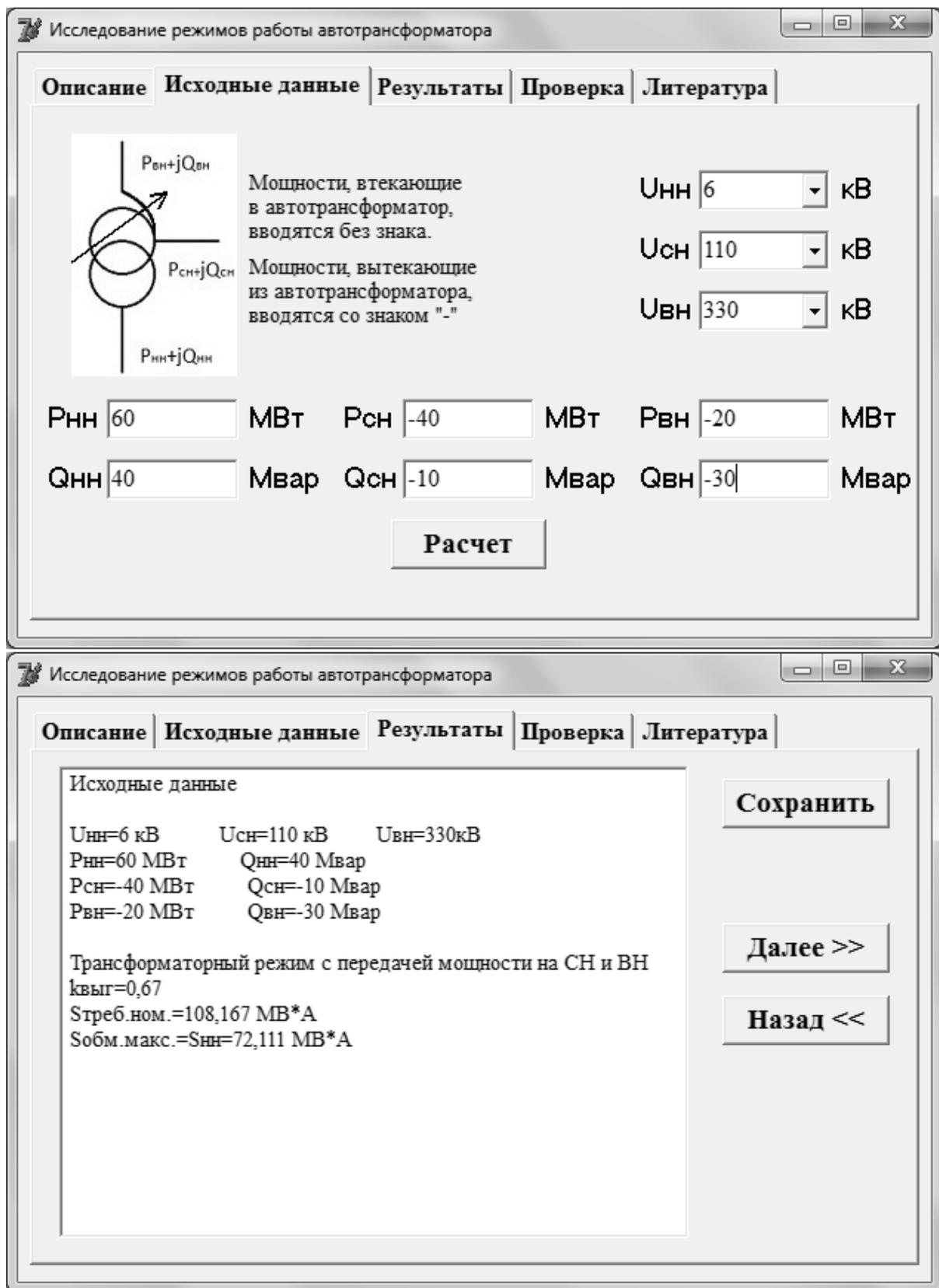


Fig. 2. Program calculation

After input of catalog data in the program the chosen equipment's check is made.

In the figure 3 the chosen equipment's program check is presented.

Исследование режимов работы автотрансформатора

Описание | Исходные данные | Результаты | Проверка | Литература

Каталожные данные

Тип

Unn кВ

Ucn кВ

Uvn кВ

Snn МВ*А

Sном МВ*А

Кол-во шт.

АТДЦТН-125000/330/110
Snn выбрана неверно

Fig. 3. Check of the ATDTsTN-125000/330/110 autotransformer

Apparently from check, the autotransformer doesn't approach in parameter the power of the lowest voltage winding S_{nn} therefore it is necessary to choose the autotransformer of the bigger power (figure 4).

Исследование режимов работы автотрансформатора

Описание | Исходные данные | Результаты | Проверка | Литература

Каталожные данные

Тип

Unn кВ

Ucn кВ

Uvn кВ

Snn МВ*А

Sном МВ*А

Кол-во шт.

АТДЦТН-200000/330/110
Автотрансформатор выбран верно

Fig. 4. Check of the ATDTsTN-200000/330/110 autotransformer

В программе также предусмотрен теоретический материал с подробным описанием режимов работы силового автотрансформатора, открываемый кликом по кнопке «Справка» (рисунок 5).

The theoretical material with the detailed description of the power autotransformer's operating modes opened by clicking the «Reference» button is also provided in the program (figure 5).

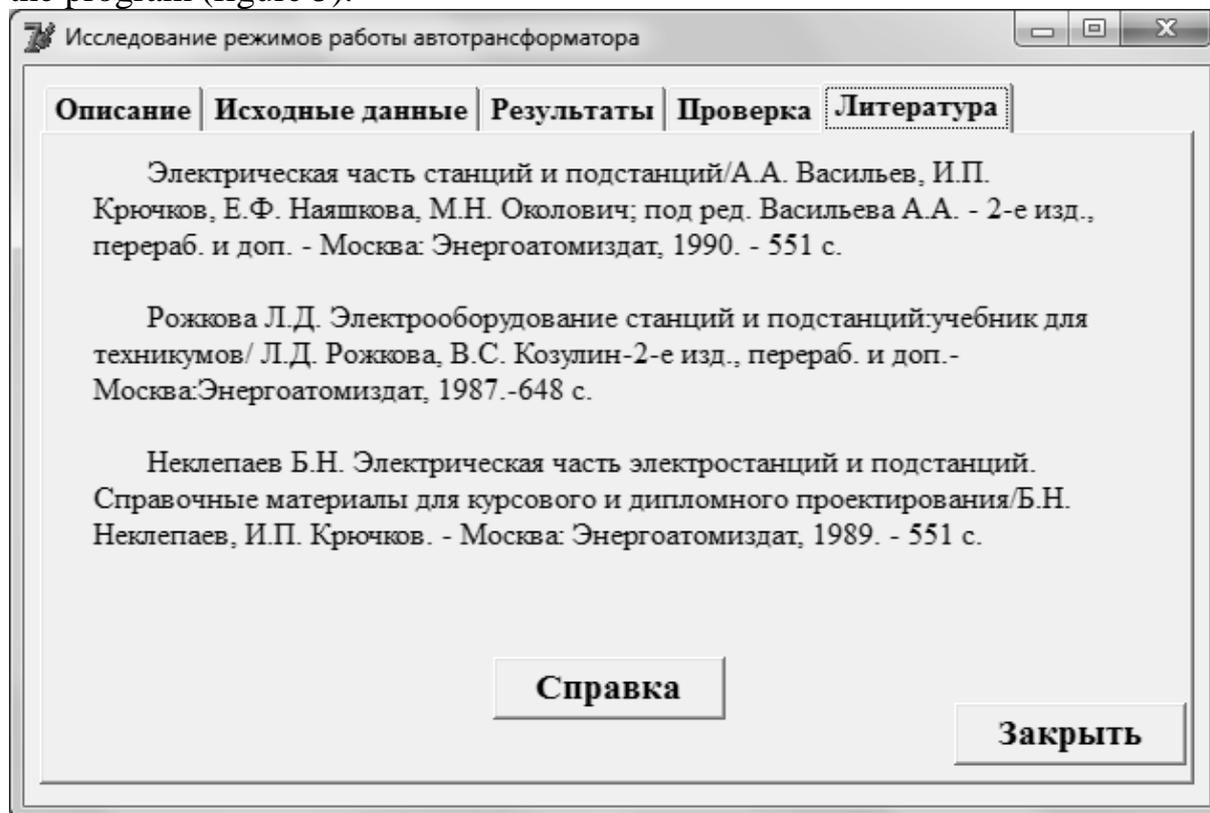


Fig. 5. Connection of a reference material

The submitted program can be used in educational process or for independent studying and repetition of material.

LITERATURE:

1. Kultin N.B. Osnovi programmirovaniya v Delphi 7/N.B. Kultin – Sankt-Peterburg: BHV-Peterburg, 2007. – 594 p.
2. Homonenko A.D. Rabota s bazami danih v Delphi/ A.D. Homonenko, V.U. Gofman – 3-e izdanie, - Sankt-Peterburg: BHV-Peterburg, 2005. – 551 p.
3. Electrichekaya chast' stancii i podstancii/ A.A. Vasiliev, I.P. Kruchkov, E.F. Nayashkova, M.N. Okolovich; pod red. Vasilieva A.A. – 2-e izd., pere-rab. i dop. – Moskva: Energoatomizdat, 1990. – 551 p.

Research supervisor: N. M. Kosmynina, PhD in Technological Sciences, asso-ciate professor of Department of EPS, ENIN, TPU.

THE WORLD OF HIGH TECHNOLOGIES

¹D.V. Vorobyov, ²A.V. Kruglova

¹Polotsk State University, Faculty of Law, Department of Civil Law

²Polotsk State University, Faculty of Finance and Economy
Department of Logistics and Management

We all know that people are a transitional stage of evolution. We lack the physical qualities such as strength, agility, and overall ability to survive in a hostile environment. Nevertheless, people are, in fact, stand on top of the food chain, even if we can be compared to of mammals, that unable to complex logical analysis, gain knowledge and preserve it to transfer to future generations.

The biggest advantage of human being is ability to adapt. It is difficult to walk over long distances? Mankind invented transport. You want to talk with friend of yours, but he lives far away? E-mail and telephone is at your service.

The list is endless, but I think my point is understandable. I believe that those people who belong to this progress with skepticism contradict the very concept of human existence. Our human bodies are weak by definition. You can compare us with any mammal – it will surpass us in if not all, but the most of the physical aspects.

I also believe that progress in any case should not stand still. The view opposite to this is the lot of conservatives, however radical it may sound.

By improving our knowledge in different fields of science mankind can reach new heights and, possibly, a new stage of evolution is born into the world precisely because of breakthroughs that would be impossible to make without using modern technologies and improving them.

Maybe I leaved a bad comment about people with opposite opinion before, but every point of view has a right to exist anyway.

Not all people like to change themselves in the same way as to change something in their lives and environment. Maybe we can blame the fear of the unknown. Technology is really make people weaker and lazier, but mostly of it refers to the sphere of entertainment and amenities.

It is unlikely that this can be avoided, but either way, it's just a small sacrifice for a possible future for all humanity, that lies behind the world of high technology.

Scientific advisor: Bobrova G.B., senior teacher, Department of World Literature and Foreign Languages of Polotsk State University, the Republic of Belarus.

PIPELINE ENGINEER AS A MODERN OCCUPATION

¹V.S. Kovrizhnykh, ²K.A. Krivitskiy

¹Polotsk State University

Faculty of Engineering and Technologies, Department of Pipeline Transport
Water Supply and Hydraulics

²Polotsk State University, Faculty of Finance and Economy,
Department of Economics, Management and Economic Theory

I think every person has his own reasons to choose this or that job. In my opinion, money is one of the most important factors when you make a choice. Training, promotional prospects and conditions should be also taken into account. On the other hand, it's good when you get satisfaction from your job. It is very important to choose a profession that suits your interests. Certainly when deciding on what sort of job to do you should ask yourself a question if you are suitable for it and how much you know about the reality of your future occupation? Different jobs require certain skills, personal qualities, meeting people, travelling a lot or working from home and many other things. In the end it's up to you to decide whether you are good for this job or not.

There are many interesting and useful professions nowadays. And it isn't an easy task to make a decision to choose right one. Psychologists say that the choice of future profession must be in accordance with the person's talents and abilities. So you must analyze yourself and try to understand what you'd like to achieve in your life. For example, I like physics, mathematics and foreign languages. At school I spent a lot of time reading books, articles about different technical devices. So I decided to connect my life with technical job. But in Belarusian universities there are a large number of specialties that are focused on different technical equipment.

But one of the main parts of world economics is a sector considering upstream processes, transportation and refining of oil and gas as energy resources. This sector is rather interesting and makes deals with large sums of money. In Belarus such a sector is economy-basic and promising. By the way there are wonderful conditions to study things considering oil and gas refining and transportation in Belarus. So I have decided to go into technology. And my specialty is called as Design, Assembling, and Exploitation of Gas and Oil Pipelines, and Gas and Oil Storages. As well as this kind of job is hard to work, but interesting, prestigious and well-paid not only in Belarus, but all over the world.

After years spending on studying machines and equipment of oil and gas pipelines, workings of liquids and gases, pumps and ventilators, theory of oil and gas matter, etc. I hope to become an prospective and qualified engineer that are able to help our economics, to develop that industry in my country and maybe invent a new machines that can solve one of the problems considering of saving energy resources.

Scientific advisor: Bobrova G.B., senior teacher, Department of World Literature and Foreign Languages of Polotsk State University, the Republic of Belarus

HOW WE CAN HELP OUR MOTHER NATURE IN THE AGE OF TECHNOLOGIES

¹D.I. Murashko, ²I.V. Bogonenko

¹Polotsk State University, Faculty of Law

Department of Criminal Law and Criminology

²Polotsk State University, Faculty of Law, Department of Civil Law

Our world took a good care of us for a long time, so it's natural to return the favor somehow. Sadly, it is true that the government and big companies are the ones who make decisions that affect our planet the most. Even worse, most of the time those decisions rarely do any good for the environment.

However, it doesn't mean that we can't do anything to help Mother Nature. There is always strength in numbers. People shouldn't think that they can't do anything about this situation, because in the end it will lead to everyone sitting around without doing anything, which will only make this situation worse.

Of course there are more than 7 billion of us on this planet and a single person won't have much effect on our world, but it doesn't mean that we can't unite our efforts (especially with all those means of communication that we have now). Of course it won't solve all problems in a blink of an eye, but you got to start somewhere.

There is lots of ways people can help our planet. For example, littering is one of the biggest problems and it mostly caused by normal people like you and me, so simply stopping doing this is already something. Some people may think: 'Oh, but I don't litter that much, so I'm not doing that much damage to the environment'. Since most people think so, such thoughts could be considered as the main cause of this problem. It's also important to dispose of trash properly.

Of course it doesn't stop there. People can volunteer to help get rid of other's people trash that had been simply thrown away.

I am pretty concerned about environmental problems, so I my lifestyle is environmentally-friendly. Gladly, most people I know also take care of nature and do their best not to do any harm to it.

In conclusion, I have to say that there are indeed a lot of problems we have to deal with. Still, it's good to see that both people and the government are trying to find some solutions (for example, in most countries littering is prohibited by law). Of course we have a long way to go, and we can't say how it will end, but I still hope for the best.

Scientific advisor: Bobrova G.B., senior teacher, Department of World Literature and Foreign Languages of Polotsk State University, the Republic of Belarus

COMPUTER TECHNOLOGIES AND THE FUTURE OF THE MANKIND

¹A.V. Abramova, ²Ya.A. Klimovich

¹Mozyr State University

Faculty of Physics and Engineering, Department of Informatics

²Polotsk State University, Faculty of Philology

Department of English and Teaching Foreign Languages

Nowadays it is impossible to imagine that informational technologies and human life can be separated as far as society has a strong dependence on informational technologies. Before speaking about the impact of IT on our life it will be reasonable to define the term informational technologies. Information technology is the technology used to store, manipulate, distribute or create information. But how important is the advancement of information technology into our lives? What is the part that this technology can show in present society? Will it be beneficial to all?

To begin with I would like to say that, the internet is a wonderful thing when it comes to searching for information. When I want to learn new things I can do this via the internet. It is very convenient that I do not need to read paragraphs of information, you can just get the answer you need by a click of a mouse. The internet is very good for looking up coursework and it gives you helpful tips as well. But over dependence on information technology makes students less active and innovative. My friends, for example, no longer take time to solve equation and tasks, all they do is query that task in a search engine and a solution will be provided. So I agree that Computers and the internet are valuable teaching and learning tools.

Another positive aspect of IT is that its systems give us remote access to any company's electronic network, so that you can work from home or on the road. This accessibility allows us to increase our productivity because we can still get work done, even when we are not physically in the office. Besides, communication is essential to the business world, and information technology gives any company the resources it needs to communicate quickly and effectively. Your IT department can hook your employees up with e-mail, video conferencing equipment and internal chat rooms, so that they always have an efficient way to conduct business and communicate.

However, as many scientists have mentioned that development of IT is likely to have more drawbacks rather than benefits in the future life. Along with providing problems, like establishing rules to use the available information and protecting it to be accessed by undesirable people. Another thing that the organization needs to be aware about is the quality of information in order to make quality decisions. Another main problem of IT is robbing. At the present time, in many countries of the world have problems as robbing money from the banks, companies with way of hacking. It also must be mentioned that the Internet is a powerful tool for terrorists, who use chat rooms to share information, coordinate attacks, spread propaganda, raise funds, and recruit.

To summarize technology is like a coin which has both positive and negative sides. We are the deciders and we have to choose how to use it. If we use it for posi-

tive things, it will have positive effect of our lives and vice versa. Nobody would oppose the development of technologies in any sector but the developments should be in a positive way and they should not have any negative impact on present or future generations.

Scientific advisor: Kovalyova E.V., Dr. phil, Department of English and Teaching Foreign Languages of Mozyr State Pedagogical University, the Republic of Belarus

DRAWBACKS OF TECHNOLOGICAL PROGRESS

¹Ya.A. Avdeychyk, ²K.A. Klimenko
Mozyr State University, Faculty of Philology
Department of English and Teaching Foreign Languages
Polotsk State University, Faculty of Philology
Department of English and Teaching Foreign Languages

In our age of technological progress using of artificial intelligence is highly widespread in science, industry and business. It helps us very much today but some people are afraid that the machines can make men useless. Being developed over the years, artificial intelligence surpasses men in various directions and it has its advantages and disadvantages.

The supremacy of artificial intelligence over men is beyond doubt and has its significant positive side. The introducing of machines made industrialization and mass production we know nowadays possible.

And as the computers grow smarter over the years it become able to substitute men in more and more branches of industry thus liberating people from exhausting physical labor and leaving to new generations more chances to devote their lives to more sophisticated occupations than a mere factory worker.

But the same superiority of machines due to research in artificial intelligence has done also undeniable negative influence on our society. In the nineteenth century due to industrialization many people lost their jobs and couldn't provide for their families. This way, as large corporation's profited, labor class came closer to poverty. Such ramification led to appearance of the Luddites who were destructing machines by design.

Taking into account the possibility of total disappearance of labor class in the distant future as a result of growing knowledge in artificial intelligence sphere and consequent substitution of factory workers by robots, even more serious civil disorders may rise. Thus it may become a new socio-economical problem.

There are positive and negative sides of the superiority of artificial intelligence over men. Performing particular jobs and substituting in it people, artificial intelligence helps to develop our industry but leave some workers unemployed.

To abandon such valuable technology would be, to put it mildly, ridiculous, but at the same time we should treat the development of artificial intelligence carefully

and not forget about the people suffered from it giving them proper chances to find the other job.

Scientific advisor: Kovalyova E.V., Dr. phil, Department of English and Teaching Foreign Languages of Mozyr State Pedagogical University, the Republic of Belarus

EVOLUTION OR INVOLUTION: THE ROLE OF HIGH TECHNOLOGIES IN THE MODERN WORLD

¹L.V. Andreychyk, ²A.S. Vodnev

¹Mozyr State University, Faculty of Philology
Department of English and Teaching Foreign Languages

²Polotsk State University, Faculty of Philology
Department of English and Teaching Foreign Languages

It's hard to realize how our world has changed just in few tens of years. Such inventions as the Internet, social networks, portable gadgets and others have modified our lives beyond the recognition. Things we thought fantastic, until recently, became reality. Came an era of the digital technologies. But is it as positive as it sounds? Are we using these technologies correctly? Haven't we lost the original setting? Opinions are divided. Some suppose that all the newest inventions improve our lives, others believe that they turning us into the silly beings waiting for the new update. I see two sides of the medal.

We live in the entertainment epoch; it's not surprising considering the fact that things, created initially for one purpose, became, in the result, the object of completely different appointment. I'll give some examples: smart phones so as the computers became not the remedy of communication and work, but devices for entertainment. Same touches the social networks which became a tool for dressing-off. And this list could be infinite. From one hand many of these inventions have stanchd and, moreover, improve our lives, but from other they transform us into the zombies gazing through the displays and uploading a daily selfie.

We think than we simplified our lives, but in real we simplify ourselves. We falsely suppose that our gadgets should do all the work for us. In that case the human potential will be pinching by a progress. Imagine, what if one day we will return to the Stone Age. Could we even get a food without ordering it from the internet?

Summarizing above, I want to mark that we should be careful. We can't allow the era of technological development became the epoch of mass degradation. We are human beings and we must use our potential.

Intellectual development is also very important, especially in this era of technology. We need to be intellectually savvy, so as not to seem like a black sheep. In every house and apartment there are a wealth of scientists – computers. And we are grateful to them for the fact that they make our lives easier and more convenient.

If not for the achievement of scientists, we would not know about many things that now seem clear as a bright day. Without poetry, we would not be able to feel that we are used to feel every day: love, admiration, gratitude and more.

Therefore it is impossible to divide the indivisible, it can only be broken. Let's enjoy what we have. Let us be grateful. Let us be grateful to scientist and poets for having knowledge and love.

Scientific advisor: Kovalyova E.V., Dr. phil, Department of English and Teaching Foreign Languages of Mozyr State Pedagogical University, the Republic of Belarus

INFORMATION TECHNOLOGIES AND THE ROLE OF SCIENCE IN THE MODERN SOCIETY

I.Yu. Antashkevich

Mozyr State University, Faculty of Philology
Department of English and Teaching Foreign Languages

Some people think that science plays a big role in the development of our civilization; others believe that our world would not be the same without poetry and art.

Let us start with considering the facts. First and foremost it is universally accepted that we need energy to survive. Energy comes from different sources, such as fire, electricity, different chemical reactions. All of those were discovered and exploited through the centuries by scientists. Another good thing about science that it moves our world forward helps us survive in harsh environments. It is also true that with science we figured out cures for a lot of diseases that in previous centuries killed thousands and thousands of people. In addition, some scientific discoveries such as figuring out how to work stone, iron and so on basically formed humanity in its beginning. The discovery of shipbuilding, flight allows humans to travel to new horizons. All of above facts prove the point of people who think that science plays the most important role in development of humanity.

But one should note here, that humans cannot survive on only science. Not only humans are sociable creatures, but also we have the ability to understand beauty, aspiration to create and observe it. To be specific, people create art and poetry from the beginning of times. There are discoveries of prehistoric drawings of scenes of hunting. This is known fact that people also told their stories in a form of poems. Furthermore, advance culture is one of the important distinguishing features of prosperous civilization. Those points prove that people who think that poetry and art play the most important role in the development of civilization.

From arguments stated above one could conclude that both science and poetry plays equal roles in the development of our civilization.

Nowadays it is impossible to imagine our life without modern informational technologies (IT) and the Internet. It seems that IT gadgets and cyberspace have become essential tools in our life. New technologies surround us in every aspect of life, especially in education. We cannot imagine our life without computers. Moreover,

maybe tomorrow it will take more places. We are see the dynamic development of information technologies and it is easy to assume that in 10 years computers will become more powerful, will gain a personality, and will replace teachers and traditional methods.

Everyone has his own views on modernizing education. Nevertheless, I think that information technologies offer other educational opportunities, in contrast to past years, and have significant potential. With modern technologies, educators, students, and parents have a variety of learning tools. First of all, informational technologies and the Internet have been helping students to acquire additional knowledge. There is a wide variety of educational computer programs and applications both students and teachers. With the help of IT, it became easier to attract the attention of students and make the educational process more interesting and colorful. Moreover, thanks to the Internet, teachers can cooperate to share their ideas and resources online: they can communicate with others across the world in an instant.

In my opinion, there are even more of benefits to using the informational technologies in teaching than I mentioned, despite the existing disadvantages. Nonetheless, from the perspective of the future teacher of computer science, I believe, that the leading role in the classroom remains with the teacher, and the computer along with others means of education will be only multi-functional assistant and teaching tool. In addition, I think that people should not fully trust the IT gadgets to avoid that fact that computers will replace teacher. Computer support should be a part of the educational process and be applied only where it is appropriate.

Scientific advisor: Kovalyova E.V., Dr. phil, Department of English and Teaching Foreign Languages of Mozyr State Pedagogical University, the Republic of Belarus

MODERN TECHNOLOGIES AND SCIENCE

M.V. Askerko

Mozyr State University, Faculty of Philology
Department of English and Teaching Foreign Languages

The 21st century is the epoch of scientific and technological progress and modern people can't imagine their life without different kinds of machines which simplify their living and make it more easy and comfortable. But are these innovations as good for people as it seems?

Nowadays the internet and computers has become very important part of our life especially among the teenagers. I think that almost everyone has a computer and the internet at home, using them for different aims. There is a wide range of activities in the internet. People can watch movies, read books, visit their favorite sites, listen to music or just play games. With the help of the internet it became possible to communicate with people from all over the world without even getting up from the table. Moreover people got the opportunity to use the internet for education. There is no more need to go to the library or to the bookshop to find the book you need. Now you

can find all necessary literature in the web and download it on your computer without paying any money. What concerns the replacement of teachers by computers? I believe that it cannot and shouldn't be done. Teachers share their knowledge with students and help them to overcome all difficulties. Also teachers explain some things in different ways while computers are not able to do it. And what is more important teachers can feel students' feelings and emotions, they may see the psychological state but computers cannot because they are just machines.

It seems that IT gadgets and cyberspace have become essential tools in our life. New technologies surround us in every aspect of life, especially in education. We cannot imagine our life without computers. Moreover, maybe tomorrow it will take more places. We are see the dynamic development of information technologies and it is easy to assume that in 10 years computers will become more powerful, will gain a personality, and will replace teachers and traditional methods.

Everyone has his own views on modernizing education. Nevertheless, I think that information technologies offer other educational opportunities, in contrast to past years, and have significant potential. With modern technologies, educators, students, and parents have a variety of learning tools. First of all, informational technologies and the Internet has been helping students to acquire additional knowledge. There is a wide variety of educational computer programs and applications both students and teachers. With the help of IT, it became easier to attract the attention of students and make the educational process more interesting and colorful. Moreover, thanks to the Internet, teachers can cooperate to share their ideas and resources online: they can communicate with others across the world in an instant.

In conclusion I want to say that undoubtedly there are some disadvantages connected with the advent of computers and the internet, but nevertheless there are more positive moments. We just need to use them rationally but not just for pleasure.

Scientific advisor: Kovalyova E.V., Dr. phil, Department of English and Teaching Foreign Languages of Mozyr State Pedagogical University, the Republic of Belarus

MODERN TECHNOLOGIES IN OUR EVERY-DAY LIFE

V.V. Kekeleva

Mozyr State University, Faculty of Philology, Department of English and Teaching Foreign Languages

Thousands of years the importance of technology has been greatly influencing our society. Evidence shows that our ancestors were using different kinds of apparatus to convey information to its recipient. Some make fire to produce smoke signals; others use pens and paper to transport data to different places. In the last 20 years there have been significant developments in the field of information technology, for example the World Wide Web and communication by email.

Let us consider what the advantages and disadvantages of information technology are. To begin with, the arrival of computers made the importance

of information technology rapidly spread around where everyone has observed its unveiling growth. It is an industry which gathers the procedure of computer hardware, software and networking.

It is true that information technology turns as an aid. The reliance on technology really goes too far. A standard process that allows great bulks of data to be kept and processed or transmitted at lightning speed. Now, there is more information at hand to make choices, sustain and preserve relations, monitor business activities or track movements. By this, information can be received and acquired at any moment. Moreover, the main advantages of technology are getting feedback and communication system.

However, as technology has great advantages in our life development but it also has many negative effects. For example, sitting in front of computers and using it to get information for a long time can bring much health illnesses such as eyesight problems. The main problem of information technology is robbing. At the present time, there are such problems as robbing money from the banks or companies in many countries of the world. I think that some measures must be taken to reorganize our priorities. It is very dramatic when you lose your money from the account, as the yesterday's news said, at a very critical moment of your life or when you need your money for health problems. The future can of course take care of itself, but we are to decide nowadays.

To draw the conclusion, I can say that information technology today permits us to gather, handle and interconnect a gigantic volume of information. Information technology has achieved a lot in this present era and will continue to evolve. It is more than a combination of computers and communication technology. It is indeed truthful to say that the information technology has successfully infiltrated human existences, occupying the biggest part of every lifestyle.

Scientific advisor: Kovalyova E.V., Dr. phil, Department of English and Teaching Foreign Languages of Mozyr State Pedagogical University, the Republic of Belarus

TECHNISCHE ASPEKTE DER KOMPAKTEN GESTEUERTEN FREILEITUNGEN

D.N. Suraschenko

Nationale Polytechnische Forschungsuniversität Tomsk
Energetisches Institut, Lehrstuhl für Elektrische Netze und Elektrotechnik
Gr. 5AM62

In der letzten Zeit gibt es folgende aktuelle Aufgaben: die Methoden der **Übermittlung und Verteilung der Elektroenergie** sowie die Steuerung der Betriebsarten von Energiesystemen **zu** vervollkommen, die Ausgaben für Aufbau und Betrieb zu reduzieren. Die Starkstromfreileitung der traditionellen Bauweise entspricht nicht immer den angeführten Anforderungen, deshalb wurden eine Reihe neu-

er Starkstromfreileitungen von Forschungs-, Entwicklungs- und Herstellungsbetrieben entwickelt [1].

Starkstromfreileitungen werden als kompakte gesteuerte Freileitungen bezeichnet. Es gibt folgende Arten davon:

- kompakte Dreiphasen-Einzelschaltungsfreileitungen;
- kompakte Zweikreis-Freileitungen;
- gesteuerte selbstkompensierte Zweikreis-Freileitungen.

Der Unterschied zwischen ihnen ist wie folgt. Die kompakten Dreiphasen-Einzelschaltungsfreileitungen unterscheiden sich von den traditionellen Bauweisen dadurch, dass der Abstand zwischen Phasen verkleinert, die Konstruktion und die Zahl der Phasen verändert, neue Isolationsvorrichtungen auf der Stütze verwendet werden. Eine Verbesserung des Kennwertes und eine Steigerung der Leitungskapazität werden dank dieser technischen Lösung gewährleistet [2].

Die kompakten Zweikreis-Freileitungen unterscheiden sich von üblichen Zweikreis-Freileitungen dadurch, dass jeder Dreiphasen-Stromkreis an ihnen in Form einer kompakten Dreiphasen-Einzelschaltungsfreileitung ausgeführt ist.

Die gesteuerten selbstkompensierten Zweikreis-Freileitungen bestehen aus zwei Dreiphasen-Stromkreisen, aber sie unterscheiden sich von der üblichen Zweikreis-Freileitung durch konstruktive, schematische und Betriebskennwerte. Der Hauptunterschied besteht in der Phasenannäherung verschiedener Stromkreise.

Heutzutage sind Projektarbeiten an kompakten Freileitungen für die 10-, 35-, 110-, 220-kV-Spannungen, Erforschung und Ausarbeitung der kompakten Freileitungen für die 330- und 500-kV-Spannungen sowie für die der höheren Klassen durchgeführt [3]. Dies ermöglicht die Verwendung der kompakten gesteuerten Freileitungen für den Aufbau neuer und Rekonstruktion bestehender Freileitungen der Stromversorgung sowie für die Entwicklung der Innen- und Außensysteme von Hochspannungsverbindungen des Verbundenergiesystems.

LITERATUR:

1. Postolaty V.M. et al. Efficiency of the Compact Controlled High-Voltage Power Lines // Problemele Energeticii Regionale, 2015. –N. 3(29). –S. 1–17.
2. Kopeikina T.V. Technische Aspekte der anwendungsorientierten kompakten Freileitungen // Internationale Zeitschrift für angewandte und Grundlagenforschung, 2015. – N 12 (4). – S. 581–584.
3. Shakaryan Yu.G., Timashova L.V., Kareva S.N. et al. Die Wirksamkeit der Übertragung elektrischer Energie bei Anwendung kompakter gesteuerter Freileitungen// Die Energie des einheitlichen Netzes, 2014. – N 3(14). – S. 4–15.

Wissenschaftlicher Betreuer: Yu.V. Kobenko, Prof., Dr. habil., Lehrstuhl für Fremdsprachen des Energetischen Instituts der Nationalen Polytechnischen Forschungsuniversität Tomsk.

DIE ANWENDUNGSEFFIZIENZ DER ABSORPTIONSWÄRMEPUMPEN FÜR DIE WIRTSCHAFTLICHKEITSSTEIGERUNG DER ARBEIT EINES HKW

¹D.S. Lushkowi, ²O.Ju. Romaschowa

^{1,2}Nationale Polytechnische Forschungsuniversität Tomsk

Energetisches Institut, ¹Lehrstuhl für Atom- und Wärmekraftwerke, Gruppe 5BM61

Die Effizienzsteigerung der Anwendung der Energieressourcen ist ein Weltproblem, weil die steigende Anfrage nach ihnen mit jedem Jahr unweigerlich zu ökonomischen, ökologischen und technischen Schwierigkeiten führt. Für das russische Energiesystem, wo der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung dominiert, ist das Problem der Effizienzsteigerung der Arbeit bestehender Heizkraftwerke (HKW) sehr aktuell.

Eine der aussichtsreichsten Technologien für ihren Einsatz am HKW ist die Konvertierung der Tieftemperaturwärme in die Hochtemperaturwärme unter Verwendung von Absorptionswärmepumpen (AWP).

Die positive Wirkung des Einsatzes von AWP am HKW hängt vom Arbeitsbetrieb der Turbinenanlage ab. Im Kondensationsbetrieb können Absorptionswärmepumpen zur Erhitzung des Kondensats vor dem Niederdruckvorwärmer dienen. Im Heizkraftbetrieb wird das Hauptkondensat vor dem Niederdruckvorwärmer durch Heizwasser und Rohwasser nach chemischer Wasserreinigung erhitzt (auch für die Heizleitungseinspeisung).

Der Kraftstoffeinsparungseffekt von dem Einsatz ist dann bemerkbar, wenn die Arbeit des ganzen Dampfstrahls anwächst. Die Erhöhung der Dampfarbeit ist in zwei Situationen denkbar:

- die Reduzierung der Arbeit des für die AWP-Anlage angezapfte Dampfstrahls wird weniger, als die Komplementararbeit, die infolge des Schwindens der Dampfmenge am ersten Niederdruckvorwärmer ersteht;
- durch Einspülen des Kühlwassers gelingt es, den Dampfdruck im Kondensator zu senken und das Turbinenwärmegefälle zu steigern.

Der erste Fall ist denkbar, wenn der Dampf einem Vorwärmer mit zu hohen Parametern (als es bei Wärmeübertragungsbedingungen nötig ist) entnommen wird. Zum Beispiel wird an einigen HKW der Industriedampf an den Vorwärmer des chemisch gereinigten Wassers durch den Druckminderer ein gespeist.

Das Ziel der Forschung ist eine Vergleichsanalyse der Berechnungsergebnisse von Optionen des Einsatzes von AWP im Wärmeschaltschema einer PT-Heizturbinenanlage. Der Forschungsgegenstand ist die Auswahl der besten Anschlussschaltung der AWP-Anlage auf der Grundlage der Analyse der Änderung von Merkmalen der Wirtschaftlichkeit der Arbeit des HKW.

Als Forschungsmuster galten die Turbinenanlage PT-80/100-130/13 und die Absorptionswärmepumpen der Firma «OKB Teplosibmasch». Die Wärmeschaltschema der Turbinenanlage ist in [1] dargestellt. Die Angaben für Betriebe wurden [2] entnommen.

Für die Vergleichsanalyse werden typische Arbeitsbetriebs der Turbinenanlage PT- ausgewählt. Das sind der Kondensationsbetrieb und der sommerliche Heizkraftbe-

trieb mit der Heisswasserheizungbelastung. Die Heizperiode (der Frühlingsanfang, der Winter, der Spätherbst) wurden nicht analysiert, weil die Temperatur des Kühlwassers in dieser Periode niedrig ist. Daher gibt es keine Probleme mit Unterdruck im Kondensator. Die Dampfdruckreduzierung unter Verwendung von AWP ist nicht wirtschaftlich zweckmäßig.

Im Kondensationsbetrieb wird der Hauptkondensat, im Heizkraftbetrieb das Rohwasser nach chemischer Wasserreinigung erhitzt. Das Kühlwasser wurde in beiden Betriebs abgekühlt.

An Bildern 1 und 2 werden Berechnungsschaltschemata für Heizkraftbetrieb der Wasseraufbereitung für die Heizleitungseinspeisung vor und nach der Einsetzung von AWP gezeigt.

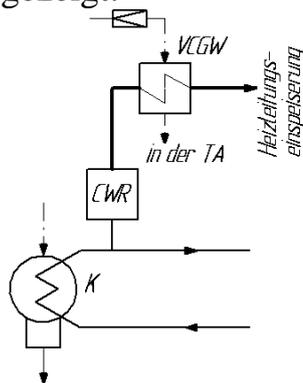


Bild 1 – Wasseraufbereitungsschaltplan für die Heizleitungseinspeisung vor der Einsetzung von AWP

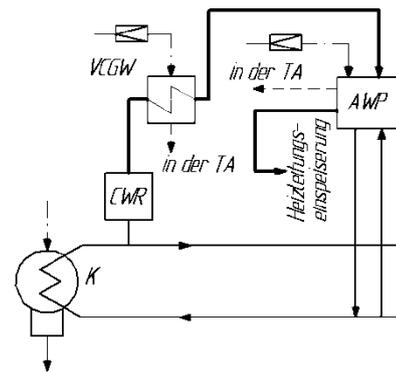


Bild 2 – Wasseraufbereitungsschaltplan für die Heizleitungseinspeisung nach der Einsetzung von AWP

wo K – Kondensator; CWR – chemische Wasserreinigung; VCGW – Vorwärmer des chemische gereinigten Wassers; AWP – Absorptionswärmepumpen

In der Tabelle 1 und den Bildern 3, 4 sind Berechnungsergebnisse des Heizkraftbetriebs bei Vorhandensein der Heißwasserheizungsbelastung dargestellt.

Tab. 1. Vergleichsanalyse des Berechnungsergebnisses der PT-80/100-130/13-Turbinenanlage im Heizkraftbetrieb bei verschiedenen Verbrauchswerten der Heizleitungseinspeisung

Merkmal	Verbrauch des Einspeisungswassers für die Heizleitung 125 kg/s		Verbrauch des Einspeisungswassers für die Heizleitung 250 kg/s		Verbrauch des Einspeisungswassers für die Heizleitung 500 kg/s	
	ohne AWP	mit AWP	ohne AWP	mit AWP	ohne AWP	mit AWP
Turbinendampfverbrauch, kg/s	80					
Stromerzeugung, MW	70,916	72,423	66,752	68,491	53,29	59,794
Dampfverbrauch im Kondensator, kg/s	48,61	50,54	40,65	44,76	22,43	30,08
Dampfdruck im Kondensator, MPa	0,0092	0,0091	0,0084	0,0083	0,0067	0,0065
Temperatur des Kühlwassers vor dem Kondensator, °C	20	19,3	20	18,9	20	17,7

Temperatur des Kühlwassers nach dem Kondensator, °C	31,1	30,8	29,3	29,1	25,1	24,5
Kühlwassersverbrauch, kg/s	2222	2222	2222	2222	2222	2222
Dampfverbrauch am VCGW, kg/s	7,6	1,72	15,91	4,06	35,1	11,57
Dampfverbrauch am VCGW und AWP, kg/s	7,6	5,92	15,91	12,31	35,1	28,07
Wärme, die Einspeisungswasser bekam, MW	26,19	26,19	52,4	52,4	104,7	104,7
Temperatur nach VCGW, °C	70	40	70	40	70	40
Wärme, die AWP gab, MW	-	5,72	-	11,79	-	23,57
Elektrischer Wirkungsgrad des Kraftwerkblocks brutto	0,3956	0,404	0,4296	0,4505	0,5292	0,5936
Elektrischer Wirkungsgrad des Kraftwerkblocks netto	0,3169	0,3236	0,3441	0,3609	0,4239	0,4755
Spezifischer Einheitskraftstoffverbrauch an der Elektroenergieabgabe, g/kW*h	388,1	380,1	357,5	340,8	290,2	258,7

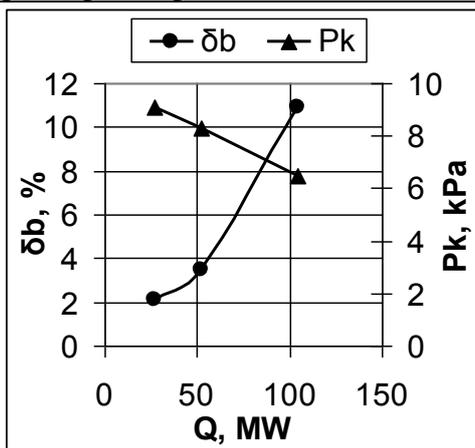


Bild 3 – Dependenz der relativen Einsparung des spezifischen Einheitskraftstoffverbrauchs an der PT-80/100-130/13-Turbinenanlage und der Dampfdruck im Kondensator von der Heißwasserheizungsbelastung ($G_0 = 80 \text{ kg/s}$)

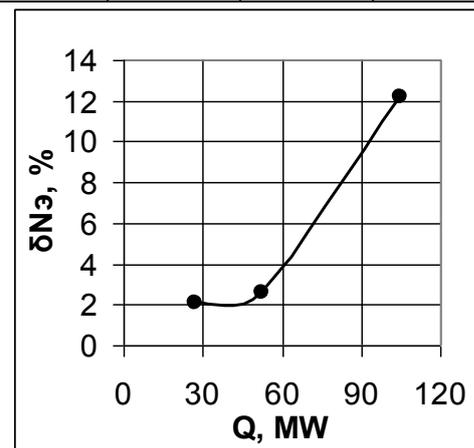


Bild 4 – Dependenz der relativen Steigerung der Stromerzeugung an der PT-80/100-130/13-Turbinenanlage von der Heißwasserheizungsbelastung ($G_0 = 80 \text{ kg/s}$)

Es bleibt festzuhalten:

- die Anwendung von AWP im Kondensationsbetrieb keinen Kraftstoffersparniseffekt gibt, weil das positive Ergebnis der Dampfdruckreduzierung im Kondensator und der Steigerung des Turbinenwärmegefälles das negative Ergebnis der Dampfverdrängung an der Wärmeregeneration aufwiegt. Aber diese Maßnahme ermöglicht es, den Dampfdruck im Kondensator ohne Nachlassen des Turbinendampfdurchsatzes zu reduzieren bei einer Begrenzung der Stromerzeugung im Sommer;

- die wirksamste Option des Einsatzes von AWP im PT-80/100-130/13-Wärmeschaltschema ist der Betrieb ohne Heizlast mit der Wasseraufbereitung für die Heizleitungseinspeisung;
- die Auswirkung der Heißwasserheizungsbelastung wurde in Bezug auf die Effizienz der Anwendung von AWP analysiert; die Zunahme der Heißwasserheizungsbelastung von 26 auf 105 MW beim Turbinendampfdurchsatz 80 kg/s führt zur Reduzierung des spezifischen Einheitskraftstoffverbrauchs von 2,1 % auf 10,9 %;

Demnach ist der Einsatz von AWP im Wärmeschaltschema einer Heizturbinenanlage eine wirksamste Option für die Effizienzsteigerung der Arbeit eines HKW. Aber zur Gewinnung des Maximalvorteils müssen Arbeitsbetriebe der Turbinenanlage und Merkmale des Außenmediums berücksichtigt werden, da sie sich auf die Arbeitseffizienz der AWP-Anlage auswirken.

LITERATUR:

1. Bojko E.A. et al. Wärmekraftwerke. – Krasnojarsk: Verlag der technischen Universität, 2006. – 152 S.
2. Zanev S.V., Tambieva I.N. Wärmeschemata und Kennwerte der Wärmeversorgungsanlagen / V.F. Shidkich (Hrsg.). – Moskau: Verlag des Energetischen Instituts, 1987. – 76 S.

Wissenschaftlicher Betreuer: Ju.V. Kobenko, Prof., Dr. habil., Lehrstuhl für Fremdsprachen des Energetischen Instituts der Nationalen Polytechnischen Forschungsuniversität Tomsk.

FACTS: MÖGLICHKEITEN UND DER AKTUELLE SACHSTAND

W.Ju. Tschuchmanov

Nationale Polytechnische Forschungsuniversität Tomsk

Energetisches Institut, Lehrstuhl für Elektrische Netze und Elektrotechnik,
Gruppe 5AM6D

Die Spannungsverteilung und damit die Leistungsflüsse im elektrischen Energieversorgungssystem werden durch die Einspeiseknoten (Kraftwerke), die Lastverteilung sowie die Netzstruktur und damit durch die Impedanzen im Netz bestimmt. Die Leistungsflüsse im elektrischen Energieversorgungssystem werden bisher über diskrete Längs-/Quer-Kompensation und Schrägregeltransformatoren mit geringer Schalthäufigkeit reguliert. Im stationären Fall wird dies durch Parallel- und Serienkompensation sowie durch Phasenschieber-Transformatoren erreicht. Diese Lösungen verändern resultierende Leitungsimpedanzen (Längs- und Quer-) bzw. koppeln Reihenspannungen oder Querströme ein.

Wie aus Bild 1 ersichtlich, kann der Lastfluss über eine Leitung durch 3 verschiedene Maßnahmen beeinflusst werden:

- Veränderung der Spannung (U_1 , U_2);

- Veränderung der Leitungsimpedanz (X_L);
- Veränderung des Winkels.

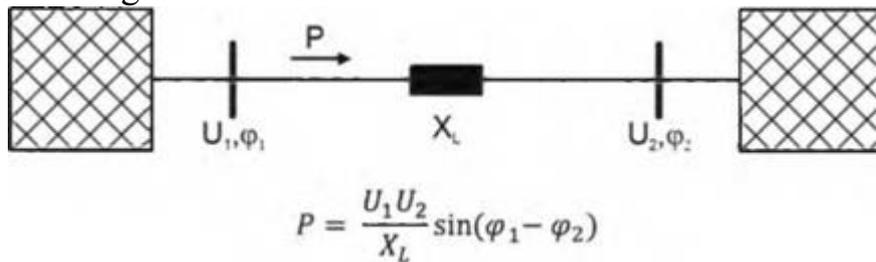


Bild 1. Wirkleistungsübertragung über eine Drehstromleitung [3]

Der Einsatz von Leistungselektronik ermöglicht es, diese Eingriffsmöglichkeiten auch dynamisch bzw. transient vorzunehmen. Die Betriebsmittel, die dies ermöglichen, werden als FACTS (Flexible AC Transmission Systems) bezeichnet.

FACTS bieten unter anderem die folgenden Möglichkeiten:

- Stabilisierung der Spannung
- Erhöhung von Übertragungskapazität einzelner Leitungen im stationären Betrieb;
- aktive Beeinflussung des Lastflusses;
- Verminderung von Netzverlusten durch Kreisflüsse (erhöht zusätzlich Übertragungskapazität);
- Optimierung von Kraftwerkseinsatzplanung durch verbesserten Lastfluss;
- Unterbindung von Überspannungen bei Lastabwurf -> Aufrechterhalten der Versorgungssicherheit;
- Dämpfung von Leistungsschwankungen bei Netzverbindungen über große Distanzen;
- Verbesserung der Spannungsqualität (v.a. interessant bei Industrienetzen mit hohen Anforderungen);
- Beherrschung des subsynchronen Resonanzphänomens SSR.
- Man unterscheidet FACTS nach der Art ihrer Schaltung im Netz.
- Parallelschaltung:
 - TCR (Thyristor-Controlled Reactor);
 - TSC (Thyristor-Switched Capacitor);
 - SVC (Static Var Compensator);
 - STATCOM (Static Synchronous Compensator);
- Reihenschaltung:
 - TCSC (Thyristor-Controlled Series Capacitor);
 - TSSC (Thyristor-Switched Series Capacitor);
 - TCSR (Thyristor-Controlled Series Reactor);
 - TSSR (Thyristor-Switched Series Reactor);
 - SSSC (Static Synchronous Series Compensator);
- Kombination aus Parallel- und Reihenschaltung:
 - UPFC (Unified Power Flow Controller);
 - DFC (Dynamic Power-Flow Controller).

Im Folgenden werden Prinzipien des Funktionierens STATCOM erörtert. Dieses Gerät findet eine weite Verbreitung heutzutage.

Aufgrund der Möglichkeit, mit abschaltbaren Leistungshalbleitern die Umrichterspannung in Betrag und Phase frei einzustellen, kann Blindleistung mit einem STATCOM ohne Installation von Drosseln und Kapazitäten von einer der Blindleistung entsprechenden Größe bereitgestellt werden.

Ein STATCOM ist ein VSC (Voltage Source Converter) mit einem Zwischenkreiskondensator. Die B6-Schaltung besteht aus IGBTs und parallelgeschalteten Dioden zur Inversion des Leistungsflusses. Bild 2 zeigt die prinzipielle Funktionsweise des STATCOM.

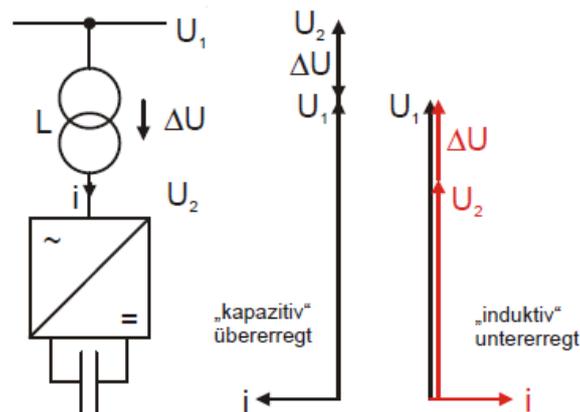


Bild 2. Ersatzschaltung und prinzipielle Funktionsweise des STATCOM

Wird über den VSC die Spannung U_2 größer als die Netzspannung U_1 eingestellt, fließt der Strom in das Netz, und der STATCOM arbeitet kapazitiv. Im umgekehrten Fall, wenn die Kompensatorspannung niedriger ist als die Netzspannung, fließt der Strom vom Netz in den Kompensator, dabei arbeitet der STATCOM induktiv. In beiden Fällen ist der Strom um 90° gegen die Netzspannung verschoben, der STATCOM tauscht also nur Blindleistung mit dem Netz aus [2]. In Russland im Prüfungsregime ist der erste STATCOM in Wyborg gestartet [1].

LITERATUR:

1. Das 400-kW-Umspannwerk von Wyborg. Online im Internet: http://www.fsk-ees.ru/press_center/photos/objects_mea/?PAGE_NAME=section&SECTION_ID=238 [eingesehen am 13. September 2016].
2. Schwab A. Elektroenergiesysteme – Erzeugung, Transport, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie. – Berlin: Springer-Verlag, 2006. – 1002 S.
3. Witzmann R. Vorlesung Energieübertragungstechnik. – München: Fachschaft Elektrotechnik und Informationstechnik e. V., 2015.

Wissenschaftlicher Betreuer: Ju.V. Kobenko, Prof., Dr. habil., Lehrstuhl für Fremdsprachen des Energetischen Instituts der Nationalen Polytechnischen Forschungsuniversität Tomsk.

DER WINDPARK BARD OFFSHORE 1: AUFBAU, STÖRFÄLLE, LEISTUNG

M.M. Osmolovskaja

Nationale Polytechnische Forschungsuniversität Tomsk
Energetisches Institut, Lehrstuhl für Automatisierung wärmeenergetischer Prozesse,
Gruppe 5B3V

Die Windkraft ist ein Zweig der Energiewirtschaft, der sich auf die Umwandlung der kinetischen Energie von Luftmassen in der Atmosphäre in elektrische, mechanische, Wärmeenergie oder jede andere Energieform spezialisiert, die für den Einsatz in der Volkswirtschaft geeignet ist.

Die Windkraft ist eine erneuerbare Energieform, da sie eine Folge der Solaraktivität ist. Die Nutzung der Energie des Windes ist heutzutage eine boomende Branche in vielen Ländern. Im Jahr 2014 betrug die gesamte Menge an elektrischer Energie, die von allen Windenergieanlagen der Welt produziert worden war, 706 Terawattstunden (d.h. 3% der menschengeschafften elektrischen Energie).

Große Windparks sind an das Gesamtnetz angeschlossen, die kleineren werden dagegen für die Stromversorgung von abgelegenen Gebieten eingesetzt. Im Gegensatz zu fossilen Brennstoffen ist die Windenergie praktisch unerschöpflich, weit verbreitet und umweltfreundlich. Allerdings ist der Aufbau von Windkraftanlagen mit einigen Schwierigkeiten technischer und wirtschaftlicher Art verbunden, wodurch sich die Ausbreitung der Windkraft deutlich verlangsamt.

Mehrere Windkraftanlagen, die an einem oder mehreren Standorten zu einem Verbundnetzwerk angeschlossen sind, werden als Windkraftanlagen oder Windparks bezeichnet.

Im Jahr 2010 begann der Aufbau des ersten Hochsee-Windparks „Bard Offshore 1“ mit 80 einzelnen Anlagen in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone in der Nordsee und endete im Jahr 2013. Jedoch ergaben sich bald Schwierigkeiten im Betrieb und der neu eröffnete Windpark musste schon bald für Wartungsarbeiten abgeschaltet werden. Doch schon bald beim Wiederhochfahren der Hightech-Anlage kam es erneut zu erheblichen Störungen bei der Stromübertragung und im März sogar zu einem Brand auf der Umspannplattform des Windparks. Fehlersuche und Reparatur dauerten mehrere Monate.

Der Zeitaufwand für den Bau war dreimal, der Kostenaufwand zweimal größer als geplant und betrug insgesamt 3 Millionen Euro. Zu viele unvorhergesehene Schwierigkeiten traten ein. Deshalb empfing man die Inbetriebnahme des ersten Windparks in Deutschland mit auffälliger Erleichterung. Es war eine immense technische Herausforderung, jedoch waren ihr die Macher gewachsen. Alle Baumaterialien einschließlich Ausrüstung waren deutscher Produktion. Insgesamt dürfen in der Nordsee 25 Windparks errichtet werden. Obwohl das Gerüst von Bard Offshore 1 bereits im August 2012 fertiggebaut war, dennoch wurde der Stromfluss erst im Frühjahr des darauf kommenden Jahres freigegeben. Es fehlte ein 15 Kilometer langes Kabel, das den Windpark mit dem Festland verbindet sollte.

Die installierte Gesamtleistung des Stromwindparks Bard Offshore 1 beträgt 400 Megawatt mit je 5 Megawatt Einzelleistung jeder der 80 Windenergieanlagen.

Deutschland plant im Jahr 2025 40–45% des gesamten Stromgehalts aus erneuerbaren Energien zu erzeugen. Früher plante Deutschland nur 12% des Windkraftanteils an der gesamten Stromerzeugung bis zum Jahr 2010. Dieses Ziel wurde bereits 2007 erreicht. Anfang 2015 belief sich die gesamte installierte Leistung aller Windenergieanlagen der Welt auf 369 Gigawatt.

Wissenschaftlicher Betreuer: Ju.V. Kobenko, Prof., Dr. habil., Lehrstuhl für Fremdsprachen des Energetischen Instituts der Nationalen Polytechnischen Forschungsuniversität Tomsk.

DER AUFBAU UND DAS FUNKTIONSPRINZIP DER KONDENSATIONS-DAMPFTURBINE

R.O. Zizer

Nationale Polytechnische Forschungsuniversität Tomsk
Energetisches Institut, Lehrstuhl für Atom- und Wärmekraftwerke, Gr. 5032

Die Kondensationsdampfturbine K-210-6,2 mit der nominellen Leistung 210 MW, mit dem Anfangsdruck eines Dampfes 6,2 MPa und mit dem Enddruck 4 kPa wird in den Kernkraftwerken verwendet, in deren thermodynamischen Kreisprozessen trockengesättigter Dampf als Arbeitskörper benutzt wird.

Die Turbine ist für den unmittelbaren Antrieb des Generators des Wechselstromes mit der Frequenz 50 Hz vorbestimmt. Die Richtung des Drehens des Rotors der Turbine ist im Uhrzeigersinn seitens des Vorderlagers der Turbine zur Seite des Generators.

Die Turbine besteht aus zwei Teilen: erstens der einflutige Hochdruckzylinder mit zwei Abteilungen und zweitens der zweiflutige Niederdruckzylinder.

In das Regenerativsystem der Dampfturbinenanlage gibt es 7 Speisewasservorwärmer, aus denen es 6 Winderhitzer und einen Mischvorwärmer gibt. Im Wärmeschaltschema der Dampfturbinenanlage gibt es das Dampfabsaugungssystem, in dem es einen Innenturbinenseparator in die Teile des hohen Drucks und einen äußeren Separator gibt, der zwischen des Hochdruckbereich und Niederdruckbereich liegt.

Der trockengesättigte aus der Kerndampferzeugungsanlage handelnde Dampf wird durch die Sperr- und Regelungsventile in den Hochdruckzylinder versetzt, in dem der Prozess seiner Ausdehnung geschieht.

Der Prozess der Dampfausdehnung wird von der Umwandlung seiner inneren Energie in die mechanische Energie der Bewegung in den Kanälen der Turbine begleitet. Für die Senkung der axialen Bemühungen auf die Welle des Rotors der Turbine und der Erhöhung des Wirkungsgrades ist die Turbine der Mehrstufigen erfüllt. In dem Bewegungsvorgang des Dampfes durch die Düse und die Arbeitsschulterblätter der Turbinenstufen wird die Bewegungsenergie des Dampfes in die mechanische Energie des Drehens der Welle des Rotors der Turbine umgewandelt. Diese Energie

wird dem Rotor des Generators des Wechselstromes trägt, und dieser Generator wird der Wechselstrom so produziert.

Die Senkung der inneren Energie des Dampfes wird von der Senkung seines Trockenheitsgrades begleitet. Die Senkung des Trockenheitsgrades bis zu 86 % und niedriger ist unzulässig, denn die erhöhte Feuchtigkeit verringert den Wirkungsgrad, sowie bringt zur Erosion der Schulterblätter. Um den Trockenheitsgrad im Teil des hohen Drucks zu erhöhen, ist der Innenturbinenseparator verwendet.

Der durcharbeitend in Hochdruckzylinder Dampf muss man trocknen. Für dieses Ziel im Zyklus der Dampfturbinenanlage wird der äußerliche Separator verwendet. Nach der Dampftentwässerung handelt dieser Dampf in den Niederdruckzylinder, wo seine Dehnung bis zum endlichen Zustand beim Druck 4 kPa geschieht.

Im Verlauf der Berechnung der thermischen Wirtschaftlichkeit der Dampfturbinenanlage ist es enthüllt, dass der elektrische Wirkungsgrad 38 % ist. Bei der modernen Entwicklung der Wissenschaft und der Technik ist das eine schwache Kennziffer.

Wissenschaftlicher Betreuer: Ju.V. Kobenko, Prof., Dr. habil., Lehrstuhl für Fremdsprachen des Energetischen Instituts der Nationalen Polytechnischen Forschungsuniversität Tomsk.

DER AKTIVE BLITZSCHUTZ

¹V.A. Vajtovitsch, ²Ju.V. Kobenko

^{1,2}Nationale Polytechnische Forschungsuniversität Tomsk

Energetisches Institut, ¹Lehrstuhl für Stromversorgung von Industriebetrieben

Gr. 5A3D

²Lehrstuhl für Fremdsprachen

Der aktive Blitzschutz ist im Vergleich zu herkömmlichen Schutzmethoden ein ingenieurtechnisches System, das im Falle eines gefährlichen Gewitters den Blitzstrom künstlich anzieht und sicher in den Boden leitet, um der natürlichen Blitzentwicklung zuvorzukommen und dadurch eine größere Fläche zu schützen. Der aktive Blitzschutz besteht als technisches Schutzverfahren seit Mitte der 1980er Jahre.

Der äußere Blitzschutz dient dazu, ein Objekt vor der Zerstörung durch einen direkten Blitzschlag zu schützen. Der Blitz ist eine atmosphärische Entladung, die infolge der erhöhten Spannung im Raum zwischen den Wolken dem Boden entsteht.

Der aktive Blitzschutz verfügt über einen aktiven Blitzempfänger, der Gegenstreamer viel früher und mit weit größerer Länge erzeugt als die konventionellen Schutzsysteme und somit die Effizienz der Schutzmaßnahmen erhöht. Der aktive Blitzschutz ermöglicht es, mit einer geringeren Anzahl von tiefer liegenden Blitzempfängern auszukommen.

Ein Blitzempfänger reagiert auf die Spannung im elektromagnetischen Feld, die sich gemäß der Annäherung einer Sturmfront vergrößert. Die Kondensatoren werden durch die Spannung aufgeladen, die durch dieses Feld auf die Antennenvorrichtung übertragen wird. Bei Erreichen der Spannung von 12–14 kV in den Kondensatoren

satoren, tritt der Abbau von kurzen Sicherungen und die Bildung eines Hochspannungsimpulses (200 kV) ein, deren Polarität der der Sturmfront entgegengesetzt ist. Diese Dynamik, die der Bildung einer natürlichen Leitentladung zuvorkommt, initiiert einen künstlichen nach oben führenden Leitblitz, der sich mit einer viel höheren Geschwindigkeit und für einen größeren Abstand entwickelt als der Kanalkopf und dadurch die Schutzfläche des Blitzschutzes deutlich vergrößert.

Der aktive Blitzschutz wird in Häfen, auf Baustellen oder an dicht belebten Orten eingesetzt. Zu seinen Vorteilen gehört die Beibehaltung des ästhetischen Erscheinungsbildes des zu schützenden Objektes, wodurch die Materialkosten und der Umfang an notwendigen Installationsarbeiten gering bleiben. Der Einsatz des aktiven Blitzschutzes bietet eine erhebliche Kostenersparnis.

Der aktive Blitzschutz ist eine moderne Entwicklung und ist nicht in den geltenden technischen Vorschriften auf dem Gebiet der Russischen Föderation zu finden. Deshalb können solche Systeme nicht zum Schutz von Industrieanlagen eingesetzt werden, die spezielle Maßtoleranzen und Genehmigungen erfordern.

Wissenschaftlicher Betreuer: Ju.V. Kobenko, Prof., Dr. habil., Lehrstuhl für Fremdsprachen des Energetischen Instituts der Nationalen Polytechnischen Forschungsuniversität Tomsk.

DER BIOBELAG AUF ELEMENTEN DER HOCHSPANNUNGSISOLATION

¹A.Ju. Serbina, ²Ju.V. Kobenko

Nationale Polytechnische Forschungsuniversität Tomsk, Energetisches Institut,

¹Lehrstuhl für Stromversorgung von Industriebetrieben, Gr. 5A3D

²Lehrstuhl für Fremdsprachen

Unter Isolation versteht man Instrumente oder Substanzen, die den Strom isolieren. Der Isolator ist eine Vorrichtung zum Aufhängen und Isolierung von Drähten und Kabeln auf Freileitungsträgern (FLT) oder Luftleitungen (LL).

Die Verschmutzung von Isolatoren reduziert erheblich ihre Entladungsspannung. Besonders gefährlich für die Isolation ist die gleichzeitige Wirkung von Verschmutzung und Befeuchtung. Die Entladungsspannung wird so weit reduziert, dass sie niedriger als Betriebsspannung sein kann. Dies führt zur Überlappung verschmutzter und befeuchteter Isolatoren. Wenn diese Überlappung auf der Stromschiene eines Umspannwerks eintritt, kann es zum vollständigen Stromausfall führen, d.h. zu einem schweren Unfall.

Die biologische Verschmutzung von Isolatoren (Biobelag) mit der Zeit hat einen dynamischen Charakter. Sie wird durch saisonale Veränderungen von Wind, Niederschlag und andere damit zusammenhängenden Wetterfaktoren beeinflusst. Es braucht mindestens 1,5–2 Jahren, die Grenzwerte der Verschmutzung zu erreichen. Dies ist der minimale notwendige Zeitraum, um eine korrekte Auswertung der Eigenschaften in einem Gebiet mit verschmutzter Atmosphäre erhalten und anschließend die Isolatoren zu reinigen.

Es gibt folgende Arten von Verschmutzung: 1) Verschmutzung durch Rauch (z.B. aus Kohlekesseln); 2) Verschmutzung durch Chemie, Zement- und Stahlindustrie (oder ähnliche Fabriken); 3) Salzbelastung durch die Ablagerung von feinem Meersalz-Belag auf der Oberfläche von Isolatoren auf den Linien oder Stromelemente, die in der Nähe eines Meers oder der Erosion von Salzböden liegen.

Entsprechend dem Verschmutzungsgrad unterscheidet man: leicht entfernbare Verschmutzung; unauslöschliche Schicht und wasserlösliche Salze.

Staub ist eine Hauptquelle der Schadstoffpartikel, die in der Luft schweben. Solche Bodeneigenschaften wie Salzgehalt, deren Löslichkeit und Fähigkeit, Elektrolyten zu bilden, sowie die Haftung der Partikel an der Oberfläche der Isolatoren und die Winderosion des Bodens beeinflussen die Isolierungsarbeiten. Die Staubpartikel aus der Luft bilden auf der Oberfläche des Isolators eine Schmutzschicht.

Isolatoren, die sich an der Küstenlinie befinden, werden zusätzlich von der Brandung befeuchtet. Bei trockener Luft wird Wasser verdampft und es bilden sich feine Meeressalzkpartikel heraus, die sich auf der Oberfläche von Isolatoren festsetzen. Die auf der Oberfläche des Isolators festgesetzten Partikel abgelagert machen sie rau; dies fördert eine weitere Ansammlung von neuen Partikeln.

Um den Biobelag effektiv zu bekämpfen, werden einer Reihe von Maßnahmen getroffen, die entweder in der Projektierungsphase berücksichtigt wurden oder beim Betrieb in Frage kommen.

Wissenschaftlicher Betreuer: Ju.V. Kobenko, Prof., Dr. habil., Lehrstuhl für Fremdsprachen des Energetischen Instituts der Nationalen Polytechnischen Forschungsuniversität Tomsk.

DER RELAISSCHUTZ IM ENERGIEWESEN

V.V. Kusnezov

Nationale Polytechnische Forschungsuniversität Tomsk

Energetisches Institut, Lehrstuhl für Elektroenergetische Systeme, Gr. 5A3A

Der Relaisschutz ist eine Reihe von automatischen Vorrichtungen zur schnellen Identifizierung und Trennung beschädigter Elemente vom Stromnetz in Notsituationen, um den normalen Betrieb des gesamten Systems zu gewährleisten. Der Relaisschutz besteht aus speziellen automatischen Einrichtungen zur Verhinderung von Unfällen in elektrischen Energiesystemen und deren Komponenten muss zwei Hauptfunktionen ausführen: erstens, automatische Erkennung von beschädigten Komponenten mit ihrer späteren Lokalisierung, d.h. die Ausfindung der Fehlerstelle; zweitens, automatische Erkennung von abnormalen Betriebsarten mit deren sofortiger Beseitigung.

An den Relaisschutz werden fünf grundlegende Anforderungen gestellt:

1. Selektivität, d.h. die Fähigkeit, das beschädigte Element sicherzustellen und zu deaktivieren;
2. Geschwindigkeit, d.h. das Zeitfenster von nicht mehr als einhundert Millisekunden für die Identifizierung des Versagens;

3. Sicherungsfähigkeit;
4. Zuverlässigkeit;
5. Empfindlichkeit, dieser Parameter kann je nach Justierung variieren.

Störungen im Relaischutz des Antriebssystems führen zu größeren Schäden und sogar Unfällen. Zum Beispiel führte der Unfall im Verbundenergiesystems Kanada – USA 1965 zu einer langen Unterbrechung in der Stromversorgung in einer Region von 200 Tausend Quadratmetern mit der Gesamtbevölkerung von etwa 30 Millionen Menschen in acht Staaten. Der Verlust belief sich auf etwa 400 Millionen US-Dollar. Im Jahr 1996 gab es im Westen des US-Stromnetzes zwei schwere Systemversagen bei längerem Stromausfall und brachte dem US-Haushalt einen Verlust über 800.000.000 Dollar ein. In der Entwicklung des Stromausfalls wurden in den Vereinigten Staaten im Jahr 1998 etwa 100 Freileitungen abgeschaltet. In Russland hatte es einen so großen Systemausfall noch nicht gegeben, aber die Gefahr, besteht laut Aussagen der russischen Elektrotechnik-Experten. In den letzten 15–20 Jahren wurde der Relaischutz in unserem Land nicht aktualisiert. Dies ist zum Teil dadurch bedingt, dass der Relaischutz im Vergleich zu anderen Arten von elektrischen Schutzgeräten nicht so schnell verschleißt. Aber er spielt die entscheidende Rolle in der Gewährleistung der Systemsicherheit und soll deshalb voll funktionsfähig sein.

Das Verdienst des russischen Systembetreibers des Edinaja Energetitscheskaja Sistema (das Vereinte Energiesystem) soll zur Kenntnis genommen werden. Durch eine zentralisierte Arbeit in der Verwaltung der gesamten elektrischen Energie-Industrie in dem Land im letzten Jahrzehnt konnten viele Unfälle, Schäden vermieden und ein stabiler Betrieb der gesamten elektrischen Energie-Industrie gesichert werden.

Zum Schluss muss gesagt werden, dass das Schutzrelais der wichtigste Teil der elektrischen Leistung ist. Ohne stabilen Betrieb der Stromnetze und -systeme sind alle Prozesse der Erzeugung, Umwandlung und Verteilung von elektrischer Energie praktisch nutzlos. Das Verhindern von Unfällen, Betriebsunterbrechungen und Schäden an elektrischen Geräten kann nur dank dem Relaischutz möglich sein. Der Relaischutz umfasst ebenfalls eine automatische Einstellung der Verteilung von elektrischer Energie im Fall einer Störung. Der Relaischutz bekämpft automatisch die Ursachen von Stromsystemausfällen und spart dadurch dem Menschen personelle und finanzielle Mittel für die Beseitigung der Folgen von Notsituationen.

Wissenschaftlicher Betreuer: Ju.V. Kobenko, Prof., Dr. habil., Lehrstuhl für Fremdsprachen des Energetischen Instituts der Nationalen Polytechnischen Forschungsuniversität Tomsk.

DAS SOLARE ENRGIEWESEN UND SEIN POTENZIAL

B.Ju. Schtscherbina, Ju.V. Kobenko

Nationale Polytechnische Forschungsuniversität Tomsk, Energetisches Institut,
Lehrstuhl für Elektrische Antriebe und Ausrüstung, Gr. 5G3A

Nationale Polytechnische Forschungsuniversität Tomsk, Energetisches Institut,
Lehrstuhl für Fremdsprachen

Die Solarenergie ist eine der zugänglichsten und verbreitetsten erneuerbaren Energien weltweit. Sie entsteht auf natürlichem Wege ohne menschliches Zutun und ist deshalb absolut kostenlos. Außerdem ist die Sonnenstrahlung sicher zu bedienen und hat keine schädlichen Auswirkungen auf die Umwelt. Eine mögliche Anwendung ist nahezu unbegrenzt.

Betrachten wir die Bedeutung von Sonnenlicht in der Biosphäre.

Der Wert der Sonnenstrahlung für die Natur kann nicht hoch genug eingeschätzt werden. Denn die Energie der Sonne ist nicht nur einer der wichtigsten Klimafaktoren und eine wichtigste Voraussetzung für die Existenz der Biosphäre. Sie ist für die kontinuierliche Bewegung der Luftmassen und die Homogenität der Zusammensetzung der Atmosphäre verantwortlich. Darüber hinaus gäbe es ohne Sonne auf der Erde keine grünen Pflanzen und folglich keinen Sauerstoff.

Im technologischen Bereich dient die Solarenergie zur Stromerzeugung. Sonnenkraftanlagen ermöglichen die Elektrifizierung von abgelegenen und schwer zugänglichen Regionen oder eine deutliche Reduzierung von Heizkosten eines privaten Hauses.

In Europa werden die sogenannten Smart-Häuser und Ökostädte immer beliebter. Ihr Konzept ist einfach: die auf dem Dach platzierten Solarstromanlagen decken vollständig den Energieverbrauch des Gebäudes. Dabei muss das Gebäude auf der Sonnenseite liegen und so ausgelegt sein, dass die Nutzung von Energie maximiert wird. Viele Smart-Häuser versorgen sich selbst mit Energie und Warmwasser, aber auch übertragen den überschüssigen Strom weiter.

Heute wird die Sonnenstrahlung zweierlei genutzt: zur direkten Umwandlung in elektrischen Strom (Photovoltaiken) und zur Wassererwärmung (Solarkollektoren).

Die Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie erfolgt in der sogenannten Lichtschranke. Das Hauptelement einer solchen Batterie ist der zweischichtige Aufbau aus Halbleitermaterialien mit unterschiedlicher Leitfähigkeit. Unter der Einwirkung von Sonnenlicht beginnen die an den Grenzschichten konzentrierten ungleichen Ladungen eine gezielte Bewegung und es entsteht der elektrische Strom. Mit anderen Worten beginnen die Halbleiter als eine Art Elektroden zu arbeiten. Dabei erfolgen keine chemischen Reaktionen, und somit ist die Struktur in der Lage, sehr lange zu arbeiten.

Für die Umwandlung von Sonnenenergie in Wärme werden spezielle Geräte, Solarkollektoren genannt, eingesetzt. Sie werden in drei Typen unterteilt: Flach-, Vakuum- und Luftkollektoren.

Das Funktionsprinzip der ersten beiden Arten von Solarkollektoren ist identisch. Das Kühlmittel passiert durch die Heizeinheit des Kollektors und wird auf eine

bestimmte Temperatur erhitzt. Es tritt dann in den mit Wasser gefüllten Wärmetauscher-Tank und gibt die gespeicherte Energie in den Behälter zurück. Das erhitzte Wasser wird der Wasserleitung oder dem Heizsystem zugeführt.

Der Hauptunterschied zwischen Flach- und Vakuumkollektoren besteht in der Konstruktion des Heizmoduls oder Absorbers. In flachen Geräten hat er die Form einer schwarzen Platte, an deren Innenseite ein schlangenartiger Schlauch für den Wärmeträger befestigt ist. In Vakuumkollektoren sieht der Absorber wie ein Glasrohrsystem aus mit den mit Kühlmittel gefüllten Stangen in seinem Inneren.

Alle Arten von Kollektoren haben sowohl ihre Vor- und Nachteile. Sie haben jedoch die Fähigkeit gemeinsam, Wasser ohne Energieverbrauch aus dem Netz zu erwärmen.

Russland hat ein großes Potenzial für die Nutzung von Solarenergie. Die Indikatoren für die Menge an Sonnenstrahlung in vielen Bereichen stimmen praktisch mit denen im Norden von Spanien und im Süden von Deutschland überein, und es sind heute gerade jene Bereiche, die unter angesehenen Unternehmen in der Solarbranche in Führung liegen. Dies bedeutet, dass die Solarenergie in Russland ist eine der vielversprechendsten erneuerbaren Energiequellen.

Das bisher größte russische Solarkraftwerk befindet sich in Dagestan (Kaspijsk). Elektrische Leistung dieser Anlage beträgt 8,9 Mio. kW / h pro Jahr. Dabei werden in Dagestan die Arbeiten am Aufbau neuer Solarstromquellen fortgesetzt.

Darüber hinaus werden Solarmodule in der Republik Altai in Sibirien und in der Region Stawropol aktiv installiert. Laut Prognosen für das Jahr 2020 soll die Gesamtproduktion von Solarenergie für diese Anlagen bis 2GW betragen. In den letzten Jahren entstanden viele Unternehmen in Russland, die Photovoltaiken und Solarmodule für Privathaushalte produzieren. In der Regel bieten sie Produkte ausländischer Unternehmen, aber einige von ihnen entwickeln ihre eigenen Produkte.

Wissenschaftlicher Betreuer: Ju.V. Kobenko, Prof., Dr. habil., Lehrstuhl für Fremdsprachen des Energetischen Instituts der Nationalen Polytechnischen Forschungsuniversität Tomsk.

DER SELBSTSTART VON EIGENBEDARFSMOTOREN

¹N.S. Nujansin, ²Ju.G. Janz

^{1,2}Nationale Polytechnische Forschungsuniversität Tomsk

¹Energetisches Institut, Lehrstuhl Stromversorgung von Industriebetrieben
Gr. 5AM64

²Institut für Physik und Technik, Zentrum für Messung
von Werkstoffeigenschaften

Beim Selbststart, insbesondere einem verlängerten, stellen folgende Abweichungen von Prozessparametern die größte Gefahr dar: Verringerung des Speisewasserflusses und Wasserstands im Kesseltrommel, Druckabfall in Speise- und Kondensationspumpen, Verbrauchsreduzierung des Umlaufwassers durch Turbinenkondensatoren, Abfall des Flüssigkeitsdrucks im Steuerungssystem und des Turbinen-

schmieröldrucks im Schmiersystem der Eigenbedarfsgeneratoreinheiten, Verringerung des Kesselvakuums und des Wirkungsgrads des Zuführstaubs [1].

Der Hauptgrund für die Motorabschaltung ist Kurzschluss. Eine störungsfreie Funktionsweise des Kraftwerks kann gesichert werden, wenn bei kurzfristigen Spannungssenkungen bzw. einem vollständigen Spannungsabfall auf der Eigenbedarfslinie, die durch Kurzschlüsse verursacht sind, Eigenbedarfsmotoren nicht eingestellt werden. Bei der Wiederherstellung der Normalspannung starten die Elektromotoren von selbst.

Der Selbststart ist der normale Betrieb von selbststartfähigen Elektromotoren der Eigenbedarfsmechanismen, der ohne menschliches Zutun nach einem kurzen Stromausfall erfolgt. Als geglückter Selbststart eines Eigenbedarfsmotors gilt ein solcher, bei dem die Restspannung auf der Eigenbedarfsstromlinie Elektromotoren auf die Motornendrehzahl beschleunigt, solange die Bedingungen für ihre Erwärmung und die Sicherheit des technologischen Betriebs des Kraftwerkes optimal sind.

Dieser Prozess ist von entscheidender Bedeutung für den sicheren Betrieb eines Kraftwerks. Diese liefern Wärme- und Elektroenergie an Städte und Gemeinden. Die elektrischen Eigenbedarfsmotoren sind Einheiten, die den sicheren Betrieb des Kraftwerks ermöglichen. Es ist daher notwendig, diese Motoren im Normalbetrieb einzusetzen.

Die Motoren im Kraftwerk bedienen viele Funktionen, z.B. Kohleentladung, Wassereinspritzung, Abkühlung von Mechanismen, Wasserumlauf im System von Rohren, Entlüftung von Räumen und andere wichtige Funktionen. Eigenbedarfsmotoren gehören nicht zur Grundausrüstung von Kraftwerken, aber ihr Versagen kann zu schweren Unfällen führen.

LITERATUR:

1. Schröder K. Die Lehre vom Kraftwerksbau. – Erlangen: Springer, 1962. – 740 S.

Wissenschaftlicher Betreuer: T.A. Dakukina, Dr. paed., Lehrstuhl für Fremdsprachen des Energetischen Instituts der Nationalen Polytechnischen Forschungsuniversität Tomsk.

ELEKTROFAHRZEUG ALS UMWELTFREUNDLICHES VERKEHRSMITTEL

¹W.W. Osipow, ²P.I. Kostomarow

^{1,2}Nationale Polytechnische Forschungsuniversität Tomsk
Energetisches Institut, ¹Lehrstuhl für Elektroantrieb und Elektroausrüstung,

Gr. 5G3A

²Lehrstuhl für Fremdsprachen

Das Elektrofahrzeug ist das Auto, das durch einen oder mehrere Elektromotoren mit Hilfe von autonomer Stromquelle (Batterien, Brennstoffzellen, usw.) und nicht durch den Verbrennungsmotor angetrieben wird.

Die Batterie-Elektrofahrzeuge sind die erste und einfachste Art von Elektrofahrzeugen. Die ersten Modelle wurden Ende des XIX Jahrhunderts hergestellt. Aktiv wurden sie in den USA bis 20-er Jahre des XX Jahrhunderts genutzt. Innerhalb von 30-er und 40-er Jahren wurden sie auch in Deutschland eingesetzt. Seit 1947 sind sie in England breit verbreitet.

Schematische Darstellung vom Batterie-Elektrofahrzeugen sieht im allgemeinen so aus: die Batterie wird durch die Stromleitung und Steuersystem des Traktionsmotors mit dem Fahrmotor verbunden, der seinerseits durch die Antriebswelle dem Hauptgetriebe das Drehmoment leitet.

Die Batterien sind auf dem Chassis eines Elektrofahrzeugs häufig angeordnet, so dass es möglich wird, einen schnellen Austausch von Batterien durchzuführen.

Moderne Anwendung

2004 wurden in den USA 55852 Elektrofahrzeuge genutzt. In den USA wird auch eine große Anzahl von selbstgebauten Elektrofahrzeugen eingesetzt. Weltweit führender Hersteller von Elektrofahrzeugen ist China. 2014 wurden in China 75000 Elektrofahrzeuge verkauft, was 25% des Weltmarktes betrug.

Daneben werden kleine Elektrofahrzeuge für die Warenbeförderung an Bahnhöfen, in Geschäften und Kaufhäusern sowie als Attraktion weit verwendet. In diesem Fall werden alle Nachteile der Gangreserve und der Geschwindigkeit, des hohen Eigenwertes der Batterien und Masse durch Vorteile übertrifft (das Fehlen von schädlichen Emissionen und Lärm, was für die Arbeiten in geschlossenen Räumen wichtig ist).

Serienfertigung:

Die Elektrofahrzeuge werden von viele Automobilherstellern (Nissan, BMW, Mitsubishi, Chevrolet und andere) produziert. Hier sind nur die einzigen Unternehmen dargestellt, die vor allem Elektrofahrzeuge produzieren:

- Rimac Automobili
- Tesla Motors
- Modec
- Lightning car
- BG Car
- ZENN Motor Company

- ZAP! (Zero Air Pollution)
- Phoenix Motorcars
- REVA
- Die bekanntesten kommerziell hergestellten Elektro-Modelle sind: Toyota RAV4 EV, ZENN, ZAP Xebra, General Motors EV1, Chevrolet Volt, Volvo C30 BEV, Tesla Roadster, Tesla Model S, Modec EV, Reva NXR, Renault Serie Z.E., Nissan LEAF, Tazzari ZERO, Lada Ellada.

Vorteile:

- Mangel an schädlichen Emissionen.
- Einfachheit der Konstruktion und Steuerung, hohe Zuverlässigkeit und Haltbarkeit der Fahrzeugteile (20-25 Jahre) im Vergleich zu einem konventionellen Fahrzeug.
- Ladung vom Stromversorgungsnetz (von der Steckdose), aber diese Methode ist 5-10 mal länger als auf einer speziellen Hochspannungsladeeinrichtung.
- Elektrofahrzeug ist die einzige Variante der Anwendung im Personenkraftwagenverkehr der Energie, die im Kernkraftwerk erzeugt wird.
- Masseneinsatz von Elektrofahrzeugen könnte das Problem der "Spitzenleistung" auf Kosten der Nachladung der Batterien in der Nachtzeit lösen.

Nachteile:

- Herstellung und Entsorgung von Batterien, die häufig toxische Bestandteile (beispielsweise Blei oder Lithium) enthalten.
- Teil der Batterieenergie wird für Kühlen oder Heizen des Fahrgastraums sowie andere Speisung von Bordenergieverbrauchern genutzt. Es werden Anstrengungen unternommen, dieses Problem bei der Verwendung von Brennstoffzellen, Superkondensatoren und Solarzellen zu lösen.
- Für den Masseneinsatz von Elektrofahrzeugen verlangt man die Schaffung einer geeigneten Infrastruktur für Nachladung von Akkus (Ladung auf "elektroladenden" Stationen)

LITERATUR:

1. Schtschetina W.A. et al. Elektrofahrzeug. Technik und Wirtschaft. – L.: Maschinenbau Verlag, 1987. – 315 S.
2. Renault-Nissan: China to become top EV market by 2020, 2016.
3. Gerasimow W.G et al. Elektrotechnisches Handbuch. – M.: MEI Verlag, 2004. – 696 S.

Wissenschaftlicher Betreuer: P.I. Kostomarow, Ph.D., Lehrstuhl für Fremdsprachen des Energetischen Instituts der Nationalen Polytechnischen Forschungsuniversität Tomsk.

ERARBEITUNG DES AUTOMATISIERUNGSSYSTEMS DER TECHNISCHEN KONTROLLE DER ELEKTRISCHEN ENERGIE AM BEISPIEL DES VERTEILUNGSOBJEKTES

¹T.S. Babeewa, ²P.I. Kostomarow

^{1,2}Nationale Polytechnische Forschungsuniversität Tomsk
Energetisches Institut, ¹Lehrstuhl für Automatisierung der Wärmeprozesse, Gr.
5BM63

²Lehrstuhl für Fremdsprachen

Das Ziel dieser Arbeit besteht darin, um automatisiertes System der technischen und kommerziellen Kontrolle der elektrischen Energie der Gesamtheit von verteilten Unternehmensgebäuden auf der Grundlage des programmierbaren Mikroprozessorcontrollers Elsimax zu erarbeiten.

Die Industrieunternehmen sind die größten Energieverbraucher. Im Durchschnitt 20..30% der Produktionskosten sind die Kosten für Elektrizität [1]. Deshalb ist es wichtig, eine genaue und zuverlässige Kontrolle des Energieverbrauchs durchzuführen. Sein Hauptzweck ist, genaue Höhe des Energieverbrauchs vom Unternehmen im Allgemeinen und von seinen einzelnen Abteilungen zu bestimmen. Die Kontrolle der Energie im Unternehmen gibt die Möglichkeit, Problembereiche und Technologieketten zu identifizieren, wo hoher Energieverbrauch produziert wird. Es ermöglicht, die Energiesparmaßnahmen zu erarbeiten und zu realisieren sowie ihre Wirksamkeit zu bewerten.

Die Automatisierung der Kontrolle der Energieressourcen ermöglicht, gleichzeitige Kontrolle von mehreren Produktionsstandorten zu organisieren, die sich in verschiedenen Gebieten befinden.

Für die Organisation solcher Kontrolle werden automatisiertes System der technischen Kontrolle der Energieressourcen und automatisiertes Informations- und Messsystem der kommerziellen Kontrolle der Energieressourcen verwendet, die entfernte Datensammlung von Messgeräten liefert und auf die obere Ebene überträgt, wo die Informationsverarbeitung, Vorbereitung der Daten für Analyse des Verbrauchs und Durchführung von kommerziellen Kontrollen mit Energieversorgern realisiert wird.

Der Einsatz eines automatisierten Systems der Kontrolle der elektrischen Energie sichert die Verringerung der Verluste durch das Gleichgewicht der Gewinnung und Verkauf der elektrischen Energie von Schienen des Unterwerks.

Technische Mittel der Kontrolle der elektrischen Energie müssen hohe Zuverlässigkeit und Genauigkeitsklasse aufweisen, um das Risiko finanzieller Verluste beim möglichen Ausfall der Elemente des Mess- und Informationskomplexes der Kontrolle der elektrischen Energie zu reduzieren.

Das entwickelnde System muss verteilt werden, drei Ebenen haben und den Anforderungen der Regeln der elektrischen Vorrichtungen entsprechen, die ein vollständiges Bild vom Energieverbrauch des Unternehmens und seiner Abteilungen geben.

Technische Kontrolle der Energieressourcen verlangt die Verfolgung der Energiemenge, die in verschiedenen Abteilungen in Abhängigkeit von Tageszeit und

Wochentagen verbraucht wird. Diese Aktivitäten werden durchgeführt, um Bereiche mit dem höchsten Verbrauch der Energieressourcen zu identifizieren. In Folge werden die Prüfungen und Maßnahmen für mögliche Energieeinsparungen durchgeführt.

Für kommerzielle Berechnungen mit Energieversorgern, Bestimmung von Energieverlusten und Diebstählen sind die Zählerangaben erforderlich, die gemeinsamen Eingang - Gesamtstromverbrauch des Niederlassungsunternehmens registrieren.

Das Strukturschema der technischen Kontrolle der Energieressourcen wird in 3 Teile in Übereinstimmung mit den Ebenen des Systems aufgeteilt. Auf der unteren Ebene sind die Stromzähler für Information über den Energieverbrauch dargestellt, auf der zweiten Ebene sind Mikroprozessorsteuerungen für die Speicherung und Übertragung von Informationen auf die obere Ebene zu sehen, die obere Ebene stellt der Arbeitsplatz des Operators - ein PC mit spezieller Software und dem installierten SCADA-System dar.

Das Unternehmen verfolgt die Kontrolle von Wirk- und Blindleistung. Da der Strom im Netz Dreiphasen hat, muss die Kontrolle der elektrischen Energie mit Hilfe von Drehstromzählern durchgeführt werden. Für die Projektierung des automatisierten Systems muss man intelligente elektronische Zähler verwenden. Die Kontrolle und die Registrierung des Energieverbrauchs wird mit Hilfe von intelligenten Drehstromzählern durchgeführt, die in den entsprechenden Versorgungsschränken eingebaut sind.

Der Betrieb des automatisierten Informations- und Messsystems der kommerziellen Kontrolle der Energieressourcen umfasst einfache Automatisierungsprozesse mit einer relativ geringen Anzahl von Signalen. Daher muss man für die Erarbeitung dieses Systems industrielle einblockige Mikroprozessorsteuerungen für Kleinautomatisierung verwenden.

Um dieses Ziel zu erreichen, ist funktionelles elektrisches Schema, das Schema der allgemeinen Art der Speiseschränke sowie notwendige Ausrüstung konzipiert.

Für bequeme Sammlung und Kontrolle der Daten ist SCADA-System auf der Grundlage von PO SCADA Infinity erarbeitet. Die Verbindung der unteren und oberen Ebenen wird durch MPK mit dem Aufbau des Signalbaumes im Software-Paket Infinity-OPC-Server hergestellt.

Die Kosten für die Umsetzung des technischen Projektes sind berechnet, die Aussichten der Umsetzung des technischen Projektes unter dem Gesichtspunkt der Ressourceneffizienz und Ressourcensparung, Planung und weitere Konzipierung des Zeitplanes für die Umsetzung des Projektes sowie die Erstellung des Kostenschlages sind durchgeführt.

Wissenschaftlicher Betreuer: P.I. Kostomarow, Ph.D., Lehrstuhl für Fremdsprachen des Energetischen Instituts der Nationalen Polytechnischen Forschungsuniversität Tomsk.

LITERATUR:

1. Kontrolle der Energieressourcen im Unternehmen: Energieauditkontrolle. – URL: <http://www.ackye.ru>.

DIE MODELLIERUNG DES PROZESSES DES UNUNTERBROCHENEN SCHMELZENS DES UNORGANISCHEN ROHSTOFFS MIT DEM WEITEREN ABLAUF DER SCHMELZE AUS DER ZONE DER PLASMAERWÄRMUNG

¹M.S. Malashenko, ²T.A. Dakukina

^{1,2}Nationale Polytechnische Forschungsuniversität Tomsk
Energetisches Institut

¹Lehrstuhl für Wärmeenergetik und Wärmetechnik, Gr. 5BM62

²Lehrstuhl für Fremdsprachen

Die Schmelzgewinnung aus dem quarzerhaltenden Rohstoff, wo der Ofen gebraucht wird, ist ein schwieriger Prozess, weil er sich bei den niedrigen Temperaturen abläuft, die die Schmelzanlagen generieren. Um es zu überwinden, wird das Nieder-temperaturplasma für den gegebenen Prozess angewendet. Die Aufgabe des Schmelzens der Teilchen des Ausgangsrohstoffs wird betrachtet, die in den Tiegel eines bestimmten Umfangs fließen, wo sie im zähflüssigen nichtzusammengedruckten Hochtemperaturstrom der Schmelze weitergetrieben werden. Das Schmelzen läuft sich unter dem Einfluß vom Plasmaschnur ab [1,2].

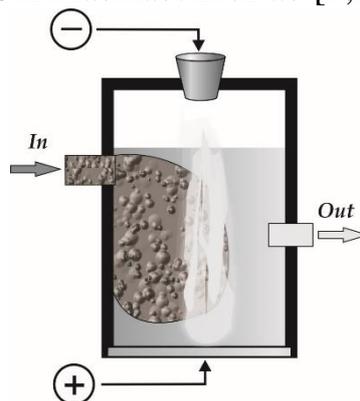


Abb. 1. Das Schema der Anlage

Die Anlage stellt der Tiegel dar (Abb.1), der einen Plasmaschnur hat, der einerseits positiv und andererseits negativ geladen ist. Bei der Entladung entstehen hohe Bedeutungen der Temperaturen, die ermöglichen, notwendige Schmelze zu gewinnen. Außen wird der Tiegel vom kalten Wasser gekühlt, damit seine Wände unter dem Einfluß von hohen Temperaturen nicht zerstört werden.

Der Prozess geschieht ununterbrochen, was ermöglicht, gleichzeitig Laden und Entladen des Rohstoffs herzustellen. Es bedeutet, dass es keine Zeit- und Wärmeverluste gibt.

Die Anwendung der Plasmaströme bringt zur Senkung des Energieverbrauchs bei der Schmelzgewinnung und der kleineren Absonderung der schädlichen Stoffe in die Umwelt. Aufgrund der Hochtemperaturschmelze werden Mineralfasern gewonnen, die hohe Betriebseigenschaften und chemische Standhaftigkeit haben und haltbar sind.

Die Strömung der Flüssigkeit wird von den Angleichungen von Navier – Stokes unter Berücksichtigung der Fläche formuliert, die frei für die Strömung ist:

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \frac{\partial uU}{\partial x} + \frac{\partial uV}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left(v \cdot S_y \cdot \frac{\partial u}{\partial y} \right) - \frac{S_x}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial x}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial vU}{\partial x} + \frac{\partial vV}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(v \cdot S_y \cdot \frac{\partial v}{\partial x} \right) - \frac{S_y}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial y} - \beta \cdot g \cdot \Delta T_0 \cdot S_y. \quad (2)$$

Die Angleichungen (1) und (2) werden von der Angleichung der Unzertrennlichkeit geschlossen:

$$\frac{\partial uS_x}{\partial x} + \frac{\partial vS_y}{\partial y} = 0. \quad (3)$$

Für die Modellierung des thermischen Feldes des Tiegels wird die Angleichung der Energie verwendet, die ermöglicht, die Wärme für das Schmelzen der Teilchen des Ausgangsmaterials bei $r_p > 0$ zu verbrauchen:

$$\frac{\partial c_p T}{\partial t} + \frac{\partial c_p u T}{\partial x} + \frac{\partial c_p v T}{\partial y} = \frac{1}{\rho} \cdot \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \cdot \frac{\partial T}{\partial y} \right) + q_v - q_s \cdot \rho_p \cdot \frac{\partial r_p}{\partial t} - k_{wV} \cdot q_w \right]. \quad (4)$$

wo k_{wV} – das Verhältnis zwischen der Fläche der Abkühlung und einem willkürlichen Umfang V ist. Die numerische Modellierung wird an der Wand des Tiegels aufgegeben Dichte der thermischen Verluste q_w durchgeführt, die den Prozess der Wasserkühlung des Tiegels modelliert.

Für die Realisierung des mathematischen Modells wurde die Methode des Kontrollumfangs von Patankara gewählt.

LITERATUR:

1. Borisov B.V., Maslov E.A., Malashhenko M.S. Modellierung des Prozesses der Schmelzgewinnung aus dem quarzerhaltenden Rohstoff mit der Nutzung der Plasmatechnologie. – TPU, 2015. – S. 3.
2. Borisov B.V., Maslov E.A., Malashhenko M.S. Modellierung des Prozesses des unterbrochenen Schmelzens des quarzerhaltenden Rohstoffes und des folgenden Ablaufes der Schmelze aus der Zone der Plasmaerwärmung. – TPU, 2015. – S. 6.

Wissenschaftlicher Betreuer: P.I. Kostomarow, Ph.D., Dozent des Lehrstuhls für Fremdsprachen des Energetischen Institutes der Polytechnischen Universität Tomsk.

Ген. – der Generatorständer;
Возб. – der Gleichstromerreger;
ТА и TV – die Strom- und Spannungstransformatoren;
W – der Leistungsmesser;
П1 – der Konverter (der Gleichstromtransformator);
П2 – der Konverter der äußersten Grenze der sinusförmigen Charakteristik der Wirkleistung des Generators;
П3 – der Konverter des Verhältnis der Generatorbelastung an der äußersten Grenze der sinusförmigen Charakteristik der Wirkleistung.

Es bleibt festzuhalten, dass die gesamte statische Stabilität des Netzabschnitts z.B. eines Kraftwerks am Zustand der einzelnen Aggregate bestimmt werden kann. Die Belastungsberechnung jedes einzelnen Aggregats gibt über seinen Zustand Auskunft und zugleich Anweisungen, seine Betriebsart zu verbessern.

Wissenschaftlicher Betreuer: T.A. Dakukina, Dr. paed., Lehrstuhl für Fremdsprachen des Energetischen Instituts der Nationalen Polytechnischen Forschungsuniversität Tomsk.

DIE RECHNUNGSBEWERTUNG DER AKTIVITÄT VON SPALTPRODUKTEN WÄHREND DES NORMALEN BETRIEBS DES GASGEKÜHLTEN HOCHTEMPERATUR-REAKTORS

G.O. Nurakowa, P.I. Kostomarow

^{1,2}Nationale Polytechnische Forschungsuniversität Tomsk

^{1,2}Energetisches Institut, ¹Lehrstuhl für theoretische und industrielle Wärmetechnik,
Gr. 5FM61

²Lehrstuhl für Fremdsprachen

Der Zweck des Artikels besteht darin, die Bewertung der Aktivität von Spaltprodukten während des normalen Betriebs des gasgekühlten Hochtemperatur-Reaktors durchzuführen.

Die Ziele des Artikels umfassen folgende Aspekte:

- Prüfung der technischen Unterlagen und Gestaltung von gasgekühlten Hochtemperatur-Reaktors;
- Vorbereitung der Eingabedaten bei den Strahlungseigenschaften und der Methode zur Berechnung der Ausbeute von Spaltprodukten;
- Untersuchung von FHDLOSE Programm.

Gasgekühlter Hochtemperatur-Reaktor kann als Quelle der Kernkraft betrachtet werden, die menschliche Gesellschaft mit umweltfreundlicher und hochwertiger Energie versorgen kann.

Die Schlüsseltechnologie des gasgekühlten Hochtemperatur-Reaktors ist die Konstruktion der Wärmemontierungen, die nur keramische Materialien und Graphit der Kernqualität verwenden. Die Wärmekomposition wird in Form von mehreren Mikroschemen mit einem Durchmesser von etwa 0,5 mm mit mehreren Schichten

von Schutzschichten eingefasst, die förmige Kapseln bilden, die zu hohen Temperaturen beständig sind und verlässige Rückhaltung von Spaltprodukten sichern.

In Zukunft kann gasgekühlter Hochtemperatur-Reaktor als einer der viel versprechenden Energiequellen der Republik Kasachstan sein. Gasgekühlter Hochtemperatur-Reaktor trägt zur Entwicklung der neuen industriellen Technologien bei.

Die Haupteigenschaften des gasgekühlten Hochtemperatur-Reaktors sind:

- Temperatur des Kühlmittels beim Ausgang ist 950 °C;
- hohes Niveau des Selbstschutzes;
- beständiger Kraftstoff, Edelgas;
- hoher Wirkungsgrad, auch beim Bau des kleinen Reaktors mit 300 MW oder weniger;
- Verwendung der kleinen Menge des Kühlwassers.

Der Zweck der Berechnung besteht darin, maximal mögliche Aktivität in den der Spaltprodukten im Kraftstoff des gasgekühlten Hochtemperatur-Reaktors während des normalen Betriebs zu bestimmen.

Grundlegende Aufgaben, die ermöglichen, die das beabsichtigte Ziel zu erreichen, sind:

- Bestimmung der Aktivität der Spaltprodukte, die in Folge des unabhängigen Ausgangs mit Rücksicht auf die Spaltung gebildet sind;
- Bestimmung der Aktivität der Spaltprodukte, die in Folge des kumulativen Ausgangs mit Rücksicht auf die Spaltung gebildet sind;
- Bestimmung der Gesamtaktivität der Spaltprodukte.

Als Ergebnis der Berechnungen sind die Angaben der Aktivität der Spaltprodukte am Ende der Kampagne von Isotopen und ihre gesamte maximale Aktivität eingeholt. Die geschätzte Gesamtaktivität von Spaltprodukten am Ende der Kampagne belief sich auf $8,0 \times 10^{17}$ Bq.

Schlussfolgerungen:

- Konstruktion und grundlegende Eigenschaften des gasgekühlten Hochtemperatur-Reaktors sind untersucht;
- FHDOSE Programm ist entwickelt;
- Prozesse der Bildung von Spaltprodukten im spaltbaren Material sind betrachtet;
- Durch FHDOSE Programm modellierte Berechnung ist durchgeführt.

Wissenschaftlicher Betreuer: P.I. Kostomarow, Ph.D., Dozent des Lehrstuhls für Fremdsprachen des Energetischen Institutes der Polytechnischen Universität Tomsk.

GRAVITATION SOLIDER MECHANISCHER ENERGIESPEICHER

A.A. Ikkert, A.Ju. Filin

Nationale Polytechnische Forschungsuniversität Tomsk
Energetisches Institut, Lehrstuhl für Dampfgeneratorbau und -anlagen, 5BM61

Die meisten erneuerbaren Energiequellen sind instabil. Sonnenkollektoren arbeiten nicht nach Sonnenuntergang, windstill Wetter kann die Windenergie zu stoppen für ein paar Tage in einer Reihe, und auch der Fluss – die stabilste der Massenquellen billiger Energie – könnte austrocknen oder einfrieren. Es ist notwendig, eine Reserve von überschüssiger Energie während der Perioden der Überschuss zu schaffen, um das Defizit zu kompensieren, wenn die Stromquelle nicht verfügbar ist. Daher kann jedes Kraftwerk, das erneuerbare Energiequellen nutzt, sollte mit irgendein Energiespeicher ausgerüstet werden.

Mechanische Energiespeicher sind die älteste Klasse solcher Geräte. Eine Möglichkeit, Energiespeicherung zu implementieren – eine geneigte Eisenbahn mit einem Sonderzug. Bei der Stromerzeugung hoch ist, gehen die Eisenbahnwagen den Berg hinauf mit Hilfe von Elektromotoren und die potentielle Energie angesammelt.

Wenn die Energieleistung ab und der Verbrauch steigt, die Wagen nach unten rollen, während Motoren als Generatoren arbeiten, wird die Energie an das Netz gegeben.

Die Energieintensität dieser Vorrichtungen wird durch die Formel $E = m \cdot g \cdot h$ bestimmt. Somit hängt die Menge der gespeicherten Energie von den Einbaugewicht und der Höhenunterschied der Eisenbahn.

Dieser Antrieb hat eine ziemlich einfache Konstruktion, hohe Zuverlässigkeit und lange Lebensdauer. Beschränkung der empfangenen Leistung von Geräten erlegt nur die Beschleunigung der Schwerkraft, die die maximale Steigerungsrate fallenden Frachtraten bestimmt. Die Lagerzeit einmal gespeicherte Energie ist praktisch unbegrenzt. Im Gegensatz zu den häufigsten Energiespeicher – Pumpspeicherkraftwerk, können sie in Bereichen eingesetzt werden, in denen es einen Mangel an Wasser ist. Darüber hinaus, trockenes Klima verlangsamt der Korrosionsprozesse und erhöht die Lebensdauer. Niedrige Geschwindigkeit Bewegungsmechanismen verursachen höhere Zuverlässigkeit und Sicherheit im Vergleich mit Schwungräder. Der Anlagenwirkungsgrad auf einem Niveau von 85%.

Energie während des Anstiegs von Feststoffen angesammelt hat, kann in kürzester Zeit gelöst werden, so können Sie es verwenden die Lastsprünge in großen Stromversorgungssystemen zu steuern.

Bis heute ist die Entwicklung der Energiespeicherung im Prototyp-Stadium. Auf dem Weg der Umsetzung gibt es keine wesentlichen technologischen Beschränkungen, so können sie beginnen mit der Entwicklung der erneuerbaren Energien in Verbindung verwendet werden.

Wissenschaftlicher Betreuer: Yu.V. Kobenko, Prof., Dr. habil., Lehrstuhl für Fremdsprachen des Energetischen Instituts der Nationalen Polytechnischen Forschungsuniversität Tomsk.

DIE HYBRIDANLAGE ZUR STROMERZEUGUNG

A.Ju. Filin

Nationale Polytechnische Forschungsuniversität Tomsk
Energetisches Institut, Lehrstuhl für Dampfgeneratorbau und -anlagen, Gr. 5BM61

Erneuerbare Energie ist eine Art von Energie, die ständig in der Biosphäre der Erde erneuert wird. Dazu gehören Solar-, Wind-, Wasserkraft, Gezeitenenergie, einschließlich Energie der Meereswellen und Flussströmungen, Geothermie mit natürlichen unterirdischen Wärmeübertragung, thermale Energie der Erde, Luft, Wasser mit niedrigem Temperaturniveau und die Verwendung von speziellen Wärmeträgern sowie die Biomasse mit den für die Energieerzeugung speziell angebauten Pflanzen.

Man begann erneuerbare Energien vor langer Zeit zu nutzen, z.B. auf Mühlen, die mit Hilfe der Energie von Flüssen und Wind Getreide zu Mehl mahlen.

Heute erleben wir eine sehr schnelle Entwicklung der so genannten Mikroenergetik, die aus zum größten Teil aus erneuerbaren Energiequellen besteht. Neue Stromerzeugungsanlagen werden aus modernen Werkstoffen hergestellt, sie sind viel leistungsfähiger, mobiler und zuverlässiger geworden als ihre Vorgänger.

Der ununterbrochene Betrieb der Anlage wird durch die Verwendung von mehreren Energiequellen gewährleistet. Die erste Energiequelle ist ein Wasserrad (Mini-Wasserkraftanlage), die die Energie des Flusses in die Drehung des Rads umwandelt. Weiterhin wird die gewonnene Energie unter Verwendung des Riemengetriebes, das das Rad und den Generator verbindet, in Elektrizität umgewandelt und an den Verbraucher geliefert. Wenn die erste Quelle aus irgendeinem Grund nicht die erforderliche Leistung erbringt, muss die zweite Quelle – die schwebende Windanlage einspringen. Es ist ein Gerüst, das in die Luft mit Hilfe eines mit Wasserstoff gefüllten Ballon gehoben wird. In der Mitte des Rahmens sind Rotorblätter des Windgenerator angebracht, der Windenergie in elektrische Energie umwandelt, die später an den Verbraucher geliefert werden soll.

Dieses Gerät kann in den nördlichen Regionen Russlands und sogar im Urald (Taiga) neben einem kleinen Fluss installiert werden, wo es Unterbrechungen in der Stromversorgung oder Lieferstörungen gibt. Diese Anlage ist ökologisch und wirtschaftlich, da für die Herstellung preisgünstige Qualitätsmaterialien verwendet und keine großen Investitionen für den Aufbau von langen Übertragungsleitungen benötigt werden, wobei das Problem der sicheren und unterbrechungsfreien Stromerzeugung dauerhaft gelöst bleibt.

Die heutige Entwicklung der erneuerbaren Energien in der Russischen Föderation kommt aufgrund der russischen Mentalität langsamer voran als in anderen Ländern. In Russland gibt es sehr wenige Investitionen in diesen Wirtschaftsbereich. Dabei konnten wir auf erneuerbare Energien fast vollständig umsteigen.

Wissenschaftlicher Betreuer: Yu.V. Kobenko, Prof., Dr. habil., Lehrstuhl für Fremdsprachen des Energetischen Instituts der Nationalen Polytechnischen Forschungsuniversität Tomsk.

KENNGRÖSSEN ZUR REGELUNG EINER WINDKRAFTANLAGE

D.D. Sazonova

Staatliche Universität Kemerovo, Filiale Novokusnezsk, Fakultät für Fremdsprachen,
Lehrstuhl für Deutsch und Fremdsprachendidaktik

Es müssen durch die Windkraftanlagensteuerung eine Vielzahl von Kenngrößen erfasst und verarbeitet werden, um die Windkraftanlage sicher regeln zu können. Dazu gehören unter anderem:

- Windgeschwindigkeit;
- Windrichtung;
- Rotordrehzahl;
- Blattverstellwinkel;
- Anlagenausrichtung;
- Antriebsmoment des Rotors;
- Abgegebene Leistung.

Für die Erfassung der Windgeschwindigkeit an modernen Windkraftanlagen werden heute zum großen Teil Widerstandsläufer, so genannte «Schalenanemometer», eingesetzt und die Windrichtung wird über eine Windfahne ermittelt. Die Ermittlung dieser Größen kann aber auch durch Ultraschallsensoren erfolgen. Für die Steuerung von großen Windkraftanlagen spielt die so gemessene Windgeschwindigkeit vor allem in der Anlaufphase eine Bedeutung. Im Leistungsbetrieb der Anlage wird heute der Rotor von der Steuerung als Windmesser genutzt, da im Anlagenbetrieb auf die Anemometer zu viele Störfaktoren wirken. Die Drehzahlen von Rotor, Getriebe und Generator werden über entsprechende Sensoren erfasst und an die Steuerung gegeben.

Im Betrieb einer Pitchanlage werden z.B. durch die Steuerung folgende Stellgrößen der Anlage geregelt:

- Blattwinkel;
- Anlagenausrichtung.

Auf Grundlage der gemessenen Blattwinkel erhält die Blattverstellung (Pitchantrieb) oder aber die Steuerung der Anlagenausrichtung (Azimutantrieb) Daten von der Steuerung um die Anlage im vorgesehenen Arbeitsbereich zu betreiben.

Beim Pitchantrieb besteht die Problematik, dass die drei Blätter den gleichen Blattwinkel haben und die Verstellung des Blattwinkels mit der gleichen Geschwindigkeit erfolgt. Kann dieses nicht gewährleistet werden kommt es durch die aerodynamische Unwucht zu Belastungen der Komponenten des Triebstrangs. Diese Komponenten sind Rotornabe, Hauptwelle, Hauptlager, Getriebe, Kupplung und Generator, die mit erhöhtem Verschleiß auf solche Belastungen reagieren können.

Die Problematik beim Azimutantrieb besteht darin, dass die Regelung auf der einen Seite ausreichend träge ist und die Anlage in der Position hält, andererseits aber gewährleistet ist, dass die Anlage exakt im Wind steht, um die korrekte Anströmung der Rotorblätter zu gewährleisten.

Um die aufgezeichneten Messgrößen richtig in der Steuerung zu verarbeiten, sind deshalb durch die Steuerung verschiedene Betriebszustände für den Betrieb der Windkraftanlagen zu unterscheiden.

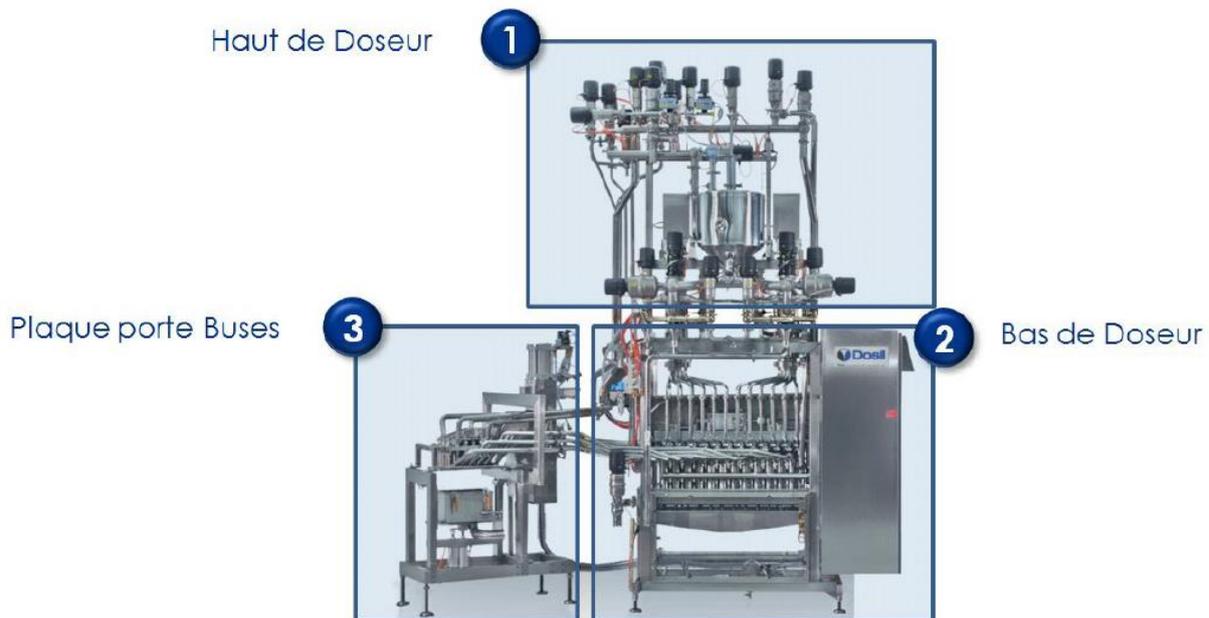
Wissenschaftlicher Betreuer: A.V. Essipova, Prof., Dr. habil., Lehrstuhl für Deutsch und Fremdsprachendidaktik der Fakultät für Fremdsprachen der Staatlichen Universität Kemerovo (Filiale Novokusnezsk)

ANALYSE D'UN DOSEUR SYNERLINK

FRÖHLICHER Torsten

Je travaille pour la société SYNERLINK, spécialisée dans la conception de machines pour l'industrie laitière. Je travaille plus particulièrement sur la partie dosage de ces machines. C'est une partie très importante car elle permet de contrôler très précisément la quantité de produit que l'on souhaite avoir dans un pot. Afin que tous les pots soient le plus égaux possible en termes de poids. C'est aussi une partie complexe car elle associe des éléments électriques avec des éléments pneumatiques.

Les doseurs DOSIL sont des assemblages complémentaires de 3 parties distinctes et spécifiques :



1 - Le Haut de Doseur (HDD), il sert à stocker la matière première (masse blanche, fruits,...). Il est composé principalement d'une ou plusieurs trémies selon le produit voulu et de différentes vannes qui ont pour fonction de faire passer les produits nettoyants par tous les tubes du doseur.

2 - Le Bas de Doseur (BDD), il a pour fonction de pomper le bon volume de masse blanche dans la ou les trémies. Il envoie ce volume de matière vers la plaque

porte buses. La technologie la plus utilisée pour pomper des volumes de produits laitiers est un système de vérins.

3 La Plaque Porte-Buses (PPB), elle est composée de 4, 6, 8 ou 12 buses, ce nombre correspond au nombre de pots que l'on peut remplir simultanément. La plaque porte buses reçoit donc le produit du Bas de Doseur et la laisse passer quand les pots sont en position sous les buses.

Il est possible de gérer un grand nombre de possibilités différentes grâce à un doseur. Le type de doseur et la façon de doser dépendront du produit que souhaite utiliser le client. Il y aura toujours les trois fonctions présentées précédemment mais avec certaines options selon le produit utilisé. Par exemple dans le cas où le produit final doit contenir des morceaux de fruits, on devra ajouter des « mélangeurs » sur le HDD pour empêcher ces morceaux de fruits de s'agglutiner en masse compact au fond de la trémie.

Ci-dessous un exemple du type de produits que l'on peut mettre en pots grâce aux machines SYNERLINK.

Yahourt: Brasse, étuvé, à boire, aux fruits...



Baby food : A base de lait, de fruits..



Dessert: Mousse, crème, flan



Fruits: Ppuree, compote, confiture...

Fromage: Fromage frais, fromage blanc, petit suisse ...



GESTION DE PROJET DANS LE DOMAINE DU BÂTIMENT

Julie BOLLO

Le terme maîtrise d'œuvre désigne l'entité retenue par le maître d'ouvrage afin de réaliser le projet dans les conditions de délais, de qualité ainsi que de coûts fixés par ledit projet, le tout conformément à un contrat. Le terme maître d'ouvrage désigne quant à lui le propriétaire de l'ouvrage.

Le bureau d'étude de WSP dans lequel je travaille est la maîtrise d'œuvre et donc assistant du maître d'ouvrage qui, sur le projet présenté était Airbus Group. Le rôle de WSP est de faire les études pendant les différentes phases de conception en tenant compte des besoins du maître d'ouvrage ainsi que des différentes normes en vigueur.

Une fois les études terminées, commence la préparation à la consultation des entreprises. Un appel d'offre est lancé avec tous les documents nécessaires aux entre-

prises afin de prendre connaissance des prestations à leur charge. Tous ces documents sont réunis dans un dossier de consultation des entreprises.

La maîtrise d'œuvre doit fournir aux entreprises le CCTP relatif au lot électricité, les différents schémas de principe et carnet de plans en lien avec le lot concerné ainsi qu'une trame de DPGF regroupant tous les équipements et prestations qui doivent être chiffrés.

Quelques semaines après le lancement de l'appel d'offre, les entreprises doivent envoyer leur dossier. Ce dossier comporte un mémoire technique qui contient les fiches techniques de tous les équipements qui sont décrits dans le CCTP, un planning de travaux qui doit s'intégrer parfaitement dans le planning prévisionnel, un organigramme afin de connaître les moyens humains pouvant être mis en œuvre sur le projet et des renseignements concernant la sécurité sur le chantier, les contraintes environnementales. Un dossier commercial avec la trame DPGF renseignée des prix unitaires et globaux doit également être fourni.

Une fois tous ces documents en notre possession, une analyse et un comparatif des différentes offres doit être fait. Pour cela, une note technique et une note relative au prix de l'offre est mise selon des critères identiques pour chacune des entreprises. Ma mission a été de réaliser dans un premier temps, un tableau comparatif des dossiers techniques fournis par les entreprises avec un système de notation associé. Chaque entreprise ayant fourni la fiche technique d'un équipement obtient un point. Si cette fiche technique est également conforme au CCTP un point de conformité est attribué. L'illustration ci-dessous est un extrait du tableau réalisé avec les trois entreprises ayant répondu à l'appel d'offre ainsi qu'une colonne DCE permettant de connaître la note maximale pouvant être obtenue.

DCE		EIFFAGE						SNEF				VINCI-FACILITIES			
EQUIPEMENT	MARQUE	NOTE MAXI CONFORMITE	NOTE MAXI FICHES TECHNIQUES	MARQUE	Fiche technique (OUI/NON)	NOTE CONFORMITE	NOTE FICHES TECHNIQUES	MARQUE	Fiche technique (OUI/NON)	NOTE CONFORMITE	NOTE FICHES TECHNIQUES	MARQUE	Fiche technique (OUI/NON)	Note	NOTE FICHES TECHNIQUES
CONTRÔLE D'ACCES															
Barrières levantes	AUTOMATIC SYSTEMS Type BL 227 SR	1	1	Idem DCE	OUI	1	1	Idem DCE	OUI	1	1	Idem DCE	OUI	1	1
Bornes d'entrée	AUTOMATIC SYSTEMS Type BOR 235	1	1	Idem DCE	OUI	1	1	Idem DCE	OUI	1	1	Idem DCE	OUI	1	1
Système Contrôle d'accès	EVOLYNX Version 4.4.0-D10 du logiciel et version 4.5 ultérieurement	1	1	Idem DCE	NON	1	0	Idem DCE	NON	1	0	Idem DCE	NON	1	0
Rack UTL-System 4	EVOLYNX Type System 4	1	1	Idem DCE	OUI	1	1	EVOLYNX Version non précisée	NON	0	0	EVOLYNX Version non précisée	NON	0	0
UTL	EVOLYNX Type UTL-System 4	1	1	Idem DCE	OUI	1	1	Idem DCE	OUI	1	1	Idem DCE	OUI	1	1
UCP	EVOLYNX Type UCP-System 4	1	1	EVOLYNX	OUI	0	1	Idem DCE	OUI	1	1	Idem DCE	OUI	1	1

ILLUSTRATION 4 TABLEAU COMPARATIF DU MEMOIRE TECHNIQUE

Ces points permettent de donner une note finale à chaque entreprise qui comparée à la note DCE nous donne une idée de la valeur du contenu du mémoire technique. Cette note finale sert à remplir un tableau d'évaluation technique fourni par le maître d'ouvrage afin de choisir la meilleure offre.

FONCTIONNEMENT D'UNE ÉTUVE DE PRODUCTION

Francois Akar

Mon travail au sein du Groupe PSA consiste à optimiser la consommation énergétique de nos installations. Travaillant à l'atelier Peinture de l'usine terminale de Poissy j'ai eu cette année l'opportunité de travaillé sur l'une de nos étuves. Pour mener à bien mon travail (qui concerne la réduction de débit d'air neuf dans l'étuve) je devais comprendre le fonctionnement de l'étuve.

Une étuve est en réalité un four. Mais celui-ci fait 3 mètres de haut sur 4 de large. En effet, il doit être assez grand pour faire rentrer 4 douzaines de véhicules en même temps. Elle fait donc plus de 110m de long.

Elle est composée de divers zone qui ont toutes leur importance. En effet, l'étuve doit d'abord monter progressivement en température. Il va y avoir en premier lieu un sas d'entrée qui va assurer l'étanchéité aéraulique de l'étuve. Puis une zone de montée (pour amener la température de 30°C à 90 °C). Ensuite viens une zone pour stabiliser la température (c'est la zone de mâtinent) ou la température va être maintenu constante à 90°C. Puis une deuxième zone de montée pour atteindre les 140°C. suivi par deux zones de maintient l'une à 140°C l'autre à 135°C. ensuite vient la zone de refroidissement (passage de 135°C à 40 °C) et enfin le sas de sortie (pour assurer l'étanchéité aéraulique de l'autre coté).

Ces valeurs de température sont dû aux technologies et spécificités de la peinture et des vernis que nous utilisons à Poissy.

Le suivi des températures se fait via des organes de régulation qui vont comparer la température de l'air extrait de l'étuve à la consigne voulu. Si la température est trop forte, on va réduire l'ouverture des gaines de soufflage d'air de l'étuve afin de réduire l'apport en calorie dans l'étuve. A l'inverse si la température est trop faible, les servomoteurs vont augmenter l'ouverture des gaines de soufflages afin d'augmenter l'apport en calorie.

TRAITEMENT DES BOUES EN STATION D'ÉPURATION

Anthony Perez

Le principal objectif du traitement des boues en station d'épuration est d'en réduire le volume pour limiter les quantités à stocker (voir à épandre), et de les stabiliser pour en améliorer les caractéristiques physiques (amélioration de leur tenue en tas) et arrêter la biodégradation dont elles sont le lieu. Il y a donc quatre grandes étapes: l'épaississement, la déshydratation, le séchage et la stabilisation de la matière organique.

Les boues sont reçues dans les silos de stockage et pompées vers un système de séchage pour éliminer l'excès d'humidité, puis évacuées vers l'incinérateur où elles sont brûlées. La sécheresse des boues permet la réalisation de la combustion autogène (peu ou pas de carburant externe [diesel] ou le gaz naturel utilisé). L'air de combustion est injecté dans le four à travers des buses, où le sable est fluidisé et le matériau

partiellement séché se mélange avec le sable chaud et l'air, et brûle. Un ventilateur d'air fluidisé va alimenter en air préchauffé le four par l'intermédiaire de l'échangeur de chaleur de premier étage (échangeur préchauffeur). L'échangeur de chaleur de deuxième étage (chaudière de récupération de chaleur) permet la récupération de la chaleur des gaz de combustion pour chauffer la boucle de recirculation de la vapeur dans le sécheur. Le gaz de combustion provenant de la chaudière de récupération de chaleur sera tiré à travers un dépoussiéreur électrostatique sec (DESP) pour capturer des cendres entraînées et certaines particules pour le transport pneumatique à un silo de stockage pour joint de charge dans un camion à benne. Le gaz de combustion de la DESP sera ensuite tiré à travers un système de traitement de gaz sec par un autre ventilateur de tirage. Par bicarbonate de sodium et injection de charbon actif, le filtre à manches enlève les particules et les métaux non enlevés par le DESP, ainsi que des gaz acides avant la décharge par une cheminée à l'atmosphère.

Ces étapes, ont une importance capitale dans le traitement des boues, elles permettent de s'assurer le control des fumées et ainsi empêcher une pollution de l'air. Les boues traitées peuvent être réutilisées, avant elles étaient utilisés comme engrais mais de nos jours, elles sont plus souvent valorisées en agriculture par épandage ou compostage. De ce fait, il y a un enjeu majeur à la qualité des boues afin de respecter l'environnement.

PRINCIPE D'UN SUPERCONDENSATEUR

Baillet Linda

Notre dépendance aux énergies fossiles engendre l'épuisement des réserves et une augmentation de l'effet de serre dû à l'émission de CO₂ issu de leur combustion. Pour pallier à cette pollution (et à la croissance démographique), il nous faut optimiser l'utilisation d'énergies renouvelables (solaire, éolien, géothermique...) à faible empreinte CO₂. Cependant, pour que cette transition énergétique soit réussie, il est important d'en envisager une utilisation efficace et de trouver des solutions innovantes qui soient fiables, à bas coût et applicable à grande échelle en termes de gestion, conversion et stockage d'énergie. Des moyens de stockage tels que des batteries ou des supercondensateurs permettent de conserver l'énergie sous sa forme chimique et de la restaurer sous forme électrique.

Qu'est-ce qu'un Supercondensateur ?

Les supercondensateurs ou condensateurs à double couches électriques sont des composants de stockage de l'énergie électrique. Ils possèdent une densité de puissance massique (quantité de puissance par unité de masse) supérieure à celle des batteries et une densité de puissance (énergie par unité de volume en un point) plus élevée que celle des condensateurs électrolytiques. Leur durée de vie est plus élevée que celles des batteries.

L'énergie emmagasinée dans un condensateur plan est reliée à sa valeur C (F)

et à la tension E (V) telle que : $E = \frac{1}{2} \times C \times V^2$ avec : $C = \epsilon_0 \epsilon_r \times \frac{S}{D}$.

Avec : S = la surface de l'électrode (m^2)

D = l'épaisseur diélectrique (distance entre les deux armatures du condensateur)

(m)

ϵ_r = la permittivité relative

$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F}\cdot\text{m}^{-1}$ = constante diélectrique

Par conséquent, pour augmenter la capacité de stockage, il faut augmenter la permittivité relative ϵ_r ou alors accroître le rapport. Pour que ce dernier point soit satisfait, il faut que les charges se trouvent localisées sur des surfaces S très importantes et que l'épaisseur diélectrique soit très petite. C'est sur ce principe que reposent les supercondensateurs.

Structure d'un supercondensateur :

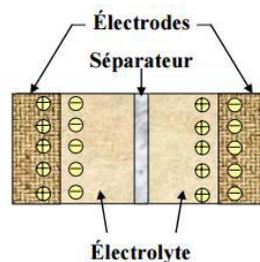


Figure 1: Structure d'un supercondensateur.

Le fonctionnement d'un supercondensateur est basé sur le stockage de l'énergie par absorption des ions issue de l'électrolyte aux interfaces charbon actif-électrolyte.

Contrairement aux batteries classiques, il s'agit d'un stockage électrostatique qui ne met pas en jeu des réactions d'oxydoréduction. De ce fait, il n'y a quasiment pas de temps de réaction: il s'agit d'un processus rapide et réversible. Cela permet d'obtenir des densités de puissance massique et une durée de vie très élevée [>5000 000 cycle de charge/décharge].

La durée de vie d'un supercondensateur est fonction de la température et de la tension de polarisation. Plus ces deux paramètres sont élevés, plus la durée de vie du composant diminue.

Métalliques étant élevés, ces supercondensateurs sont réservés à une utilisation militaire ou spatiale.

Aspects électrique et énergétiques des supercondensateurs

On peut caractériser un supercondensateur par deux capacités en série avec une résistance.

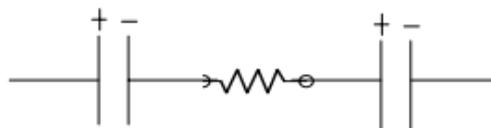


Figure 2: schéma équivalent d'un supercondensateur.

Les capacités représentent le stockage (charge) ou la restitution de l'énergie électrique (décharge). La résistance série correspond aux pertes par effets Joule lorsque le supercondensateur est traversé par un courant électrique. Un échauffement du composant peut être la cause d'un vieillissement prématuré et une baisse des performances.

Les supercondensateurs permettent de délivrer ou de récupérer de grands pics de puissance.

Matériaux carbonés pour le stockage capacitif:

Un premier axe porte sur la mise au point des structures de carbones poreux dont la taille des pores doit être la plus adaptée aux ions de l'électrolyte pour avoir une valeur de capacité importante. Les supercondensateurs à base de charbon actif sont les plus utilisés. Ils sont destinés à fournir des pics de puissances pendant des durées très courtes (nous en reparlerons par la suite) et à compenser les déséquilibres entre la puissance et la puissance instantanée appelée par la charge.

Conclusion :

Les supercondensateurs ont leurs avantages et leurs inconvénients :

Ils permettent :

- Des courants de charges et de décharges élevés (jusqu'à 100 A pour les gros éléments).
- Une faible durée de charge et de décharge (1 seconde à quelques dizaines de secondes).
- Une durée de vie (quelques 100 000 de cycles).

Mais:

- Ils sont limités à une tension de 3V.
- Contient des éléments inflammables et explosifs (tels que l'acétonitrile).
- Ce composant n'a pas un comportement linéaire.

Référence : Modélisation électrique et énergétique des supercondensateurs et méthodes de caractérisation : Application au cyclage d'un module de supercondensateur basse tension en grande puissance-Nassim RIZOUG-2006.

Caractérisation électrique, mise en évidence des phénomènes physico-chimiques et modélisation fractionnaire des supercondensateurs à électrodes à base de carbone activé- Nicolas BERTRAND-2011.

LES DIFFERENTS TYPES D'AMORÇAGE D'ARC ELECTRIQUE

Faillet Vallentin

Amorçage par contact:

Considérons deux pastilles de contact traversées par un courant I . Lorsque je les contacts se séparent, la totalité du courant passe par une surface de très faible dimension. En effet, en raison des irrégularités de surface, les zones d'appuis des deux contacts se limitent à quelques aspérités peu avant la séparation complète.

La résistance augmente donc au fur et à mesure que les pastilles s'écartent et donc la puissance RI^2 dissipée augmente. La puissance doit alors passer sur une surface très petite, de l'ordre du mm^2 , l'élévation de température qui en résulte provoque donc la fusion du métal. Il se forme ainsi entre les deux contacts un pont fondu qui s'allonge au fur et à mesure de l'écartement des pôles. Il est alors soumis à de très forte instabilités qui entraîne sa rupture. Celle-ci prend l'aspect d'une explo-

sion se traduisant par l'éjection de vapeur métallique et de fine gouttelettes dont la vitesse est comprise entre 100 et 300 m/s. A peu près vingt nanoseconde après la rupture du pont, la pression de la vapeur métallique avoisine les 10^4 , soit un atmosphère. Ce plasma de vapeur métallique est rapidement remplacé par un plasma formé à partir du gaz ambiant et l'arc ainsi créé se maintient si la source d'alimentation est suffisante.

Amorçage par surtension :

Lorsque la tension appliquée entre deux conducteurs dépasse la tension de claquage, une décharge se forme très rapidement entre les électrodes et dégénère en arc de façon irréversible si la source d'alimentation ne limite pas le courant. C'est le phénomène des contournements d'isolateur et, dans une certaine mesure, de l'éclaircie de la foudre.

La différence de potentiel maximum appliqué entre les deux électrodes va dépendre du milieu dans lequel les deux électrodes baignent. Nous introduisons donc la notion de diélectrique.

СЕКЦИЯ 11.
МЕТОДОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ В
ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ В ОБЛАСТИ SMART SYSTEMS

ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ
СИТУАЦИЯХ: СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИИ
ИНЖЕНЕРОВ В БЕЗОПАСНОСТИ

Т.А. Белькова
Томский политехнический университет
ИНК, ЭБЖ

Вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций сегодня приобретает глобальные масштабы. Частые природные катаклизмы, террористические акты и социальные волнения ставят задачи качественной подготовки специалистов в области защиты от чрезвычайных ситуаций. Ведь от их действий напрямую зависит качество предотвращения той или иной чрезвычайной ситуации и уменьшение потерь среди населения [1].

Регулярное переоснащение аварийно-спасательных формирований, разработка новой техники и технологий проведения аварийно-спасательных работ требует от молодого специалиста не только теоретических знаний в данной области, но и способности грамотно и оперативно применить эти знания на практике. Поэтому в современном вузе психологическая подготовка и прогнозирование личностно-психологических особенностей будущих инженеров видится особенно актуальной.

В отечественной психологии опасных профессий внимание преимущественно фокусируется на проблемах формирования личности человека и психологического портрета специалиста [2]. В процессе обучения инженеров предусмотрено формирование совокупности необходимых профессиональных качеств. Данная задача успешно выполняется при подготовке специалистов в вузе. Однако опыт проведения аварийно-спасательных операций показывает, что далеко не каждое ранее сформированное качество может проявиться у спасателя при изменении условий деятельности (погодных условий, рельефа местности, видимости, огневого воздействия и др.), особенно при осуществлении аварийно-спасательных и других неотложных работ в реальных чрезвычайных ситуациях [3].

Задача психологической подготовки состоит в том, чтобы в ходе обучения и воспитания выявить и смоделировать для спасателя такие условия, в которых будут выработаны необходимые для выполнения боевой задачи психологические качества. Другими словами, в ходе повседневной учебно-воспитательной подготовки до минимума сократить все новое, неизвестное, с чем человек может встретиться в условиях реальных ЧС. В соответствии с этим целесообразно применение нескольких видов психологической подготовки (таблица 1).

Табл. 1. Виды психологической подготовки

	Виды	Характеристика
Психологическая подготовка	Общая	<ul style="list-style-type: none"> – осуществляется в процессе обучения и воспитания; – формирует необходимые для спасательных операций профессионально важные качества (мужество, героизм, храбрость и др.)
	Специальная	<ul style="list-style-type: none"> – менее связана с обучением и воспитанием и более приближена к самостоятельной психологической подготовке к выполнению поставленной задачи; – присущи специфические методы (тренажи, идеомоторные тренировки и др.); – решаются вопросы по снижению элементов неизвестности в общей системе предстоящих действий; – формируются и активизируются специфические качества, необходимые для конкретной задачи.
	Целевая	<ul style="list-style-type: none"> – проводится при подготовке к конкретной чрезвычайной ситуации; – наименее связана с процессом обучения; – направлена на подъем активности личного состава, мобилизацию его психики на выполнение поставленной задачи.

Основными направлениями психологической подготовки спасателей являются: формирование научно обоснованных знаний о спасательных действиях, представлений о возможных ЧС, убеждений о готовности к подвигу, совершению самоотверженных поступков во имя спасения жизни терпящих бедствие; повышение уровня психологической устойчивости и выносливости сотрудников аварийно-спасательных формирований (АСФ), выработка непритязательности, неприхотливости, умеренности в желаниях и потребностях; привитие доверия к командирам и начальникам, установки на беспрекословное выполнение распоряжений и приказов, снижение психических травм, повышение уровня профессиональных навыков и умений, физиологической и психологической выносливости спасателей.

Эффективность подготовки будет зависеть от точности соблюдения принципов психологического моделирования различных ЧС и поиска наиболее эффективных способов решения поставленных задач. Также важно соблюдать психологическое соответствие учебных и боевых задач; проблемность создаваемых учебно-тренировочных ситуаций; психологическое противоборство, моделирующее адекватность психических состояний и действий условиям ЧС.

Психологическая модель ЧС создается путем:

- использования различных средств имитации (учебные рецепты отравляющих веществ, имитационные гранаты, взрывпакеты, дымовые шашки);
- симуляция очагов горения, создание макетов поврежденной техники, всевозможных инженерных заграждений и препятствий (имитационные полигоны, завалы, баррикады, разрушенные участки дорог и мостов, разрушенные дома).
- имитации различных ЧС (на автотранспорте, авиатранспорте, железнодорожном транспорте, на промышленных объектах и др.).

В целом, система психологического обеспечения сотрудников АСФ в ходе локализации и ликвидации ЧС является совокупностью мероприятий, которые условно выделены в три этапа.

Первый этап – психологическая подготовка к работе в чрезвычайных ситуациях. Осуществляемые мероприятия включают профессиональную подготовку, комплектование состава подразделения с учетом социально-психологических закономерностей и индивидуально-личностных особенностей.

Второй этап подразумевает психологическое сопровождение в зоне ЧС и состоит из мероприятий по психологическому сопровождению спасателей в ходе выполнения служебных задач.

На третьем этапе проводится психологическая работа с сотрудниками АСФ по возвращении обратно. На данном этапе предполагается проведение мероприятий по психологической реабилитации сотрудников и использование последствий ЧС для оптимизации подготовки личного состава АСФ [4].

На каждом из указанных этапов применяются различные организационные и методологические подходы, определенный алгоритм действий психологов. Реализация направлений осуществляется психологом. В рамках подготовки в вузе первый этап реализуется в ходе учебно-воспитательной работы со студентами. Второй и третий этап целесообразно проводить при привлечении студентов к аварийно-спасательным и другим неотложным работам совместно с сотрудниками МЧС.

В целом, психологическая подготовка должна способствовать повышению эффективности выполнения поставленных задач; обеспечению личной безопасности инженеров и сохранению их физического и психического здоровья, поскольку в условиях чрезвычайных ситуаций на первый план выходят боевые психические качества сотрудников, которые позволяют оперативно решать калейдоскоп меняющихся ситуаций в ЧС.

В настоящее время только начинает оформляться целостная психология опасных профессий. Психологические закономерности устойчивости инженера в ЧС – ведущее направление этой научно-практической отрасли, а личностно-ориентированный подход является перспективной методологической основой дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Белькова Т.А., Тадыева С.Ю., Толстихин И.В., Родионов П.В. Исследование эффективности интерактивных методов обучения для формирования готовности молодых спасателей к профессиональной деятельности в ЧС // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Юрга, 27-28 Ноября 2014. - Томск: ТПУ, 2014 - С. 323-324.
2. Курзенков, Г.К. Формирование психологической готовности слушателей-летчиков высшей военной школы к принятию ответственных решений: дисс. ... канд. псих. наук / Г.К. Курзенков / МГПУ. - Москва, 2006.-185 с.
3. Морально-психологическая подготовка спасателей // А.Н. Овечкин, В.Ю. Радоуцкий, Д.Е. Егоров. - Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2013. – 94 с.
4. Мерзлякова Д.Р. Психологическая устойчивость человека в чрезвычайных ситуациях: Учеб. пособие / Д.Р. Мерзлякова. - Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2014. - 205 с.

Научный руководитель: Н.А. Алексеев, ст. преподаватель каф. ЭБЖ ИНК ТПУ.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ В РОССИЙСКОМ ВУЗЕ (НА ПРИМЕРЕ НИ ТПУ)

Н.А. Смирнова, А.Б. Шашков
Томский политехнический университет
ИПР

В XXI веке практически все мировые образовательные центры ведут жесткую конкурентную борьбу за привлечение в свои стены наиболее талантливых, перспективных, образованных учащихся, преподавателей и ученых не только среди населения своей страны, но и из других государств. В этой борьбе побеждает тот, кто может создать наиболее благоприятную среду для этих людей [1]. На данный момент Россия, по данным ЮНЕСКО, по количеству студентов-иностранцев, обучающихся в университетах, занимает шестое место в мире. В российских вузах проходит обучение порядка 174 тысяч иностранных граждан [2].

Одним из современных аспектов развития образования, характерным для всех ведущих вузов мира, является интернационализация. Понятие «интернационализация высшего образования» стало использоваться в научных исследованиях с начала 1990-х годов. В 1994 г. Knight J. предложила рассматривать интернационализацию высшего образования как «процесс интеграции (включе-

ния) международных и межкультурных аспектов в содержание преподавательской, научной и сервисной функций учреждения (образования)» [3].

Большая часть российских исследователей сосредоточены на изучении проблем иностранных студентов и российских вузов, которые наиболее активно вовлечены в процесс интернационализации высшего образования. Среди них можно отметить Сагинову О. В., Шишкина А., Брагина Л., Селянскую Г., Ларионову М.В. и др [4].

Процесс интернационализации связан с взаимодействием различных религий и рас, что не всегда оказывает позитивное воздействие на взаимоотношения людей. Относительно Томских вузов процесс интернационализации произошел сравнительно недавно и НИ ТПУ не является исключением. Так как Томск никогда не был центром приема иностранных граждан, в процессе взаимной адаптации возникает ряд трудностей, как у приезжих студентов, так и у вуза. В связи с этим встает вопрос: какие проблемы наиболее актуальны для студентов и образовательных учреждений в процессе взаимной адаптации.

Эффективным методом для выявления проблем является интервьюирование, которое было использовано нами в исследовании мнений иностранных студентов, проходящих обучение в НИ ТПУ, который уже более 10 лет занимается обучением иностранных граждан. На сегодняшний день доля иностранных студентов составляет более 15% от общего числа учащихся, причем большинство из них приезжие из южных стран [5]. Именно поэтому НИ ТПУ является наиболее подходящим вузом Томска для выявления ряда проблем, возникающих у прибывших на обучение граждан в первые дни. В качестве респондентов были выбраны 30 студентов из стран Африки, Вьетнама, Индии и Китая.

Интерпретация полученных результатов позволила выделить иерархию проблем, на которые чаще всего обращали внимание опрошенные иностранные студенты.

На первый план приезжие граждане из южных стран выдвигают проблему адаптации к суровым климатическим условиям. Иностранные учащиеся, прибывающие на обучение в основном из стран с более теплым и мягким климатом, с трудом адаптируются к суровым погодным условиям:

«Я приехал из города Ханой, который находится на Севере Вьетнама, но и там погода даже ночью не опускается ниже 10 °С. Поэтому привыкать к таким морозам для меня было крайне тяжело. Даже сейчас, спустя 6 лет, я не могу приспособиться к этому суровому сибирскому климату» - поделился с нами аспирант НИ ТПУ из Вьетнама.

На основании проведенного интервью было выявлено, что для 80% опрошенных иностранных граждан процесс адаптации к климатическим условиям имеет немаловажное значение. Несмотря на внешнюю нерешенность, проблема сурового сибирского климата частично решается через создание соответствующей развитой инфраструктуры, как в пределах кампуса, так и города.

Однако и здесь приезжие студенты сталкиваются с определенными трудностями, связанными с неадаптированной инфраструктурой города и кампуса к приему иностранных граждан.

Анализ мониторинга инфраструктуры г.Томска позволил выявить следующие проблемы, создающие определенные барьеры для приезжих студентов:

- основные объекты города не обладают информацией на иностранном языке, что в большинстве случаев влияет на неспособность иностранцев свободно ориентироваться в русскоязычной среде;
- квалификация и опыт работников инфраструктуры не соответствует международным требованиям;
- полностью отсутствуют знания международного языка у обслуживающего персонала;
- нельзя не отметить обстановку в пределах кампуса, в котором пребывание иностранных студентов можно назвать экстремальным. О плохих жилищных условиях, слабо сопоставимых с европейскими стандартами, заявили 35% респондентов, жалующихся на плохие санитарные условия в душевых и уборных комнатах;
- многие иностранные граждане отмечают отдаленность кампуса и учебных корпусов вуза, а также отсутствие указателей на международном языке, что делает невозможным свободное ориентирование иностранных студентов на территории жилого комплекса университета.

Только с недавнего времени в НИ ТПУ начинают появляться общежития, ориентированные на прием студентов из зарубежных стран, которые способны сделать быт приезжих граждан более комфортным.

Наряду с проблемой сурового климата, немаловажной проблемой большинство опрошенных студентов считают трудность адаптации к чужой языковой среде.

Знание русского языка является одним из определяющих факторов. Опыт проведенного интервью показал, что иностранные студенты овладевают языком в такой степени, которая необходима для полноценного образовательного процесса, только к третьему году обучения.

Если на первом этапе изучения русского языка главной целью является умение удовлетворять свои основные коммуникативные потребности в социально-бытовой сфере, то на продвинутом этапе изучения русского языка важно участвовать в профессиональной и учебно-научной сферах.

В российских вузах, осуществляющих подготовку иностранных специалистов, существуют подготовительные факультеты, которые помогают приезжим гражданам адаптироваться к русскоязычной среде. Важно отметить, что в НИ ТПУ уже создана оригинальная модель поддержки иностранных студентов, которая предусматривает их поступление после года обучения на подготовительном факультете, в русскоязычную группу, что способствует развитию межкультурных и межнациональных отношений между студентами.

Формирование культуры общения в иной для приезжих студентов социокультурной среде оказалось не менее важной проблемой как для взаимоотношений с другими студентами, так и для взаимодействия с преподавателями.

Вступая в контакт с представителями других культур, важно знать, что у каждой нации сложились свои культурные ценности, традиции, обычаи. Поэтому именно в процессе общения представителей разных культур возникают проблемы, а иногда и конфликты. Чтобы плодотворно сотрудничать с иностранными партнерами, необходимо освоить азы межкультурной коммуникации [6].

К примеру, один из опрошенных студентов из Японии перестал посещать лекции по русской литературе, сказав, что преподаватель кричит на них. В соответствии с русской педагогической традицией преподаватель читала лекции четким, громким голосом, но эта манера была неприемлема по этическим параметрам для народа Японии.

Проблемы адаптации иностранных студентов носят не односторонний характер, приспособившись к изменившимся условиям приходится не только студентам, но и образовательной среде вуза.

Присутствие граждан из разных стран создает ряд проблем и для управления вуза, которые нацелены на привлечение иностранных студентов. Для НИ ТПУ ситуация осложняется тем, что международная среда университета представлена гражданами из **40** стран мира.

Одной из сложностей является отсутствие международного сертификата дающего права иностранным специалистам после окончания Томского вуза устроиться у себя на Родине. Как рассказывает аспирант ИПР НИ ТПУ из Индии в нашем интервью, после долгих поисков работы по специальности, многим выпускникам приходится работать не по профессии: «Мне предложили работу гидом, для российских туристов, приезжающих к нам отдохнуть».

Другая сложность состоит в несовершенстве Российского законодательства: чаще всего, студенты из-за границы приезжают учиться по краткосрочной образовательной визе. Официально они не имеют права устраиваться на практику или дальнейшую работу в России, т.е возможности увидеть, как устроена их будущая профессия внутри компании у них нет.

«Мы не можем устроиться на практику. Если мы учимся в России, платим за обучение, почему нам нельзя проходить практику?» — возмущается студент ИПР НИ ТПУ из Нигерии.

«Чтобы устроиться на работу, здесь нужно собрать много бумаг... у вас, у русских, это принято» - студент ИПР НИ ТПУ из Вьетнама.

Кроме перечисленных проблем опрошенные студенты выделяют ряд трудностей, связанных с образовательным процессом. Они утверждают, что зачастую педагог излагает материал языком, который им не всегда понятен, но на самом деле это связано со спецификой школьной подготовки иностранных представителей, что создает определенные трудности в процессе обучения с российскими студентами, которые, в свою очередь, проходили конкурс при поступлении в университет. Достаточно низкий общеобразовательный уровень приезжих студентов приводит к определенным проблемам в формировании подходов к обучению для педагогов, которые нацелены на основную аудиторию. Отсутствие объема необходимых знаний у иностранных студентов делает

невозможным использование определенных образовательных материалов, применяемых в технических вузах России.

Приезжие студенты испытывают затруднения при прослушивании лекций, не могут обрабатывать большое количество информации и испытывают трудности при самостоятельном обучении. Одним из возможных подходов к решению данной проблемы является дифференцированное обучение. В НИ ТПУ создана эффективная модель обучения на двух языках: русский и английский. Однако не многие представители зарубежных государств могут позволить себе обучение на английском языке, так как его стоимость на порядок выше, чем на русском.

В связи с этим многие иностранные студенты выбирают обучение на русском языке, как более дешевый альтернативный вариант. При этом они не владеют русским языком в необходимом объеме для понимания, излагаемого преподавателем материала.

Однако обучение на английском языке имеет ряд недостатков: зачастую, преподаватели технических специальностей не владеют английским языком свободно. Невозможность точно и понятно изложить сложный материал - одна из самых важных проблем в образовательном процессе на иностранном языке. Преподаватели, осуществляющие подготовку студентов по подобным программам, должны в равной степени владеть навыками свободного общения на иностранном языке и знаниями преподаваемого предмета.

Таким образом, уровень преподавания программ по подготовке бакалавров и магистров по техническим специальностям на английском языке не соответствует международным требованиям. Противоречивость сложившейся ситуации создает определенные проблемы в выборе языка для прохождения обучения в российском вузе у иностранных студентов.

Проведенный анализ актуальных проблем адаптации приезжих граждан позволяет констатировать, что отсутствие однозначного решения этих проблем является существенным препятствием для выхода НИ ТПУ на передовые позиции в мировых рейтингах.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ардашкин И.Б., Макиенко М.А., Погукаева Н.В., Чмыхало А.Ю. Формирование поликультурной среды как условие повышения конкурентоспособности российских вузов. // Вестник науки Сибири. 2014. Вып. №1 (16). - С. 174.
2. Терехина С. Что ищут в России иностранные студенты: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rusplt.ru/society/chto-ischut-v-rossii-inostrannyye-studentyi-16219.html> (дата обращения 01.03.16).
3. Knight, J. Internationalization: Management, Strategies and Issues / J. Knight // International Education Magazine. – 1993. – Vol. 9. – № 11. – P.6 – 22.
4. Сагинова О.В. Интернационализация высшего образования как фактор конкурентоспособности, Вестник РЭА, №1, 2004 – С. 35-39.

5. Обучение иностранных студентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tpu.ru/education/int-edu-work/iie/> (дата обращения 11.05.16).
6. Чмыхало А.Ю., Емельяненко Е.Е., Штель Т.Л. Иностранные студенты как миграционный ресурс развития инновационной экономики в современной России (на примере города Томска) // Эволюция государственной политики в контексте современного неоиндустриального развития России: материалы Междунар. науч.-практич. конференции. Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2014. - С. 332.

Научный руководитель: А.Ю. Чмыхало, к. ф. н., доцент каф. ИФНТ ИСГТ ТПУ

ПРОБЛЕМЫ СТАНОВЛЕНИЯ МОЛОДОГО УЧЕННОГО НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Е.С. Кузнецова, Т.С. Шахова
Томский политехнический университет
ИПР, ГЭГХ

Поколение молодых ученых представляет интеллектуальную основу и кадровый резерв как самой науки, так и всего общества в целом. Модернизация и перспективы инновационного развития государства, как и весь процесс научно-технического прогресса, во все времена были связаны с молодежью.

В настоящий момент для аспирантов создаются всевозможные условия для их развития и становления как молодых ученых. Тенденция количества поступающих в аспирантуру с каждым годом увеличивается, однако, количество защитившихся аспирантов, получивших степень кандидата наук гораздо меньше поступивших (рис. 1). Из числа получивших степень кандидата наук только лишь часть связывает свою жизнь с научной деятельностью, остальные работают на производстве, либо занимаются коммерческим делом.

Эти факты демонстрируют наличие проблемы в системе подготовки молодого ученого.

Некоторые авторы рассматривали в своих работах проблемы становления молодых ученых. В частности Филипповой Н.К. были изучены проблемы социально-профессионального становления молодых ученых на примере ИРГТУ, с которыми они сталкиваются в процессе профессионального самоопределения. По их словам, более 70% аспирантов после защиты диссертации желают перейти работать на предприятие, объясняя это высокой зарплатой, карьерным ростом и престижем [3]. В другой работе Ахметова Я. М. и Мухаметзянова Л. К. отразили социально-экономические проблемы, влияющие на становление молодого ученого и факторы, препятствующие успешному профессиональному развитию. В данной работе проблемы сводятся к недостаточному финансированию научных проектов [4].

В своей работе Иванов Д. В. рассмотрел проблемы молодого ученого в системе наука-преподавание, где исследуются определенные барьеры при формировании аспиранта, как молодого педагога [5].

В вышеперечисленных исследованиях были кратко затронуты проблемы становления молодого ученого, которые до сих пор не имеют четких путей решения и попыток их устранения. В следствии этого мы пришли к мнению, что эти вопросы недостаточно проработаны, и по этой причине, являясь аспирантами ТПУ, мы решили рассмотреть эти вопросы на примере Томского политехнического университета.

По данным статистики российского образования из числа поступивших аспирантов степень кандидата наук получают от 15 до 26 % [1].

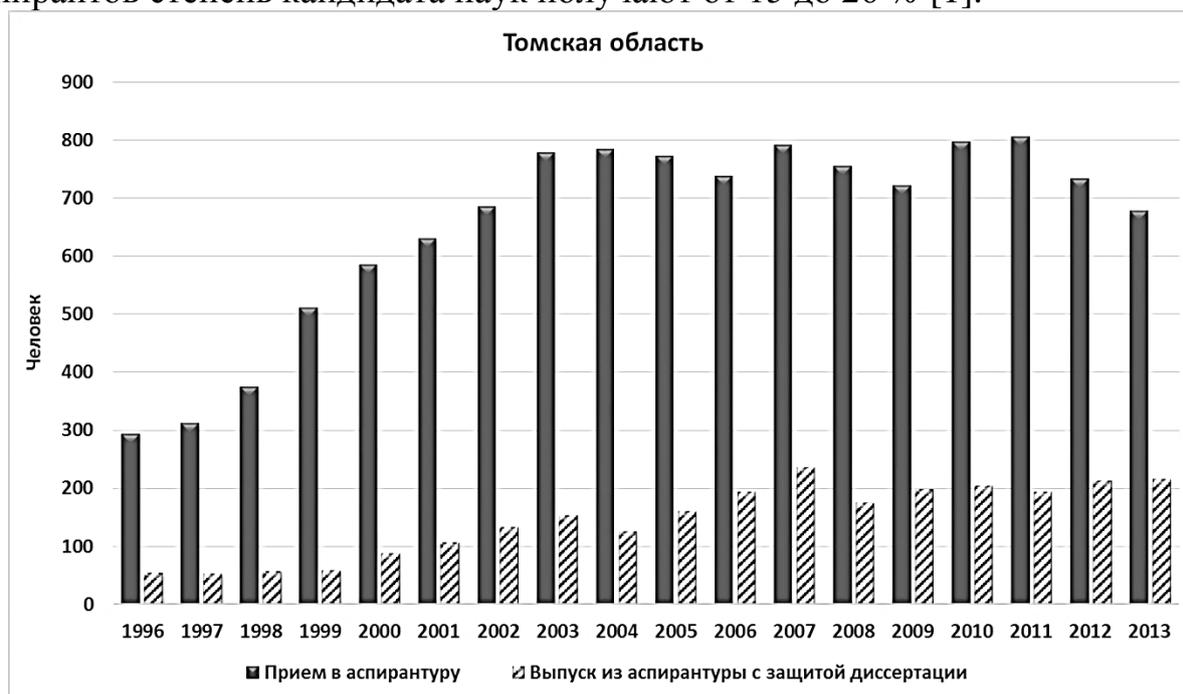


Рис. 1. Гистограмма соотношения поступивших и окончивших аспирантуру с защитой диссертации (по Томской области)

Анализируя соотношение числа поступивших и окончивших аспирантуру с защитой диссертации (рис. 1), авторами предпринята попытка рассмотреть и выявить причины, столь большой разницы, которые препятствуют успешному становлению аспиранта, как молодого ученого.

Для выяснения главной проблемы и сопутствующих причин, осложняющих процесс исследовательской деятельности молодого ученого, авторами был выбран метод полуформализованного интервью.

Интервью перестает быть научным методом, как только исчезает его целевая и тематическая определенность. Полуформализованное интервью позволяет избежать этого. С другой стороны, полуформализованное интервью достаточно гибко и восприимчиво, чтобы уловить и зафиксировать непредвиденные, но интересные повороты беседы, способные дать толчок к новому видению проблемы, или скорректировать явно искаженное восприятие формализованных вопросов.

Интервью полуформализованное – интервью, предполагающее использование не только закрытых вопросов, но и некоторого количества открытых во-

просов. В таком интервью жестко стандартизируют только самые важные, с точки зрения целей и задач исследования, вопросы и веер вариантов ответов к ним. При этом интервьюер имеет возможность определить вопросы формулировать произвольно, ориентируясь по ситуации, дополняя и углубляя ответы на закрытые вопросы.

Полуформализованное интервью особенно эффективно при изучении острых, в том числе деликатных тем, высокодинамичных процессов, глубинных личностных структур – установок, ценностей, мотивов, относительно которых общественное мнение еще не устоялось [2].

Данный метод опроса использовался для изучения мнений аспирантов Томского политехнического университета. Интервью было проведено среди десяти аспирантов разной степени занятости (работающие в ТПУ, сторонних организациях, неработающие). В число опрошенных вошли аспиранты первого, второго и последних курсов, а также завершившие свое обучение в аспирантуре. Это представители следующих специальностей: геологии, геоэкологии, гидрогеологии, химической технологии, электроэнергетических систем, приборостроения.

Аспиранты находящиеся в процессе обучения рассказали нам с какими трудностями они встречаются в ходе своего научного исследования.

По результатам интервью был выявлен ряд проблем, выстроенный авторами по степени их значимости среди опрошенных.

Первой проблемой, которую они обозначили является недостаточное финансирование на проведение исследований, а также ограниченное число лабораторного оборудования, материалов и реагентов. К примеру у аспирантов-геологов возникает потребность проведения ряда исследовательских работ (масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой, инструментальный нейтронно-активационный анализ, f-радиография и др.) требующих проведения в сторонних платных лабораториях. А, например, у аспирантов-химиков зачастую возникает проблема с недостающими реагентами для выполнения необходимых исследований.

Данные препятствия, по словам интервьюеров, могут затянуть продвижение работы на неопределенный срок, ведь даже после получения результатов анализов, требуется много времени для обработки этих данных, тем самым затягивая намеченный план исследовательской работы.

Вторая проблема связана с тем, что современное поколение молодых ученых, набираясь навыков и знаний в своей области, вырабатывают свою точку зрения, что может стать причиной непонимания со стороны научного руководителя. Обучающийся в аспирантуре начинает по иному смотреть на свою работу, искать новые методы исследования и подходы к решению поставленной цели, что не всегда поддерживает научный руководитель со своим консервативным взглядом в данной области, опираясь на многолетний опыт работы. Возможной причиной возникновения подобной ситуации может являться неготовность научного руководителя вести руководство диссертанта.

Вышеупомянутые споры требуют не малого времени для нахождения компромиссов. Это является еще одной проблемой, которую акцентируют обучающиеся.

Третья проблема, которую отмечают аспиранты - вовлечение их в преподавательскую деятельность, занятие научной работой со студентами, кураторская занятость, работа в лабораториях на оборудовании со студентами и преподавателями, организаторская деятельность на кафедре. По их мнению, это отнимает очень много времени и мешает сосредоточиться на своей непосредственной научной работе. Так как многие аспиранты устроены на работу на своей кафедре в основном на ставку 0,1-0,5, но при этом выполняют работу превышающую положенную норму часов.

Четвертая проблема является общей для всех опрошенных – это недостаточная база знаний в области их исследований. Они считают, что это значительно сказывается на качестве и временном интервале выполнения их диссертации. Вероятной причиной существования этой проблемы может быть сам этап отбора в аспирантуру. К примеру бакалавр окончивший специальность экономиста, может без проблем поступить в магистратуру на специальность геолога, а далее пойти в аспирантуру по направлению «Геология», тем самым всплывает проблема отсутствия основной базы знаний в данной области. Отсюда вытекает, такая проблема, когда аспирант не имеющий определенных навыков и знаний не может участвовать в конкурсе грантов, а если и участвует, то не всегда имеет возможность их получить.

По итогам проведения интервью среди аспирантов ТПУ, были выявлены основные проблемы, стоящие на пути становления от аспиранта до успешно защитившегося молодого ученого.

С выявленными нами проблемами сталкиваются и другие авторы, изучающие аналогичные вопросы на примере своих ВУЗов. Следовательно можно предположить, что данные проблемы существуют не только в ТПУ, но и в других университетах России. Решение этих проблем могло бы способствовать повышению результатов научной деятельности и успешному становлению молодых ученых.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Статистика Российского образования. URL: <http://stat.edu.ru/stat/asp.shtml> (дата обращения 25.05.2016).
2. Веселкова Н. В. Полуформализованное интервью // Социологический журнал. - 1994. - N 3. - С. 103-109.
3. Филиппова Н.К. Проблемы профессионального становления молодых ученых (на примере аспирантуры ИрГТУ) // Вестн. Бурят. гос. ун-та. - 2009. - N 14. - С. 176-179.
4. Ахметова Я. М., Мухаметзянова Л. К. Молодые в науке: становление молодого ученого. // Теория и практика общественного развития - 2013. - N 6. - С.48-50.

5. Молодой ученый в ВУЗе сегодня. URL: <http://rosmu.ru/activity/opinions/58.html> (дата обращения 25.05.2016).

Научный руководитель: А.Ю. Чмыхало, к.ф.н., доцент, каф. ИФНТ ИСГТ ТПУ.

ПРОБЛЕМА ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ-ХИМИКОВ

А.А. Николаева, А.С. Гашевская
Томский политехнический университет
ИПР, ФАХ

С развитием промышленности возникает тенденция повышения требований к квалификации инженеров. Хотя библиотеки программ, готовые общепринятые методики, наборы мощнейших инструментов позволяют даже не специалисту принимать стандартные решения. Однако, в целом потребность в количестве инженеров растет, и в будущем уже неизбежен дефицит квалифицированных инженеров. В настоящее время среди проблем кадрового обеспечения выделяется критический недостаток квалифицированных кадров, способных реализовать проекты технологической модернизации – внедрение новых технологий, а также качественное улучшение уже имеющихся. Наблюдается дефицит современной технологической культуры, языковой подготовки инженерных кадров, управленческих компетенций и трудности восполнения этого дефицита, вследствие низкого престижа инженерного образования и профессии инженера [1].

Действующее образование в нашей стране основано на модели квалифицированного специалиста, привязанного к определенному объекту и предмету труда.

Принцип построения многонационального государства в СССР на основе единых стандартов оказал позитивное влияние на развитие в республиках таких сфер жизнедеятельности, как культура, образование и здравоохранение. Образование в Советском Союзе было тесно связано с воспитанием и формированием качеств личности. Советская школа была призвана не только решать общеобразовательные задачи, обучая учащихся знанием законов развития природы, общества и мышления, трудовыми навыками и умениями, но и формировать на этой основе коммунистические взгляды и убеждения учащихся, воспитывать учащихся в духе высокой нравственности и советского патриотизма.

Советская система образования, особенно по инженерно-техническим специальностям, несмотря на её недостатки, занимала лидирующее положение в мире по оценкам политических оппонентов СССР[2].

Задачей российской системы образования - подготовка специалистов для массового, стабильного производства, с редко меняющейся технологией и постоянной номенклатурой выпускаемой продукции.

Сегодня ситуация становится иной: меняются технологии, производство становится гибким. Оно требует другого специалиста, способного проявлять активность в меняющихся условиях.

Главной проблемой на сегодняшний день является подготовка не просто инженеров-химиков, а «инженеров-творцов», которые способны не просто работать на уже существующем оборудовании, а работать творчески: синтезировать новые вещества с различными полезными свойствами, оптимизировать и усовершенствовать уже существующее оборудование, разрабатывать новые методы анализа и т.д. Так, в институте природных ресурсов Томского политехнического университета разрабатываются новые методики анализа. Например, авторы данной статьи разрабатывают новые подходы и методы анализа синтетических пищевых красителей в пищевых продуктах, а также создают биосенсор для определения раковых клеток. Несмотря на уже имеющиеся стандартные методики, разработка новых является актуальной задачей для решения проблем качества и безопасности продуктов питания, так как стандартные методики имеют ряд недостатков и сложностей их проведения. Для определения раковых клеток все уже существующие методы анализа имеют ряд недостатков, такие как высокая стоимость аппаратуры, низкая чувствительность методики и т.д. Для разработки новых методов анализа пищевых продуктов и создания биосенсора для определения раковых клеток требуется нестандартный и творческий подход.

Проблемой творческого подхода к обучению студентов технических, а особенно химических специальностей занимались многие известные ученые, такие как Михайлов А.И., Черный А.И., Гиляревский Р.С. и др. [1-5]. Но на сегодняшний день конкретных и адекватных решений данной проблемы не найдено. Интерес абитуриентов к химическим наукам достаточно низок, а спрос на высококвалифицированных инженеров-химиков постоянно растет. В связи со сложившейся ситуацией авторы вновь обращаются к этой проблеме.

Поэтому цель данной работы заключается в обосновании необходимости применения новых методов в выявлении творческого потенциала у школьников и студентов технических специальностей для подготовки будущих инженеров-химиков.

Современный инженер должен иметь производственную практику, он должен иметь опыт производства, он должен быть на производстве и все попробовать. К сожалению, система производственной практики, которая была в Советском Союзе, практически разрушена, а новые компании, которые сейчас выходят на этот рынок, не горят желанием пускать на свои заводы чужих студентов. Важнейшим требованием к выпускнику вуза является обеспечение его профессиональной компетентности (включающей полноту и целостность базы знаний). Характерной особенностью инновационного инженерного образования является высокий уровень методологической культуры, творческое владение методами познания и деятельности. Причем, речь идет не только о методах классического естествознания, ориентированных на поиск единственного решения, но и о формировании и широком внедрении в образовательную культуру многокритериальной постановки и решения инновационных проблем, с по-

иском множества вариантов решения задач, с выбором оптимальных решений. При этом надо иметь в виду, что инновационное инженерное образование остро нуждается в увеличении объемов общей физики, общей химии и классической математики, ориентированных на количественное обсуждение и анализ физических и химических явлений как основы собственной инженерной деятельности [3,4].

Следовательно, возникает противоречие: - с одной стороны, существует огромный дефицит квалифицированных кадров для химической технологии; - с другой стороны, выпускники профильных высших образовательных учреждений часто остаются невостребованными из-за отсутствия навыков и знаний по конкретным специализациям.

Творчество, креативность – свойства личности, стремящейся к самосовершенствованию. Не случайно талантливые люди проявляют себя во многих областях. Творческая активность – одна из высших потребностей человека. Как утверждают специалисты, она не насыщаема – творчеством можно заниматься всю жизнь. В современном мире перед человечеством стали возникать все более сложные проблемы, которые уже нельзя решать методом проб и ошибок. Коллективное решение проблем невозможно только за счет эксплуатации старых идей, возрастает ответственность за неправильные решения. Кроме того, постоянно возрастает потребность в новых идеях в самых разных областях – в бизнесе, технике, образовании, рекламе и т. д. Это означает, что именно творческий человек более востребован на рынке труда [5].

С целью заинтересованности, а также выявление одаренной молодежи в области химии предлагается несколько путей решения данной проблемы на базе муниципального общеобразовательного учреждения лицей при ТПУ и Томского политехнического университета.

В настоящее время в Томском политехническом университете применяют несколько приемов творческой деятельности для обучающихся студентов по направлению «химическая технология»: «мозговой шторм» (метод организации группового обсуждения, средство получения от небольшого числа людей некоторого количества идей за короткий промежуток времени); причинно-следственный анализ (поиск причин различных проблем); морфологический анализ (развитие идей, полученных с помощью других идей); аналогии; разрешение противоречий и др.

На базе Муниципального общеобразовательного учреждения лицей при ТПУ при участии преподавателей и студентов старших курсов ТПУ проводится мероприятие для школьников - «Химические бои» с целью привлечения и отбора наиболее талантливых и активных школьников, интересующихся химией. Это мероприятие позволяет: выявить одаренных обучающихся, имеющих склонности к изучению химии; оказать всемерную поддержку в развитии их способностей в интересующей их области знаний; подготовить учащихся 8-11 классов к олимпиадам по химии различного уровня; сформировать представления о будущей специальности, связанной с изучением химии; организовать дополнительную работу с учащимися; привлечь к работе с обучающимися преподавателей ВУЗов; привлечь родителей для организации исследовательской дея-

тельности обучающихся в лабораториях ВУЗов; организовать обучающие тренинги на базе II корпуса ТПУ с целью подготовки к экспериментальной части турнира.

Разработанная методика имеет положительные результаты. Всё больше привлекается абитуриентов-химиков в Томский политехнический университет благодаря «Химическим боям». Это связано, прежде всего, с высокой мотивацией школьников и добровольным характером участия в данном мероприятии. В ходе проведения такого мероприятия происходит отсев наиболее слабых и незаинтересованных участников, что приводит к появлению конкурентной среды. Также «Химические бои» позволяют дифференцировать учащихся по интересам.

Вышеописанные мероприятия помогают выявить творческий потенциал у школьников и студентов технических специальностей для подготовки будущих инженеров-химиков, которые не только будут выполнять указанные им действия на производстве, но и самим разрабатывать новые методы работы, решения проблем на производстве с творческим нестандартным подходом. Это позволит вывести промышленные предприятия на новый уровень благодаря креативному подходу к работе и науке инженеров-химиков.

По мнению авторов, наиболее эффективным в образовании школьников и студентов является их интерес к конкретным наукам, в нашем случае к химии. Для того, чтобы студенты и школьники проявляли интерес к знаниям необходимо другой, нестандартный подход к обучению, а также мотивация учащихся. Излишняя формализация образования носит деструктивный характер и в Томском политехническом университете пытаются этого не допустить. В свою очередь использование новых подходов и методик позволит повысить эффективность привлечения и отбора наиболее талантливой молодежи в стены вуза, будет способствовать повышению качества образования. Поскольку именно интерес учащегося к науке, к образованию является важнейшим (а, возможно, даже самым главным) условием становления творческой личности и профессионала своего дела.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Буйновский А. С., Стась Н. Ф., Медведева М. К., Молоков П. Б. Подготовка инженеров-химиков для предприятий атомной отрасли // Успехи современного естествознания. – 2005. – №1. – С. 96-101.
2. Астафьев Я.У., Шубкин В.Н. Социология образования в СССР и России // Мир России. Социология. Этнология. – 1996. – №3. – С. 161-179.
3. Канке В.А. История и философия химии. – М.:НИЯУ МИФИ, 2011. – 232 с.
4. Бабкин В.В., Успенский Д.Д. Новая стратегия. Химия 2030. Кластеризация. – М.: Лица, 2015. – 222 с.

5. Дьяконов Г.С. и др. Подготовка инженера в реально-виртуальной среде опережающего обучения / В.М. Жураковский, В.Г. Иванов. – М., 2009. – 404 с.

Научный руководитель: А.Ю. Чмыхало доцент каф. ИФНТ ИСГТ ЭНИН ТПУ.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕСТОВОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

¹Ю.А. Моисеева, ²К.В. Цивелев
^{1,2}Томский политехнический университет
ИПР, ¹ГИГЭ, ²ГРНМ

Переход к многоуровневой системе подготовки специалистов привел к широкому внедрению тестирования как объективного и технологичного метода контроля знаний, умений и навыков студентов. В настоящее время использование тестирования в ВУЗах рассматривается как одна из актуальных форм оценки качества подготовки обучающихся. Использование тестовых заданий различных видов позволяет более адекватно соответствовать требованиям государственного образовательного стандарта.

На сегодняшний день тестовая система применяется практически во всех сферах деятельности, особенно образовательной. Она получила свое распространение в различных видах аттестаций, вступительных испытаниях на всех ступенях обучения, а также при приеме на работу. Поэтому такая система оценки знаний, умений и навыков, а также личных качеств становится универсальной.

Согласно стратегии инновационного развития РФ [9], одной из основных задач инновационного развития страны в сфере образования является создание условий для формирования у граждан следующих компетенций инновационной деятельности:

1. способность и готовность к непрерывному образованию, постоянному совершенствованию, переобучению и самообучению, профессиональной мобильности, стремление к новому;
2. способность к критическому мышлению;
3. способность и готовность к разумному риску, креативность и предприимчивость, умение работать самостоятельно, готовность к работе в команде и в высококонкурентной среде.

Следовательно, система образования на всех этапах, начиная с дошкольного, в части содержания, методов и технологий обучения (преподавания) должна быть ориентирована на формирование и развитие таких навыков и компетенций. Поэтому возникает проблема о выполнении требований, поставленных перед системой образования в условиях инновационного развития страны: осуществление такого подхода к обучению молодых инженеров, чтобы обеспе-

чить высокий уровень знаний, умений и навыков, при этом развивая и совершенствуя творческое мышление студентов.

В литературе неоднократно поднимался вопрос о введении и расширении тестовой системы в образовательной сфере деятельности (Э.Х. Атоев, Т.М. Воробьева, А.А. Кабанов, Л.И. Долинер и др.). Многие авторы, например, Е.В. Телеева, А.А. Кабанов и В.А. Новиков, выделяют следующие основные недостатки такой системы: элемент случайности (угадывание) и ограниченность (по времени и продуктивному уровню знаний, то есть вероятностные, абстрактные и методологические знания), а объективность оценки, справедливость и эффективность с экономической точки зрения считают главными достоинствами тестов [1, 3, 4, 7]. Существует разные мнения о внедрении тестовой системы и замене традиционных способов оценки обучающихся, но более разумным представляется подход, высказанный А.Н. Майоровым и А.В. Поповым [6, 8] то, что тесты должны применяться комплексно с «классическими» методами контроля для более объективного результата.

Известно, что такой тип контроля, как тестирование, выполняет важные функции: диагностическую, обучающую и воспитательную, то есть оценочную, мотивационную и дисциплинарную. Рассматривая тестовую систему в целом, видится больше плюсов, но, как и любая система, тест имеет свои отрицательные стороны, одна из которых проявляется в выполнении диагностической функций. Тест не позволяет в полном объеме сформировать умение последовательно излагать свои мысли, строить на основе имеющихся знаний логические заключения, позволяющие применять данные знания в нестандартных ситуациях. Тест фиксирует только результаты работы, а не ход ее выполнения, что ограничивает мышление всех студентов и не позволяет выделить среди них творческих и неординарных личностей. Такой недостаток заставляет задуматься об универсальности тестовой системы.

Вследствие необходимости решения задачи, направленной на непрерывное развитие и дальнейшее совершенствование творческого мышления, согласно стратегии инновационного развития экономики страны [9], в ВУЗах и других образовательных организациях, предоставляющих услуги профессионального образования, началось внедрение кредитно-модульных технологий организации учебного процесса с индивидуальными образовательными траекториями для каждого обучающегося. Предполагается актуализировать содержание образовательных программ профессионального образования с учетом современного мирового уровня научных и технологических знаний, в первую очередь, по приоритетным направлениям развития науки, техники и технологий в ключевых областях естественных и точных наук; обеспечить совершенствование федеральных государственных образовательных стандартов, расширения требований к инновационным компетенциям выпускников.

На сегодняшний день в ВУЗах внедрены все процедуры по повышению уровня инновационного развития в сфере профессионального образования, но их выполнение не происходит на должном уровне, то есть не достигается того результата, заложенного изначально для формирования у студентов компетенций инновационной деятельности.

При этом Правительством РФ [9] планируется ввести стандартизованное тестирование для оценки качества освоения выпускниками образовательных программ, результаты которого должны учитываться в рейтингах образовательных учреждений, а также организация стандартизованного экзамена по разным предметам для выпускников бакалавриата и специалитета, который будет способствовать мобильности студентов внутри страны и станет индикатором качества подготовки бакалавров в ВУЗе.

В связи с тем, что происходит модернизация системы общего и профессионального образования, направленная на переход к использованию современных методов и технологий обучения, возникает вопрос, как использование тестовой системы будет выполнять функцию, направленную на выявление, развитие и совершенствование творческого мышления у студентов. Поэтому, цель настоящей работы состоит в том, чтобы продемонстрировать, что существует современные методы (технологии) тестирования, которые способны и оценивать знания и выявлять неординарные способности.

В мире существуют такие тесты, которые помогают выявить способности людей мыслить нестандартно. К этой категории можно отнести SHL тест (тест системного мышления), который позволяет выявить способности к восприятию числовой, текстовой и графической информации.

Результаты такого теста помогут составить полную картину о способностях и талантах соискателя, выявить его потенциальные сильные стороны и области для развития. Например, тест вербальных способностей разработан для оценки способности к логическому анализу текстовой информации. Задания теста представляют собой фрагменты текста и утверждения к ним, по одному утверждению на каждый текст. Участнику необходимо оценить правильность утверждения, исходя из информации, содержащейся в приведенном фрагменте. Утверждение можно оценить, как истинное или ложное, или же информации может оказаться недостаточно для оценки. Пример задания числового теста: дается график или таблица с некоторыми значениями, ниже приведены вопросы и варианты ответов. Ответы очень похожи между собой, идут с небольшим шагом, то есть догадаться невозможно, надо считать и давать правильный ответ. То есть числовой тест предполагает решение математических задач невысокого уровня сложности. Не будет производных, интегралов, систем уравнений и так далее, а будут дроби, проценты, максимум – уравнение с одним неизвестным. Однако, надо знать, что информация для решения подается непривычно для нас.

Среди тестов SHL существует профессиональный личностный опросник (OPQ32), который предназначен для оценки особенностей личности, формирующий типичное или предпочитаемое поведение человека в повседневной рабочей деятельности. В основе опросника лежит разработанная SHL модель личности, которая описывает индивида по 32 существенным параметрам (шкалам). Эти шкалы отражают важнейшие аспекты профессиональной деятельности в современных организациях и объединены в три ключевых области: «Взаимодействие с людьми», «Управление задачами» и «Управление собственным поведением».

Учитывая ограничения по времени прохождения данного вида тестирования, для его сдачи с высокими результатами требуются нестандартные способы мышления, чтобы оперативно ответить на как можно большее количество вопросов и получить высокий балл. В целом, данный вид тестирования имеет что-то общее с тестом на IQ, но является более сложным. Стоит отметить, что он получил широкое распространение среди работодателей во всем мире. В связи с тем, что сейчас российская экономика направлена на повышение инновационной активности и эффективности работы компаний, в том числе государственных, а также на создание конкурентной среды, стимулирующей использование инноваций [9], у компаний в России возникает все больший интерес использования такого вида приема на работу. После проведения такого теста компания отбирает потенциальных сотрудников, получивших высокий результат, и проводит с ними личное собеседование. В основном из всех, кто набирает высокий балл при выполнении SHL теста, мыслят нестандартно и успешно проходят отбор на работу, что говорит об эффективности такого способа оценки системного мышления.

Создание таких видов тестов обходится около 5000 рублей (за один вид составленных вопросов), при этом в расходы нужно учитывать проведение теста специально обученными людьми, обработка и анализ полученных результатов, их интерпретация. Внедрение и применение тестов SHL в ВУЗах считается достаточно затратным и трудоемким. На базе региональных университетов есть опыт проведения такого способа оценивания нестандартного и творческого мышления студентов, но только в конкретных сферах науки с определенной целью, а не для всех студентов разных специальностей.

Внедрение новых методик, которые могли бы повысить эффективность проверки знаний обучающихся и выявления у них неординарных способностей, требуют значительных вложений в образовательный процесс. Однако на такие затраты необходимо идти, поскольку инновационную экономику могут создать только люди, которые способны мыслить и действовать неординарно.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Телеева Е.В. Современные средства оценивания результатов обучения: Учебное пособие / Изд-во Шадрин. пединст-та, Шадринск. – 2009. – 116с.
2. Атоев Э. Х., Шомуродов А. Ю. Применение компьютерных дидактических тестов в учебном процессе // Молодой ученый. 2015. – №10. – С. 1091–92.
3. Воробьева Т. М. Стандартизированные контрольные процедуры // Диссертация канд. пед. наук. Москва, 2006. – 149 с.
4. Кабанов А.А. Тестирование студентов: достоинства и недостатки // Педагогика, 1999. – № 2. – С.66-68
5. Долинер Л.И. Компьютерные тесты успеваемости как средство оптимизации учебного процесса // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 20, Пед. образование, 2004.- №1.- С. 35-72.

6. Майоров А.Н. Теория и практика создания тестов для системы образования: Как выбирать, создавать и использовать тесты для целей образования. – М: Интеллект-Центр, 2001. – 83 с.
7. Кабанова Т.А., Новиков В.А. Тестирование в современном образовании: учебное пособие. М.: Высшая школа, 2010. — 384 с.
8. Попов А.В. Тестирование как метод контроля качества знаний студентов // Труды СПбГИК. С-Петербург. – 2013. – Т. 200. – С. 283-286
9. Распоряжение Правительства РФ от 8 декабря 2011 г. N 2227-р «Об утверждении Стратегии инновационного развития РФ на период до 2020 года»

Научный руководитель: А.Ю. Чмыхало, к.фил.н., доцент кафедры ИФНТ ИСГТ НИ ТПУ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ В СОВРЕМЕННОМ ВУЗЕ

А.В. Шестакова, Д.В. Пургина.
Томский политехнический университет
ИПР, ГИГЭ

В настоящее время основной задачей правительства Российской Федерации является улучшение экономической ситуации в стране. Одним из аспектов подъема экономики является повышение конкурентоспособности предприятий и производительности труда. Решение этой проблемы видится в создании новых технологий, высокотехнологического производства, развития инновационных методов и т.д., что, по мнению руководства, требует большого количества высококвалифицированных специалистов инженерного профиля. Для реализации программы подготовки специалистов ведется активная пропаганда инженерного образования в России. Министерство образования России увеличивает число бюджетных мест в российских вузах на техническо-инженерные специальности, при этом сокращая бюджетные места на гуманитарных направлениях подготовки специалистов. Однако специальности инженерного профиля не становятся все более популярным среди абитуриентов по сравнению с гуманитарными.

Экономический рост, основанный на эксплуатации целевых ресурсов, что сегодня является экономической базой России, нельзя считать достаточно устойчивым. Главным показателем ускоренного развития становится знание, а главным механизмом развития – экономика, основанная на знаниях. Исходя из этого, национальные интересы России заключаются в развитии инновационного общества, то есть нового мышления в социуме. Для развития такого мышления необходим новый подход к образованию будущего поколения.

Проблема инженерного образования сегодня привлекает большое количество ученых, как в России, так и в мировом сообществе. В своих работах авторы затрагивают вопросы исторического развития инженерного образования в

России, например С.Е. Каменецкий, проблемы подготовки инженеров в вузах (И.В. Макарова, С.Е. Каменецкий и др.), развития творческих способностей у студентов технических специальностей (D.H. Cropley, Е.П. Грошева и др.), вопросы установления предприятиями требований к компетенциям выпускников, например В.И. Батрак, и реформирования высшего технического образования примером могут служить труды М.В. Ядровской и другие.

Несмотря на внимание общественности к этой проблеме, вопрос не закрыт, в нашей стране все еще существуют сложности подготовки инженерных кадров.

В рамках настоящей работы предпринята попытка продемонстрировать наиболее актуальные проблемы подготовки инженеров для удовлетворения потребностей современного общества.

На сегодняшний день, говоря о доступности и популярности высшего образования в России, нельзя не вспомнить демографический кризис 1990-х годов, который отразился в невысоком конкурсе и недоборе поступающих. Сложившаяся ситуация является привлекательной для большинства абитуриентов с невысоким уровнем успеваемости и с низкой учебной мотивацией, которые ранее могли рассчитывать только на поступление в учебные учреждения среднего профессионального образования.

В результате, окончив вуз и получив диплом инженера, большинство выпускников оказываются невостребованными и неконкурентоспособными на рынке труда. Эти данные можно наглядно представить на примере ведущего технического вуза России – Национального исследовательского Томского политехнического университета. По статистическим данным последних лет мы видим, что из 100% выпускников (порядка 3000 человек) лишь около 50% отправляются работать на предприятия, а остальные решают продолжить свое обучение (Рис. 1).

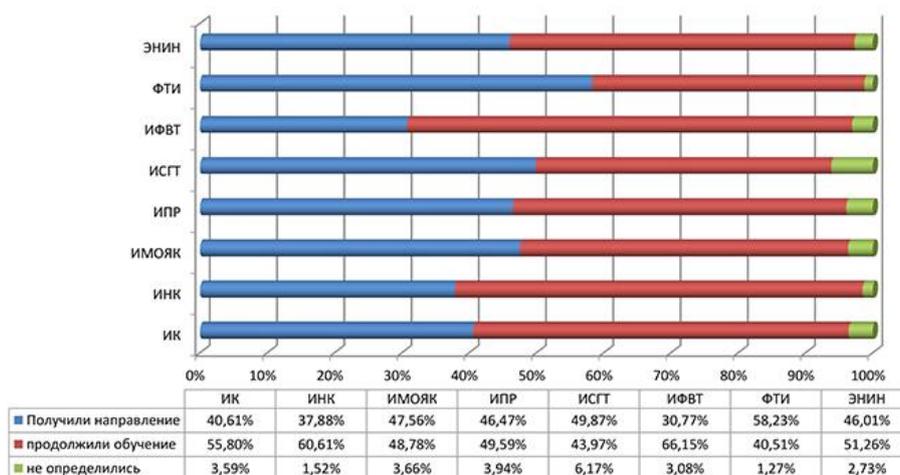


Рис. 1. Распределение выпускников ТПУ 2014 г. года по каналам занятости [4].

Говоря о распределении студентов технических специальностей, нельзя не затронуть географию трудоустройства выпускников (Рис. 2).

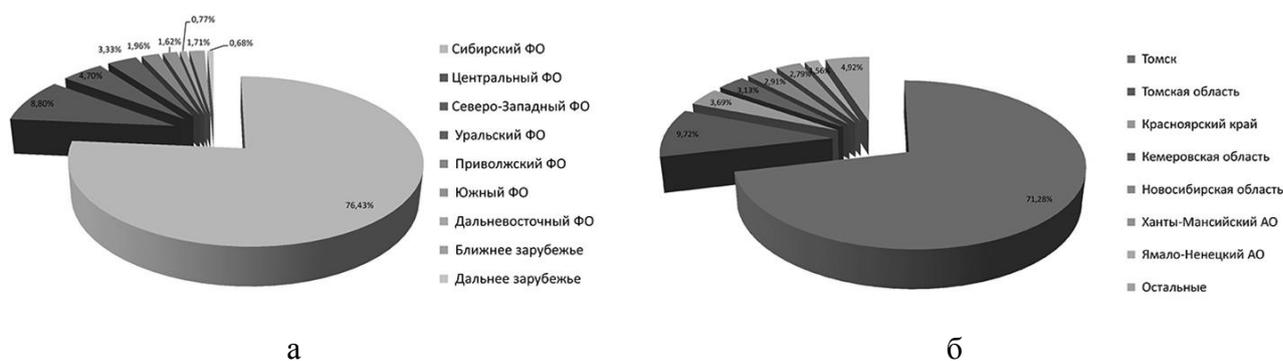


Рис. 2. География распределения выпускников 2014: а – по России и за рубежом, б – по Сибирскому Федеральному округу [4].

Диаграммы показывают, что основная часть выпускников, после окончания вуза остаются работать преимущественно в Сибирском Федеральном округе, причем большая их часть стремится остаться именно в городе Томске. При этом среднегодовая численность работников организаций в городе Томске на протяжении последних пяти лет не изменяется [8], что говорит о серьезной текучести кадров на предприятиях, и как следствие, трудоустроенные выпускники, через какое-то время вновь оказываются в поисках работы.

Таким образом, вскрывается первая проблема, которая заключается в формировании территориального дисбаланса – возникает переизбыток специалистов одного профиля на определенной территории и их нехватка на другой.

Несмотря на ежегодную подготовку выпускников инженерного профиля, спрос на них практически не снижается. Так в чем же причины? Сегодня Россия держит первое место в мире, по сравнению с другими странами, по количеству людей с высшим образованием, более трети которых – инженеры. Однако процент вклада России в мировую копилку новых технологий сегодня составляет 5%, при этом для США этот показатель равен 45% [1]. Таким образом, возникает вопрос, для чего необходимо увеличение числа специалистов-инженеров, если их количество совершенно не отражается на качественном развитии инновационных технологий в стране.

Приходится констатировать критическое несоответствие между вузовской инженерной подготовкой и необходимыми квалификационными навыками инженеров, устанавливаемые со стороны работодателей. Часто квалификация выпускников не отвечает требованиям современного высокотехнологичного производства [5].

Приоритетным направлением для экономического развития Российской Федерации является инновационный путь. Государство, в лице заказчика требует от вузов выпускать все большее количество инженеров, при этом, не четко формулируя критерии, по которым будут определяться особенности подготовки востребованных молодых специалистов.

В современной России понятие «инженер» трактуется, как специалист с высшим техническим образованием или специалист, осуществляющий инженерную деятельность. Однако под этим термином скрывается более глубокий смысл. Под инженером (от lat. *ingenium* – способность, изобретательность) подразумевается профессия созидательная, профессия дизайнера, творца [2].

Для удовлетворения потребностей государства в обеспечении кадрами крупных промышленных предприятий страны, вузы готовят преимущественно инженеров-исполнителей и инженеров-эксплуатационников, специалистов которые по роли своей деятельности неспособны развивать инновационную экономику в стране (рис. 3). Таким образом, проблема становления инновационной экономики в России скрывается в недостатке квалифицированных кадров на всех уровнях – от рабочих до высшего руководства [3], а также в недостаточном взаимодействии вузов и предприятий. Для создания высокотехнологичной и наукоемкой продукции стране нужны инженеры-изобретатели, творцы, создатели, то есть инновационно-ориентированные инженеры.

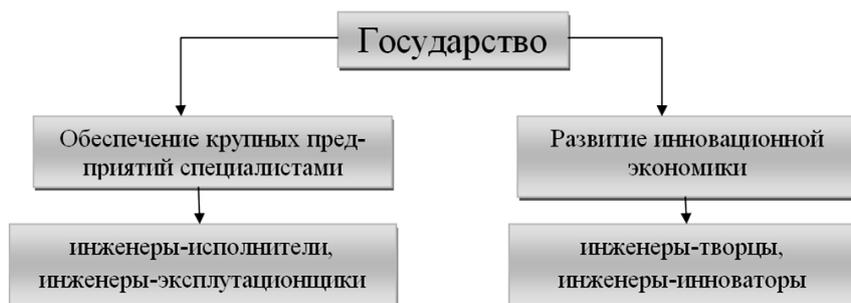


Рис. 3. Схема дифференциации потребностей государства в обеспечении инженерными кадрами существующих промышленных предприятий и для развития инновационной экономики страны.

Вуз при удовлетворении потребностей предприятий должен совместить в рамках одной образовательной программы подготовку инженеров-исполнителей и инженеров-инноваторов для удовлетворения потребностей инновационной экономики.

Для развития новых и эффективных технологий необходимо, помимо хорошей теоретической базы, подкрепленной практической частью познания предмета у студентов, развивать способности мыслить и действовать творчески, что отражает третью проблему инженерного образования.

Важно подчеркнуть, что проблема развития творческих способностей актуальна не только для российских университетов, но имеет мировое значение. Мировое образовательное сообщество при подготовке инженерных кадров считает нужным обратить внимание на развитие креативности и инноваторского подхода у студентов [6, 7]. Сегодня творчество играет центральную роль в решении инженерных задач.

При подготовке инженеров-инноваторов необходимо понять, в чем заключается инновационный подход инженера к решению какой-либо проблемы. Новые проблемы, решаемые старыми способами, приводят к застою и отсутствию прогресса.

Инновационный подход заключается в потребности рынка в постоянном изменении, усовершенствовании существующих технологий. В процессе своей деятельности инженер-инноватор должен уметь решать постоянно возникающие проблемы, где новое решение удовлетворяет старую проблему, но делает ее быстрее, лучше, дешевле. В свою очередь возникновение нового решения

приводит к новой проблеме, которая требует нового решения. Таким образом, важность креативности становится ясна, обществу необходимы инженеры, которые подготовлены как технически, так и творчески для создания решений, которые будут вызывать постоянные изменения.

В целом, система инженерного образования в России сегодня столкнулась с серьезными проблемами обусловленными влиянием времени. Нам действительно необходимы инженерные вузы, но выпускающие специалистов со стилем творческого (инженерного) мышления, причем готовить их надо не массово, а почти штучно, готовить иначе, чем это делается сейчас, внести существенные изменения в систему подготовки инженеров.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Каменецкий С.Е. К проблеме инженерного образования в современной России. Наука и шк. - 2007. - № 2.- С.6-8.
2. Макарова И.В., Хабибуллин Р.Г. Инновационное развитие Российской экономики через модернизацию инженерного образования. Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10-2. – с. 277-281.
3. Роскош М. В. Проблемы становления инновационной экономики в России // Молодой ученый. — 2011. — №3. Т.1. — С. 196-198.
4. Центр содействия трудоустройству и развитию карьеры Томского политехнического университета. Итоги распределения выпускников 2014 г. [Электронный ресурс] URL: http://portal.tpu.ru:7777/departments/otdel/oopt/info/itogi_2014/Tab
5. Ядровская М.В. Моделирование профессионального обучения в техническом вузе. Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Философия. Психология. Педагогика. 2014. Т. 14. № 4-1. С. 108-113.
6. Батрак В. И. Проблемы и пути решения задач подготовки инженерных кадров для машиностроения. [Электронный ресурс] URL: http://conference.osu.ru/assets/files/conf_reports/conf9/133.doc
7. Cropley, D. H. (2015). Promoting Creativity and Innovation in Engineering Education, *Psychology of Aesthetics, Creativity and the Arts*, 9:2, pp. 161-171.
8. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Томской области. Официальная статистика. Рынок труда и занятости населения. Среднегодовая численность работников организаций. [Электронный ресурс] URL: <http://tmsk.gks.ru/>

Научный руководитель: А.Ю. Чмыхало, к. философ. н, доцент каф. ИФНТ ИСГТ ТПУ.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ НА БАЗЕ «ЦЕНТРА ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО ДЕЛА HERIOT WATT»

О.А. Джабиев, А.В. Пономарева
Томский политехнический университет
ИПР, ГРПИ

Нефтяная отрасль является наиболее наукоемким направлением, и постоянно требует улучшения технологий, особенно на фоне того, что сегодня в российском секторе нефтегазовой отрасли существует проблема истощения ныне действующих месторождений, таких как Самотлорское, Ромашкинское и разработка трудноизвлекаемых запасов нефти и газа из карбонатных коллекторов с вторичной пористостью, а также добыча сланцевой нефти и газа. Решение проблемы имеет два пути: разработка шельфа и добыча углеводородов из низкопроницаемых коллекторов. В связи с этим возникает вопрос нехватки компетентных кадров для практической реализации этих направлений, внедрению новых технологий, а также качественному улучшению имеющихся. Еще в советское время нефтяники пытались найти способы добычи нетрадиционных запасов углеводородного сырья, однако их попытки не увенчались успехами. Поэтому профильные университеты создают комплексы программ по подготовке и повышению квалификации для своих студентов и сотрудников различных нефтяных компаний. Основной задачей, поставленной для советской, а сейчас и российской системы образования, является подготовка специалистов для массового производства с редко меняющейся технологией и т.д. Но в данный момент ситуация становится иной – меняются технологии разведки и добычи углеводородов, активно применяется моделирование различных процессов и явлений, создаются новые виды химических реагентов, применяемых при бурении и эксплуатации объектов нефтегазового сектора. [1]

Проблеме подготовки инженерных кадров в российской промышленности, в том числе и в нефтегазовом секторе, уделяется большое внимание, как со стороны правительства, так и со стороны общественных деятелей. В марте этого года, на брифинге одного из информационных агентств, обсуждались проблему нехватки квалифицированных инженерных кадров помощник президента РФ А. Дворкович, заместитель Министра образования и науки А. Пономарев и заместитель Министра промышленности и торговли А. Дементьев. На наш взгляд, Алексей Пономарев отлично обозначил три группы проблем: кого мы учим, как мы учим и чему мы учим. Министерство образования и науки РФ проводит целый комплекс мероприятий по сближению вузов и предприятий путем реализации совместных программ по субсидированию предприятий, которые приходят в вузы, развивают исследовательскую составляющую производства.

Ряд общественных деятелей и меценатов организовали фонды, выявляющие одаренных молодых людей, и помогающие им пройти обучение в ведущих образовательных центрах России и мира.

Сотрудник нашего университета Ю. Похолков предлагает создать национальную доктрину инженерного образования России в условиях новой индустриализации. В своих работах, он обосновывает необходимость и своевременность ее разработки, рассматривает возможную структуру национальной доктрины опережающего инженерного образования России и хорошо описывает именно принципы организации инженерного образования и подходы к их реализации. [2]

Ярким примером реализации этих принципов были реализованы в декабре 2000 года представителями нефтяной компании Юкос (Мангазеев В.П.) и двух университетов – Томского политехнического (Похолков Ю.С.) и Heriot Watt (Б. Сمارт) подписание соглашения о реализации программ подготовки специалистов по нефтяному инжинирингу путем создания Центра подготовки и переподготовки специалистов нефтегазового дела «Heriot Watt».

Центр ведет свою деятельность по двум основным направлениям: образовательное и научно-исследовательское.

Образовательное направление включает в себя подготовку специалистов широко профиля. Сегодня предлагаются магистерские программы по двум направлениям: Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений и Геология нефти и газа. Магистерские программы рассчитаны на два года обучения.

Первый год обучения состоит из двух семестров. Занятия проходят на русском языке с целью создания у магистрантов системы базовых геолого-геофизических знаний по направлению «Нефтегазовое дело». На протяжении всего первого года слушатели проходят интенсивный курс английского языка, что дает им преимущества при дальнейшем обучении в Центре.

Второй год - это курс магистерской подготовки "Геология нефти и газа" или "Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений" по программе университета Heriot-Watt, включающей два семестра теоретического и один семестр практического обучения. В течение последнего семестра магистранты реализуют свои теоретические знания при выполнении комплексного коллективного, а затем индивидуального проектов. Каждый теоретический семестр заканчивается экзаменационной сессией, а практический – защитой группового и индивидуального проектов. [2]

Неотъемлемой частью обучения в рамках данных программ является производственная практика в подразделениях ведущих нефтегазовых компаний-партнеров. К их числу относятся «Газпром нефть», «Роснефть», «Лукойл» и др.

Для обеспечения качественного учебного процесса в Центре созданы самые благоприятные условия. Материальная база включает в себя более 200 персональных компьютеров и первую в Сибири комнату 3D-визуализации для наглядной демонстрации модели месторождения в трехмерном пространстве. Для практической работы Центр располагает грантами на использование спе-

специализированного программного обеспечения: Petrel, Eclipse, PipeSim, Drilling Office, IRAP RMS, TEMPEST, DACQUS, ResVIEW-II, Ecrin, PanSystem, WellFlo. Для студентов и преподавателей создана своя библиотека, где собраны специализированные периодические издания и справочная литература по основным модулям, которые читаются во время обучения. Также слушатели имеют доступ к международным отраслевым электронным библиотекам (SPE, AAPG). [4]

С 2003 года в Центре проводятся короткие курсы повышения квалификации для специалистов нефтегазовой отрасли. Обучение построено на принципах чередования лекций и практических занятий, группового обсуждения проблем и вопросов, взаимопомощи слушателей.

На сегодняшний день Центр готов предложить обучение по 43 курсам различной тематики. Курсы разработаны с учетом актуальных потребностей нефтяных компаний, работающих в России, и регулярно обновляются с учетом как пожеланий заказчиков, так и новых достижений в науке и промышленности.

Короткие курсы, предлагаемые в настоящий момент Центром, подготовлены с учетом передовых мировых достижений в нефтяной промышленности и максимально адаптированы к реалиям работы нефтяных компаний в России. Учебный процесс обеспечивают преподаватели, аккредитованные по своей специальности университетом Heriot-Watt.

Научно-исследовательская работа – одно из важнейших направлений деятельности Центра подготовки и переподготовки специалистов нефтегазового дела. Помимо образовательных проектов, специалистами Центра ведутся работы по:

- оценке технических компетенций персонала;
- разработке проектно-сметной документации на строительство скважин;
- геологическому и гидродинамическому моделированию;
- подготовке проектных документов на разработку нефтяных месторождений;
- анализу керна и геохимическим исследованиям;
- анализу геологического строения и прогнозу развития нефтегазоносных резервуаров по данным сейсморазведки на основе двухмерного сейсмогеологического моделирования.

Данная деятельность позволяет магистрантам и преподавателям реализовывать современные технологии и последние научные достижения на практике, а так же совершенствовать свои профессиональные навыки.

Таким образом, выпускники Центра получают не только отличные образовательные навыки, основанные на передовых европейских и российских стандартах, но и имеют практический опыт реализации научного проекта в рамках исследовательских направлений. Именно такое удачное сочетание теоретических знаний и практического опыта, имеет сильное влияние на компетенции инженеров нефтяников.

Подводя итоги, можно констатировать следующее: Центр подготовки и переподготовки специалистов нефтегазового дела «Heriot Watt» является крупным научно-образовательным объектом в составе Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Важно, отметить, на наш взгляд, наиболее важные отличия системы подготовки инженеров в Центре от других структурных подразделений института и в целом университета. Этими отличиями являются удачное временное сочетание получения магистрантами теоретических знаний от привлеченных иностранных преподавателей с практическим закреплением их в ведущих компаниях нефтегазового сектора России и зарубежья, а обязательная 10 недельная полевая учебная практика, магистрантами проходит на обнажениях Южных Перенеев в Испании.

Еще одна немаловажная особенность системы подготовки – это современное материально-техническое оснащение. В центре осуществляет свою работу, единственная в Томске, комната 3D визуализации, помогающая студентам в выполнении их исследовательских проектов. Библиотечная база с большим фондом литературы, как российских авторов, так и ведущих зарубежных на иностранном языке. Практически все издания не старше 2004-2005 года выпуска.

Центр подготовки и переподготовки специалистов нефтегазового дела «Heriot Watt» также располагает достаточным перечнем современных программных комплексов, которые осваиваются магистрантами с первых дней обучения. На таких комплексах как Petrel, Geoframe, Eclipse, Merak, Drilling Office работают ведущие компании нефтегазового сектора, такие как «Роснефть», «Газпром нефть», «Baker Hughes», «Schlumberger» и др.

И еще одним немаловажным фактом успеха реализации данного проекта, можно отнести высокий уровень подготовки абитуриентов Центра, проходящих несколько этапов отбора и эти этапы проходят не лучшие из хороших, а лучшие из лучших.

На наш взгляд благодаря трансляции системы реализации и опыта в подготовке инженерных кадров Центра подготовки и переподготовки специалистов нефтегазового дела «Heriot Watt» в другие научно-образовательные объекты Томского политехнического университета, конечно с учетом специфики, возможно повысить в разы количество не “штампованных” инженерных кадров, а инженеров-разработчиков, способных генерировать новые идеи в технологии, улучшать уже существующее производство и создавать высоко технологичное оборудование способное дать мощный толчок в развитии не только экономики и промышленности России, но и в целом улучшить ситуацию и жизнь в ней.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Похолков Ю.П. Уровень подготовки инженеров России. Оценка, проблемы и пути их решения / Ю.П. Похолков, С.В. Рожкова, К.К. Толкачева // Проблемы упр. в соц. системах. - 2012. Т.4, вып. 7. - С.6-15.

2. Похолков Ю.П. Национальная доктрина опережающего инженерного образования России в условиях новой индустриализации: подходы к формированию, цель, принципы [Электронный ресурс]. - 2012. - С.5-9. - URL: http://www.ac-raee.ru/files/io/m10/art_7.pdf
3. Ленская А. Недрa и ТЭК Сибири // Недрa и ТЭК Сибири. – 2015. – №3.
4. Башматова С. Инновации с первых дней // Недрa и ТЭК Сибири №4 (58) – 2011. – №4.

Научный руководитель: А.Ю. Чмыхало доцент каф. ИФНТ ИСГТ ТПУ.

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ИНЖЕНЕРОВ-ЭКОЛОГОВ

М.Т. Джамбаев

Томский политехнический университет
ИПР, ГЭГХ

Высокий темп развития человечества, начавшийся в середине XX века, способствовал развитию интереса научной общественности к относительно молодой науке - экологии. Прежде всего, это было связано с проявлениями резких природных реакций на бездумные действия человека по отношению к природе. Это проявлялось в росте эндемических, канцерогенных и др. заболеваний, связанных, к примеру, с нарушением природного баланса микроэлементов, с возникновением природных катаклизмов спровоцированных деятельностью человека. Все чаще стали появляться новые виды заболеваний, причины появления которых медикам трудно назвать. В большинстве случаев лечение такого рода заболеваний невозможно без участия экологов, поскольку лечение может быть эффективна только в случае выяснения причины появления заболевания.

В свою очередь для определения причин различного рода заболеваний, связанных с изменением состояния окружающей среды, инженеру-экологу наряду со знанием законов прохождения различных геофизических, геохимических, биохимических и других природных процессов, изменения которых могут стать причиной заболевания населения, массовой гибели животных и т.д., необходимо владение и медико-биологическими, социальными и др. знаниями. Знание анатомии человека, принципов прохождения процесса метаболизма в организме человека помогли бы облегчить инженеру-экологу поиск причины заболеваний, связанных с изменением состояния окружающей среды, и тем самым помочь сохранить здоровье населения.

Не менее важно понимать, что решение современных экологических проблем требует знаний в области экономики и социологии, поскольку своевременное предупреждение экологических бедствий требует организации и проведения мероприятий, затрагивающих значительные массы людей и производственные процессы.

Все вышесказанное актуализирует необходимость внесения изменений в образовательные программы подготовки инженеров-экологов. В настоящее время уже достаточно очевидно, что формирование профессиональных компетенций современного инженера должно быть основано на использовании междисциплинарного подхода. Но что он может и должен подразумевать когда речь идет о подготовке инженеров-экологов? Поиску ответа на данный вопрос посвящена настоящая статья.

В научном смысле под междисциплинарным подходом понимается форма интегративной тенденции в науке, связанная внутренним образом с реализацией противоположной тенденции, направленной к своеобразной дифференциации наук, которая приводит к возникновению комплексных наук, объединяющих проблем из разных канонических наук, таким образом создавая новый тип границ в пространстве научных проблем.

В силу последнего, применение междисциплинарного подхода требует нового типа специализации, являющегося необходимым условием для профессионализма в новой науке: если знания в самых разных областях науки у дилетанта беспорядочны, представляют собой некий хаос, то у ученого, применяющего междисциплинарный подход они, наоборот, должны быть упорядочены, организованы и направлены в соответствии с связями структурного характера в самой действительности.

В своей работе о междисциплинарных подходах и проблеме исследования сложных саморганизуемых систем профессор Борис Чендов приводит следующие основные формы междисциплинарного подхода к научным исследованиям: 1). Первая форма служит как предварительная стадия, подготовляющая почву для более высокой стадии его применения, связанного с формированием и дальнейшим развитием соответствующего типа научной теории или даже научной области. 2). Вторая форма больше направлена на формирование научных теорий и даже научных областей на стыке двух или более канонических наук в узком смысле слова. Данная форма является существенно более элементарной формой реализации междисциплинарного подхода, чем проведения комплексных исследований и формирования комплексных теорий и наук, поскольку первая форма междисциплинарного подхода по существу направлена к детализации канонической классификации наук, связанной с пополнением пробелов в ней на стыке разных наук, тогда как комплексный подход как форма междисциплинарного по существу выводит за рамки канонической классификации наук и направлен на формирование существенно нового синтеза научных проблем, порождающий новую, своеобразную классификацию комплексных наук. Вместе с тем следует отметить, что между указанными выше формами междисциплинарного подхода имеется взаимодействие, порождающее генетическую связь между ними в ходе развития современной науки и дающее основание говорить о междисциплинарном подходе в целом [1].

Экология – это наука о связях, поддерживающих устойчивость жизни в окружающей среде. Как наука экология сформировалась не сразу и имела

длительную предысторию развития. Ее обособление представляет собой естественный этап роста знаний о природе .

Достаточно полная классификация разделов экологии приведена Н.А. Воронковым [2]. Так, экология состоит из четырех основных подразделений, изучающих разные уровни организации жизни: аутэкология, или экология организмов, популяционная экология, биоценология и экосистемная экология. Существует большое поле частной экологии, изучающей специфику взаимоотношений со средой у разных групп организмов (экология растений, животных, грибов, микроорганизмов и более подробно – птиц, насекомых, рыб и т. п.). В связи с развитием экологических идей выявился целый ряд новых разделов в других биологических науках, и появились новые науки экологического содержания, таких как физиологическая экология, биохимическая экология, палеоэкология, эволюционная экология, морфологическая экология. Экологической наукой является и гидробиология, на разных уровнях изучающая экосистемы водоемов. Экологические разделы появились и в науках о Земле, таких как экология ландшафтов, глобальная экология, геоэкология и в науках об обществе, например, социальная экология. Как видно, само содержание науки экология являясь синтезом различных наук, разделена на многие поднаучные направления. Таким образом, само появление экологии является проявлением междисциплинарного подхода к науке.

Сегодня экологическое мышление становится необходимым для решения самых насущных задач нашей жизни. Если в начальном этапе развития экологической науки исследования в данной области были направлены на познание природных процессов, то сегодня чаще эти исследования направлены на применение знаний законов природных процессов в решении различных эколого-социальных проблем. В связи с этим современная экология далеко вышла за рамки академической учебной дисциплины, принимая более прикладной характер. Таким образом следует понимать, что знания междисциплинарного содержания экологии не означает применение междисциплинарного подхода в образовательном процессе. На сегодняшний день, в образовательные программы подготовки инженеров-экологов все больше включаются дисциплины имеющие социально-прикладной характер. К примеру, в образовательную программу направления «экология и природопользование» Национального исследовательского Томского политехнического университета сегодня входят такие дисциплины как медицинская геология и устойчивое развитие [3].

Медицинская геология изучает воздействие геологических объектов естественного (породы, руды, минералы, продукты эрозии, вулканической деятельности, воды и др.) и техногенного происхождения (продукты переработки рудного и нерудного минерального сырья, сплавы, строительные материалы и т.д.), геологических процессов и явлений на здоровье людей и животных, состояние растений. Изучает она и обстановки, при которых такое воздействие становится возможным. Медицинская геология — стратегически значимая социально ориентированная дисциплина. Изучение обстановок и факторов воздействия геологических объектов и процессов на здоровье людей

позволяет разрабатывать превентивные и лечебно-профилактические меры, необходимые для успешного решения текущих и планирования перспективных задач экономики хозяйствования и воплощения в жизнь различных социальных проектов, в основе которых находятся интересы населения [4]. Однако, применение знаний в области медицинской геологии становится затруднительной для инженера-эколога без знаний общей анатомии человека. В ряде случаев, экологу-инженеру приходится действовать в условиях сжатых сроков отведенных на решение той или иной экологической проблемы, от чего может зависеть здоровье множества людей.

Целью дисциплины устойчивое развитие является формирование современных представлений об устойчивом развитии как о научной идеологии и прикладной сфере деятельности на основе освоения научных представлений о соответствующей предметной сфере, а также обобщения и переосмысления приобретенных ранее знаний. Однако данная дисциплина больше рассматривает экономические и социальные проблемы глобальных масштабов, такие как развитие международного сотрудничества в области охраны окружающей среды, сохранение природных ресурсов будущим поколениям и др. . Безусловно включение данных дисциплин в образовательную программу является попыткой развития профессиональных компетенций, отвечающих современной тенденции растущей необходимости формирования у инженеров-экологов социально-прикладных знаний. Однако, ясно что сегодня в профессиональной компетенции инженера-эколога остаются пробелы в знании общих экономических законов, навыков экономического обоснования необходимости планирования производства, строительства и других видов деятельности человека с учетом возможных экологических проблем. Но также следует понимать, что включение всех прикладных знаний в образовательную программу инженеров-экологов в принципе невозможно. Таким образом все же остаются нерешенными вопросы: «Что означает междисциплинарный подход в подготовке инженеров-экологов и каким он должен быть для формирования их профессиональных компетенций?». Именно для решения этих задач необходимо применение междисциплинарного подхода в рамках научных исследований, направленных на решение эколого-социальных проблем. Для этого необходимо проведение межкафедральных, межфакультетных и межинституционных научных исследований. Именно такое понимание междисциплинарного подхода в образовательной программе создаст условия для студентов различных профилей подготовки не только накоплению знаний в области различных наук но и формированию у них не менее важных качеств, таких как, коммуникабельность, умение работать в команде, принимать ответственные решения и др. .

Наглядным примером необходимости применения междисциплинарного подхода социально-прикладной направленности является проблема высыхания Аральского моря. Аральское море — бессточное солёное озеро в Средней Азии, на границе Казахстана и Узбекистана. С 1960-х годов XX века уровень моря (и объём воды в нём) быстро снижается вследствие забора воды из основных питающих рек Амударья и Сырдарья. До начала обмеления Аральское море

было четвёртым по величине озером в мире. Чрезмерный забор воды для полива сельскохозяйственных угодий превратил четвертое в мире по величине озеро-море, прежде богатое жизнью, в бесплодную пустыню. Сегодня в регионе Аральского моря самые высокие показатели детской смертности в бывшем СССР (75 на 1000 родившихся детей), высокий уровень материнской смертности: около 120 человек на 10 тыс. родов. Заболеваемость имеет тревожную тенденцию к возрастанию. В эпицентре экологической катастрофы распространены анемия, дисфункция щитовидной железы, заболевание почек и печени. Прогрессируют болезни крови, раковые заболевания, астма и сердечная недостаточность. Медицинские исследования подтверждают, что развитие этих болезней находятся в прямой зависимости от экологической катастрофы [5].

Таким образом, в условиях современного роста уровня риска экологических бедствий, экологического кризиса планеты в целом, становится необходимым формирование профессиональной компетенции инженеров-экологов основанной на междисциплинарном подходе, имеющую социально-прикладную направленность. Лучшим условием для этого является включение в образовательную программу реализации межкафедральных, межфакультетных и межинституциональных научно-исследовательских проектов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Междисциплинарный подход и проблема исследования сложных самоорганизующихся систем. // Научная цифровая библиотека ПОРТАЛУС URL: <http://www.portalus.ru/> (дата обращения: 15.06.2016).
2. Экология общая, социальная, прикладная / Воронков Н.А. / - М.: Агар, 1999. – 424 с.
3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Направление подготовки 05.04.06 Экология и природопользование (уровень бакалавриата): утв. и введ. 23.09.2015 № 1041 / Мин-во образования и науки Рос. Федерации.
4. Стожаров А. Н.. Медицинская экология ; учеб. пособие / А. Н. Стожаров. - Минск : Выш. шк. — 368 с., 2008
5. Власов А.: Проблема Аральского моря - есть ли пути решения? 2010. <http://www.centrasia.ru/newsA.php?st=1287809160>

Научный руководитель: А.Ю. Чмыхало, к.ф.н., доцент, каф. ИФНТ ИСГТ ТПУ.

ПРОБЛЕМА ГУМАНИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ

А.А. Билялов
Томский политехнический университет
ИПР, ГРПИ

Современный инженер, который заканчивает высшее учебное заведение и начинает вести трудовую деятельность на территории своей страны сталкивается с рядом проблем, которые возникают у него на пути. Начиная с поиска наиболее подходящей его специализации работы и заканчивая неполной самореализацией и недопониманием со стороны коллег. Как правило стремление к изменениям и новым методам решения задач не воспринимаются всерьез более опытными коллегами. Основными критериями при выполнении заданий являются видение руководства, материальные затраты и сроки сдачи проектов. Исполнение работы «как надо» часто противоречит представлениям самого инженера. Всё это приводит к возникновению конфликтных ситуаций, недопониманию и крайне низкой заинтересованности работника к выполняемому труду. Такое отношение является причиной слабой организации, процветании компании в целом.

Недостаточную компетенцию инженеров можно увидеть в том же Томске. Маршрутные автобусы, которые выбраны для перевозки пассажиров, не имеют мест для инвалидов, определенного общедоступного графика и удобной системы оплаты. Некачественная система водоотвода на улицах города, которая могла бы сохранить асфальтовое покрытие на дорогах весной, планировка зданий, районов и т. п. Инженеры могут и должны видеть, оценивать и совершенствовать качество выполняемых ими работ, должны уметь представлять человека, как часть системы. Это связано с тем, что после окончания университета специалист со студенческой скамьи не имеет развитых навыков коммуникации, работы в команде, не готов брать на себя социальную ответственность.

Проблема создания гуманистического подхода формируется еще в процессе обучения технического специалиста. Знания полученные в университете являются фундаментом для дальнейшей работы.

По словам Василия Шубина, профессора кафедры философии и социологии ДИИТ «Кризис инженерной практики и инженерного образования – это кризис традиции рассматривать человека не как цель; а как средство, ибо все же длительное время задачей высшей технической школы было не развитие личности и формирование ее культурного пространства, а подготовка специалистов»[4]

В отечественной практике эта проблема решается введением в общеобразовательную программу подготовки бакалавров гуманитарного, социального и экономического блока, состоящего из таких предметов, как философия, политология, экономика, психология и социология. Зачастую эти несколько предметов, не связаны между собой и тем более с техническими науками. Они не представляют часть единого целого, которое должно развивать у инженеров

навыки коммуникации, творческого подхода, командной работе. В этих дисциплинах уделяется внимание основным понятиям, теориям, терминам. Знание которое получает студент поверхностно, не подкреплено практическими примерами из его будущей профессиональной деятельности.

Данная проблема касается как гуманитарных так и технических дисциплин. Проблеме гуманистического подхода уделяется недостаточное внимание и в учебниках по физике, математике, химии.

В качестве примера было проведено сравнение современного учебника высших заведений по математике автора из СНГ [5] и автора из Великобритании

В учебнике написанном европейским автором очень грамотная структура, много пояснений, иллюстраций на примере физических, химических явлений. Тут же большое внимание уделяется человеку. Проиллюстрированы примеры, где человек является частью математической системы, создателем новых уравнений. Опубликованы биографии выдающихся математиков. Явно преобладает влияние конкретной личности в создании той или иной теории.

В отечественном учебнике также наблюдается четкая структура, краткое описание уравнений. Больше внимания уделяется выведению формульной составляющей. Здесь же можно заметить, что практически не встречаются упоминания о людях, механизмах их окружающих. Таким образом, на примере данного учебника изложена только основная суть необходимых для изучения уравнений и формул не поясняя, с пользой для кого или чего они вообще могут пригодиться студенту.

Формирование правильного подхода и представления у инженеров порождает конкурентоспособных специалистов, заинтересованных в качественном труде, и соответственно в лучшем результате. Все это создает целую систему, которая направлена на интересы людей.

Будущие инженера должны быть компетентны, должны уметь отстаивать свою точку зрения. Ведь, от того, насколько правильно, эффективно и точно выполнена спроектированная ими установка, зависит и результативность работы операторов ее обслуживающих и качество выполняемого труда.

Возможным решением проблемы может быть смена подхода при обучении студентов. Курсы и практики для преподавателей и студентов с переориентацией на более гуманистический подход позволят повысить квалификацию выпускаемых специалистов.

Надеюсь что описанное видение принесет пользу при анализе образовательного процесса в университетах.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Форд, Генри. Моя жизнь, мои достижения : пер. с англ. / Г. Форд. — Москва: Финансы и статистика, 1989. — 206 с.: ил. — Как надо работать. — ISBN 5-279-00618-1.

2. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%91%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%80
3. Chmykhalo A.Y. Problems and Perspectives of Performance of Higher Education Institutions in the Development of Russian Innovative System (Regional Aspect) [Electronic resource] / A. Yu. Chmykhalo, Yu. R. Khasanshin (Hasanshin) // Procedia - Social and Behavioral Sciences. — 2015. — Vol. 166: Proceedings of The International Conference on Research Paradigms Transformation in Social Sciences 2014 (RPTSS-2014), 16–18 October 2014, Tomsk, Russia. — P. 497-504.
4. Шубин В.И., Пашков Ф.Е. Культура. Техника. Образование. Учебное пособие для технических университетов. Днепропетровск, 1999.
5. Гусак, Алексей Адамович. Высшая математика: Учебник для вузов в 2-х томах / А. А. Гусак. — 3-е изд., стер.. — Минск: ТетраСистемс, 2001-Т. 2. — Минск: ТетраСистемс, 2001. — 448 с. — ISBN 985-6577-33-0.

Научный руководитель: А.Ю. Чмыхало, к. философ. н, доцент каф. ИФНТ ИСГТ ТПУ.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАБОТЫ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ВЫПУСКНЫХ КУРСОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БАКАЛАВРОВ

Д.Б. Мустафина
Томский политехнический университет
ИК, ВТ

Введение

Компетенция специалиста – социальное требование к подготовке студентов, необходимое для их эффективной работы в выбранной профессии. Формируемая в образовательном процессе *компетентность специалиста* – профессионально значимое качество бакалавра, выражающееся в совокупности личностных качеств и необходимых профессиональных компетенций, основанных на специальных компонентах в области, например, IT-технологий, позволяющих реализовать в профессиональной деятельности знания, умения и навыки (способы действий). Сформированная совокупность личностных качеств и необходимых профессиональных компетенций повышает конкурентоспособность выпускника ВУЗа и эффективность его профессиональной деятельности.

Понятие компетентности шире понятия квалификация. Компетентность – не только профессиональные знания, навыки и опыт, но и отношение к делу, позитивные склонности, интересы и стремления, способность эффективно использовать знания и умения, личностные качества для достижения необходимого результата на конкретном рабочем месте в конкретной рабочей ситуации. Компетентность – это реальная способность достижения цели или результата, в

то время как квалификация – потенциальная способность выполнять задания данной профессиональной деятельности [1].

Работа на производстве как один из методов повышения компетентности студентов

На данном этапе требования общества к ВУзам заключаются в том, что университет должен сформировать целостную систему универсальных знаний и умений, опыт самостоятельной деятельности и личной ответственности студентов, составляющих ключевых компетенций. То есть в современном образовательном пространстве студент – не пассивный получатель знаний, а активный участник образовательного процесса, субъект, непосредственно участвующий в освоении нового материала в контексте его практического применения. При компетентном подходе результат образования заключается не только в сумме усвоенных знаний, умений и навыков, а главным образом в сформированной у выпускника способности действовать в различных профессиональных и жизненных ситуациях. Таким образом, компетенция – это совокупность знаний, умений, опыта, личностных качеств специалиста, позволяющих ему применить полученные знания на практике [1].

Повышению активности и мотивации познавательной деятельности обучающихся способствует работа по специальности на производстве по совместительству студентов выпускных курсов. Получаемые в процессе работы практические навыки по использованию полученных теоретических знаний в значительной мере оказывают влияние на формирование профессиональных компетенций. Кроме того, работа в трудовом коллективе способствует дальнейшему развитию и становлению таких личностных качеств как ответственность, дисциплинированность, целеустремленность, креативность мышления, умение работать в коллективе, коммуникабельность, которые являются составляющими ключевых общечеловеческих компетенций.

Актуальность и цель работы

Актуальность темы работы вытекает из того, что на современном этапе развития человечества одним из условий сохранения квалификации специалиста и его востребованности на рынке труда является перманентное овладение новыми знаниями в соответствующей отрасли, что невозможно без сформированных профессиональных и ключевых компетенций.

Цель работы – установление влияния работы по специальности студентов выпускных курсов на повышение компетентности бакалавров.

Анкетирование как метод анализа влияния работы студентов на формирование профессиональных компетенций

Метод, который был применен в исследованиях, относится к психологическому вербально-коммуникативному методу. При помощи метода анкетирования можно с наименьшими затратами получить высокий уровень массовости исследования. Особенностью этого метода можно считать его анонимность (личность респондента не фиксируется, фиксируются лишь его ответы) [2]. По числу респондентов было проведено групповое анкетирование.

Анкета состоит из 10 вопросов, которые направлены на выявление респондентов, работавших на 4 курсе и работающих в настоящее время. Работав-

шим на 4 курсе студентам необходимо было ответить на вопросы о проценте использованных ими теоретических знаний, степени трудности совмещения учебы в ТПУ и работы и т.п.

Результаты анализа и анкетирования выпускников бакалавриата

Анализ влияния работы по специальности выпускников бакалавриата по направлению «Информационные системы и технологии» на их обучение представлен на приведенных ниже диаграммах и графиках:



Рис. 1. Процент работавших на 4 курсе студентов

33,33% студентов направления «Информационные системы и технологии» работали на 4 курсе бакалавриата.



Рис. 2. Процент продолжающих трудовую деятельность бакалавров

На основе рисунка 2 можно сделать вывод, что процент работающих после выпуска студентов сократился на 11,13%. Это связано в первую очередь с тем, что студенты на 4 курсе устраивались на работу в основном только для написания дипломного проекта на предприятии.



Рис. 3. Процент внедренных на предприятие дипломных работ

Результаты 22,22% дипломных работ были успешно внедрены на предприятии, а 5,56% находятся на этапе внедрения.

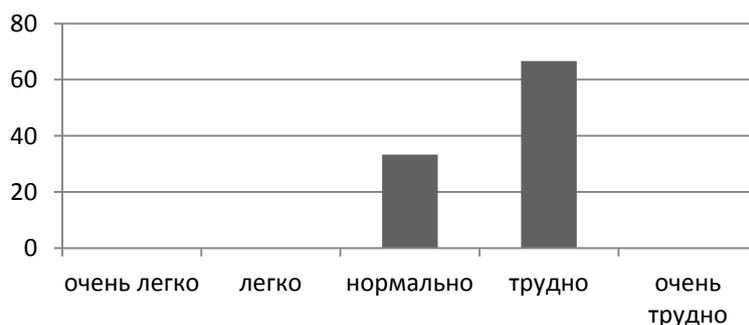


Рис. 4. Степень трудности совмещения учебы в ТПУ и работы

Анализ рисунка 4 показывает, что большинству студентов ТПУ было трудно совмещать работу и учебу на 4 курсе бакалавриата.

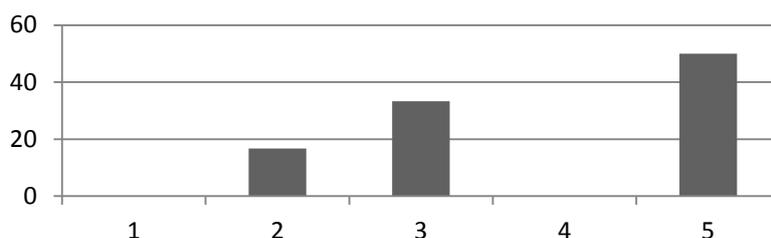


Рис. 5. Влияние трудовой деятельности на самостоятельность принятия решений по 5-бальной шкале (1 – плохое...5 – отличное)

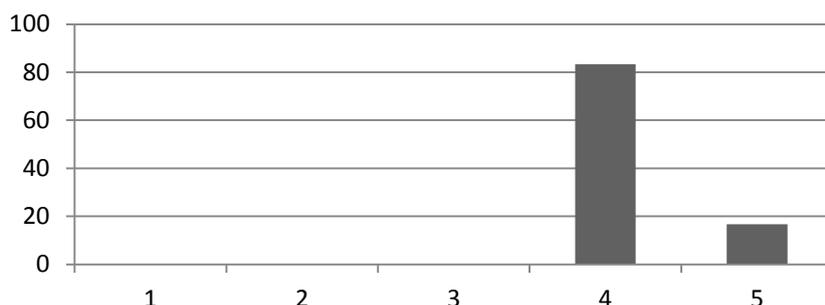


Рис. 6. Влияние трудовой деятельности на выработку способностей к самообразованию по 5-бальной шкале (1 – плохое...5 – отличное)

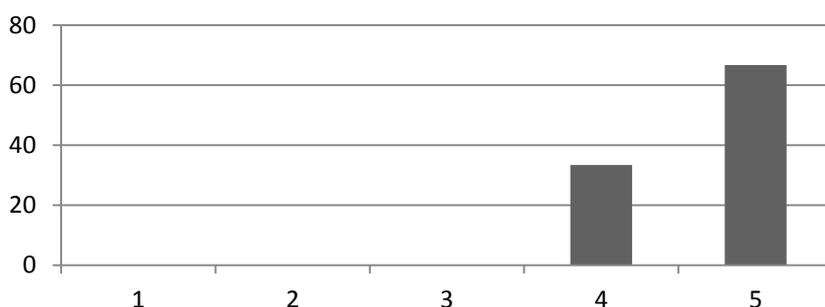


Рис. 7. Влияние трудовой деятельности на умение работать в команде по 5-бальной шкале (1 – плохое...5 – отличное)

Заключение

Результаты анализа анкет выпускников бакалавриата, несмотря на имеющиеся нерешенные в настоящее время вопросы и проблемы, показывают, что на формирование профессиональных и ключевых компетенций оказывает влияние и трудовая деятельность студентов выпускных курсов по избранной специальности.

Работа студентов по специальности оказывает значительное влияние на самостоятельность принятия решений, выработку способностей к самообразованию, умение работать в команде и рациональное распределение времени, которые являются составляющими ключевых компетенций.

Дуальная система обучения является одним из путей решения вопроса синтеза обучения и практики, что, несомненно, способствовало бы более эффективному формированию профессиональных и ключевых компетенций бакалавра.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Хуторской А.Н. Ключевые компетенции как компонент личностно-ориентированной парадигмы образования. — М.: Школа-Пресс, 2003 — С. 363.
2. Метод анкетирования [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_анкетирования

Научный руководитель: И.Б. Ардашкин, доктор философских наук, профессор кафедры истории и философии науки и техники ТПУ.

METHODS OF ESTIMATING THE INTERDISCIPLINARY COMPETENCIES OF A DEVELOPER OF INTELLIGENT POWER LINES DESIGN SYSTEMS

E.I. Maksimova¹, I.B. Ardashkin²

^{1,2}National Research Tomsk Polytechnic University,

¹Institute of cybernetics, ¹Department of computer engineering, ¹Group 8VM61

²Institute of humanities, social sciences and technologies, ²Department of history and philosophy of science and technology

Today it is almost impossible to find a place with no electricity. We use home appliances, electronic devices and lamplight. We greatly depend on these facilities. But few people think of how much work needs to be done to provide even the most remote corners of the planet with electricity. It is not just about power engineering, creating power plants and transformers. The designing of power lines is no less significant aspect. This includes arrangement of power poles, designing of cable inserts and creating branches on the consumer [1, 2].

The designing of power lines is a complex task. Today this task could be significantly simplified if you use a computer-aided power lines design system. Such systems can perform a vast number of calculations necessary to create a power lines with respect to landscape, existing power lines placement, financial and time constraints.

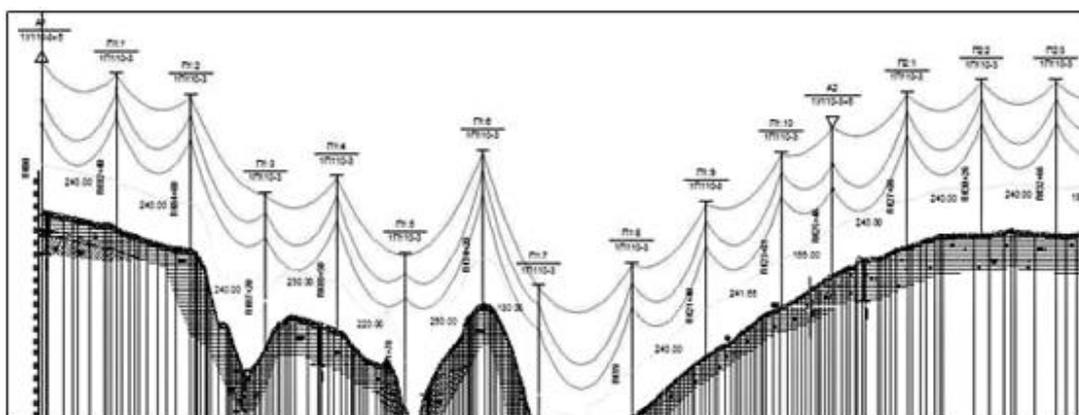


Fig. 1. The process of placing power poles in the power lines design system

Power lines design systems should be as reliable and resilient as possible. Any inaccuracy or error of such system could lead to the huge expenses. A huge responsibility lies on the developers of such systems. The question is how to find people who meet all the requirements to reliability and accuracy? Not less important thing to know is how to find out whether they can create such powerful and feature-rich systems, making sure that the developed power lines design system contains no critical shortcomings and bugs [3].

As many of us know, any kind of software is created by programmers or, more generally, developers. Slightly fewer people know or suggest that there some other developers, like interface designers, software designers, specialists in computer graphics and geometry, testers, quality assurance staff and so on. All these people should work cohesively and understand each other's roles and objectives.

Interesting to note that these roles are completely different and, as a result, require totally different skills and competencies. When people with different roles work as a team, they need to communicate with each other regularly. This, in turn, obliges them to find a common language. It is not that simple as it seems for people with completely different roles. Person should be able to use the terms of the other person's role and clearly understand which technologies, tools and limitation he has. That means a developer should not be limited only to his own subject area, he also needs to understand some aspects of the work of his colleagues with different roles. For instance, designer should clearly understand the limitations of developer's tools and frameworks while creating a graphical user interface for the software [4].

However, one can note that during the development process, for example, programmer should communicate a lot with many people of different roles. To do this he should be qualified enough to work with all these people and to use terms from different professional fields. This leads us to necessity of finding developers who has interdisciplinary competencies in different fields. For power lines design systems developer the most valuable fields are:

- mathematics;
- computer geometry;
- kinematics;
- electrical engineering;
- software development;
- geoinformatics;
- algorithmic.

Also, to communicate with other roles the developer has to know basics of the following fields:

- interfaces design;
- software design;
- software testing;
- quality assurance;
- system administration;
- network administration
- software licensing [5, 6].

As a result, lots of interdisciplinary competencies are required to develop a power lines design system. The question is how to estimate such competencies when you hire a new developer for such purposes?

The list of interdisciplinary competencies is too large to estimate the level of each of these competencies during the interview. But there are some other ways to estimate developer's competencies before hiring him [7].

The most primitive way is a verification task usage. Before hiring a new person one can give him a simple verification task. Such task should be similar to the real development task in some aspects and should verify programmer's competencies as well as team work and applied competencies. For instance, such task can be implemented as a simplified project based on the geometric and physics task. To estimate team work competencies the task verifier should play a project manager role. It is possible to include occasional communications with designer or product manager to estimate the applied competencies.

Another efficient way of interdisciplinary competencies estimation is certification. Many companies use internal human resources management systems. Employees can specify the competencies they have using such systems. Once in a certain period of time one can hold a certification to estimate the level of employee's competencies. These systems allow automating the recruitment process for power lines design system development as well as for any other purpose.

The most time-consuming way is competencies estimation during the interview and entering test. In this case the responsibility totally falls on the human resources manager. One can identify potential factors causing an overall effect with an Ishikawa diagram (cause-and-effect diagram).

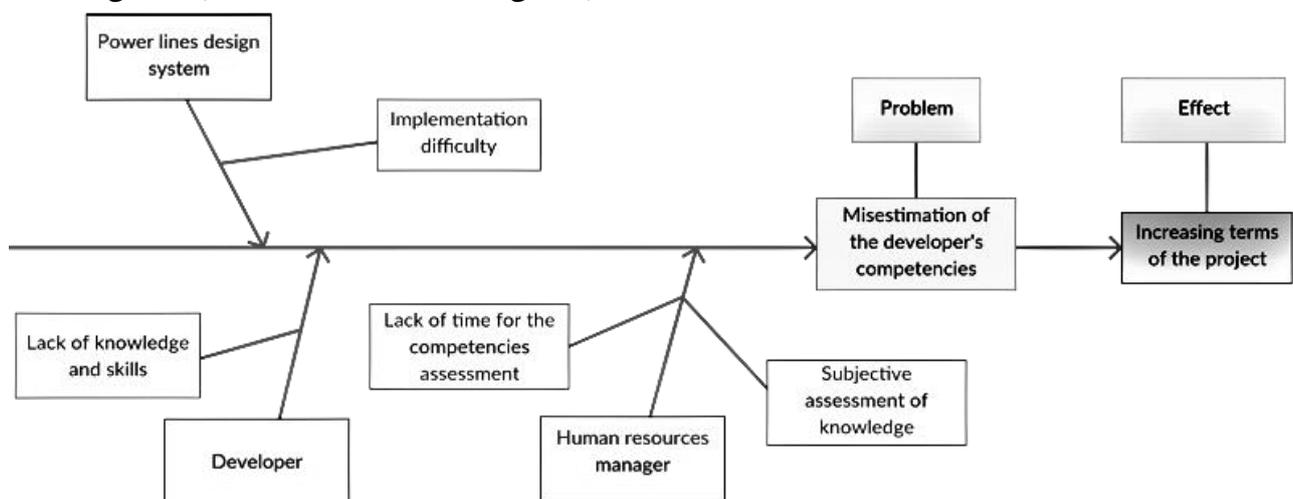


Fig. 2. The Ishikawa diagram showing that misestimating of developer's competencies

The main risk of such competencies estimation is caused by the sufficient amount of time that is required for accurate assessment. Human resources manager can use interview and any type of test, but such estimation is less efficient than a real development task. However test and interview preparations and verifications require much less time [8].

Another approach to the interdisciplinary competencies estimation is adaptive assessment. This technique involves the changing of assessment grade after success-

fully or unsuccessfully solved problem during the development process. Such approach is not that efficient for preliminary competencies estimation but it allows sufficient reducing of the negative effect of misestimating or even underestimation of employee's competencies level. But this method also requires additional time to assess the reasons and effects of success or failure and, as a result, the grade changing [9].

To sum up, any approach to interdisciplinary competencies estimation is based on a subjective assessment. Some of these assessments are supported by the results of the developer's completed tasks or by the feedback from project manager and teammates, but still these assessments are subjective. One can choose some of the mentioned approaches to competencies estimation and combine them to achieve the maximum efficiency.

It is very important to consider the significance of well-timed competencies estimation, especially for power lines design system developers. Neglecting the estimation leads to the huge time expenses, caused by numerous mistakes, bugs and misunderstandings. Power lines design system is a huge complex software product which requires a lot of interdisciplinary aspects for its development. All team mates should work as a single mechanism in which each part must be on its place and perform its function. Like a malfunctioning mechanism's part, an incompetent employee can cause damage to the whole mechanism.

REFERENCES:

1. J. Glover, M. Sarma, and T. Overbye. Power System Analysis and Design: Cengage Learning, Connecticut, 2012.
2. D. Glover. Power System Analysis and Design: The Role of Power Systems, Stamford, v.5, 2012, p. 628-640.
3. Grainger, John J. and W. D. Stevenson Jr. Power System Analysis and Design, McGraw Hill, 1994.
4. Lönngren J., Hanning A. Is it sustainable to educate engineers? Reflections on the purpose of Engineering Education//Engineering Education for Sustainable Development, Cambridge, UK. September 22 – 25, 2013.
5. National Academy of Engineering//The engineer of 2020: Visions of engineering in the new century, Washington, D.C.: National Academies Press, 2004.
6. Lattuca, L. R. and D.B. Knight. In the eye of the beholder: Defining and studying interdisciplinarity in engineering education//Proceedings of the 117th Annual Conference of the American Society of Engineering Education, Louisville, June, 2010.
7. F. Wickson, A.L. Carew and A.W. Russell, A. Transdisciplinary research: Characteristics, quandaries and quality, Detroit, 2006, p. 1046-1059.
8. S.G. Brint, L. Turk-Bicakci, K. Proctor, and S.P. Murphy. Expanding the social frame of knowledge: Interdisciplinary, degree-granting field, Stamford, v.1, 2009, p. 134-175.

9. W.H. Newell. Academic disciplines and undergraduate interdisciplinary education: Lessons from the School of Interdisciplinary Studies at Miami University, Ohio//European Journal of Education, 1992, p. 211– 221.

Scientific supervisor: I.B. Ardashkin, Dr., Prof., National Research Tomsk Polytechnic University

ЭТИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В КОНТЕКСТЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Т.С. Прямушко
Томский политехнический университет
ФТИ, ОФ

В современном мире деятельность ученого детерминирована не только правовым законодательством, но и этическими нормами, что накладывает существенные ограничения на процесс научного исследования [1]. Данное ограничение возникло в результате ряда исторических событий, философское осмысление которых проходило в рамках этики как философского учения о морали. Результатом послужило создание ряда этических норм, большинство из которых в настоящее время прописаны во множестве уставов и кодексов, регламентирующих деятельность человека в рамках научного сообщества. При этом, необходимо констатировать, что даже в современном мире конечная цель научного исследования – истинное знание об окружающем мире. В связи с этим возникает вопрос: «Должна ли инженерная деятельность быть детерминирована этикой? И какими именно этическими нормами следует ее регулировать?».

Этика (греч. *etika*, от *ethos* – обычай, нрав, характер) – философская дисциплина, изучающая мораль, нравственность [2]. Как обозначение особой области исследования, термин «этика» впервые был употреблен древнегреческим философом Аристотелем (384–322 гг. до н.э.). Научная этика – в современной науке это совокупность официально опубликованных правил, нарушение которых ведёт к административному разбирательству [2]. То есть, для того, чтобы иметь возможность заниматься исследованиями, ученый должен следовать принципам научной этики. В настоящее время подавляющее число международных компаний, научные объединения и институты создают свои внутренние этические кодексы, отвечающие тем сферам, в которых они работают. Это обусловлено стремлением к улучшению взаимоотношений внутри компании и контролю вектора ее развития. Наиболее яркими и оказавшими наибольшее влияние на человечество являются такие документы, как Манифест Рассела-Эйнштейна, Нюрнбергский кодекс, а также такие объединения как Пагоушское движение и Общество Макса Планка.

Предпосылками к созданию перечисленных выше кодексов и движений послужили определенные исторические события. Например, создание атомной и водородной бомб способствовало развитию технологий и обогащению багажа знаний в данной области, что, несомненно, является положительным результа-

том. Однако, в связи с необходимостью испытаний и исследований воздействия такого рода оружия на живую среду и человека за этим последовали разрушительные последствия, то есть преступления против человечества. Ярким примером преступлений является бомбардировка ядерными бомбами японских городов Хиросима и Нагасаки 6 и 9 августа 1945 года для ускорения ее капитуляции во Второй мировой войне. Результатом бомбардировки стали огромные жертвы и разрушения. Общее количество погибших составило от 90 до 166 тысяч человек в Хиросиме и от 60 до 80 тысяч человек – в Нагасаки. Роль атомных бомбардировок в капитуляции Японии и этическая оправданность самих бомбардировок до сих пор вызывают острые споры [3]. Однако это было единственным в истории человечества случаем применения ядерного оружия против человечества. Все население Земли, а в частности и научное сообщество, однозначно признало колоссальные разрушения после возможной ядерной войны.

В Манифесте самые успешные ученые планеты рассуждали на эту тему следующим образом: «Общественность и даже многие государственные деятели не понимают, что будет поставлено на карту в ядерной войне... Все хорошо знают, что новые бомбы более мощные по сравнению со старыми... одной водородной бомбы хватило бы для того, чтобы стереть с лица Земли крупнейшие города, такие как Лондон, Нью-Йорк и Москва. Нет сомнения, что в войне с применением водородных бомб большие города будут сметены с лица Земли... Мы авторитетно заявляем, что сейчас может быть изготовлена бомба в 2500 раз более мощная, чем та, которая уничтожила Хиросиму. Такая бомба, если она будет взорвана над землёй или под водой, посылает в верхние слои атмосферы радиоактивные частицы. Они постепенно опускаются и достигают поверхности земли в виде смертоносной радиоактивной пыли или дождя... Никто не знает, как далеко могут распространяться такие смертоносные радиоактивные частицы. Но самые большие специалисты единодушно утверждают, что война с применением водородных бомб вполне может уничтожить род человеческий» [4]. Закончен Манифест был словами надежды на благоразумие человечества: «Перед нами лежит путь непрерывного прогресса, счастья, знания и мудрости» [4].

Таким образом, человечество пришло к выводу, что всякая инженерная или научная деятельность должна регулироваться определенными кодексами, в которых прописаны этические нормы, применимые к данному виду деятельности. Этические нормы направлены на регулирование взаимоотношений не только внутри научного сообщества, но и отношений между учеными и обществом в целом. Подтверждением поддержания этой идеи является наличие собственного кодекса у каждого образовательного учреждения. К примеру, в этическом кодексе ТПУ прописаны нормы, детерминирующие деятельность сотрудников университета [5].

Существуют нормы научной и инженерной деятельности, которые являются основополагающими и прописаны во всех кодексах, за нарушение которых ученые и инженеры должны нести ответственность. К ним относятся, прежде всего, такие нормы, как: плагиат, фальсификация результатов исследований, искажение источников, неправомерное соавторство, а также проведение

исследований, нарушающих неприкосновенность частной жизни и морально-этические общественные нормы.

Остановимся подробнее на каждом из них. В современном научном сообществе в эру информационных технологий плагиат является одним из главных врагов ученого, так как репутации ученого, инженера или даже политика, уличенного в плагиате, будет нанесен непоправимый урон, что приведет к негативным последствиям в профессиональной деятельности не только для человека, но и для сообщества, членом которого он является. Под плагиатом понимается умышленное присвоение авторства чужого достижения науки, технических решений или изобретений [5].

Фальсификация результатов исследований подразумевает под собой сознательное опубликование заведомо ложных результатов исследований или научно-технических разработок. Данное правило является непреложным, так как оно является основой формирования честного и открытого научного сообщества, результатом деятельности которого является прогресс и улучшение качества жизни человека. Сознательная фабрикация данных, ссылки на вымышленные источники, а также искажение заимствованной информации без указания источника является еще одним «научным преступлением», за котороелагается нести административную ответственность.

Включение в соавторы персон, не имеющих никакого отношения к проделанной работе, независимо от мотивов и согласия или несогласия соавторов, приравнивается по своей тяжести к присвоению результатов совместных исследований и работ. Данное нарушение влечет за собой не только урон репутации, но и потере многих профессиональных связей.

Проведение исследований, нарушающих неприкосновенность частной жизни и морально-этические общественные нормы, является, по моему мнению, самым тяжелым преступлением в научном сообществе. Именно данная область должна быть урегулирована нормами морали и нравственности наиболее тщательным образом, поскольку человечество знает немало исторических примеров, когда неприкосновенности человеческой жизни нарушалась ради проведения различных испытаний.

Таким образом, научная и инженерная деятельность должна быть детерминирована четко установленными этическими нормами, основные из которых представлены выше. Благодаря такому виду регулирования деятельность научных и инженерных работников по всему миру будет сплоченной, организованной и результатом ее будет прогресс и развитие.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гусейнов А. А., Апресян Р. Г. Этика. – М.: Гардарика, 2000 – 472 с.;
2. Богатов В. В. Этика в научной деятельности // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2008. – №. 1. – С.144-157;
3. Neel J. V. G., Schull W. J. The effect of exposure to the atomic bombs on pregnancy termination in Hiroshima and Nagasaki. – National Academies, 1956. – Т. 461;

4. Лебедев М. А. Манифест Рассела-Эйнштейна и становление Пагуошского движения // История науки и техники. – 2003. – №. 6. – С. 32-35;
5. Этический кодекс ТПУ. Декларация о ценностях и корпоративной этике поведения сотрудников, обучающихся и выпускников Томского политехнического университета.

Научный руководитель: М.А. Макиенко, к.ф.н., доцент кафедры ИФНТ ИСГТ ТПУ.

ГУМАНИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА

Я.С. Боровикова, А.П. Полторанина
Томский политехнический университет
ИПР, ХТТ

В современном мире, инновационная деятельность инженеров является необходимым условием прогрессивного развития общества. Творчески ориентированный инженер XXI века должен быть свободно мыслящий, инициативный, способный к восприятию новых идей и принятию нестандартных решений. Профессиональная деятельность инженеров является полисодержательной и многофункциональной [1]. Успешное осуществление многочисленных функций, требует обязательного владения терминологией, соответствующей каждому из типов деятельности.

Обращаясь к докладам научно- практических конференций, стоит отметить, что в последние годы активно обсуждают острую проблему подготовки студентов в технических вузах. Вопросы междисциплинарного подхода к обучению изучались многими учеными (В.Н. Максимова, В. Г. Буданов, В.И. Вершинин и другие) [2]. Исследование и сбор информации данных ученых, доказывают положительное влияние междисциплинарного подхода на качество обучения.

Кризис образования проявляется в сфере профессионального (в частности, инженерного) образования. Исследователи наших дней видят проявление этой тенденции в таких явлениях и фактах, как: развитие современного постиндустриального общества происходит в условиях, быстрого развития наукоемких технологий, с другой стороны – становление нового аксиологического потенциала образования, обеспечивающего единство технической и гуманитарной культуры [3]. Масштабы современной техногенной деятельности привели к тому, что из сферы инженерных интересов практически выпали гуманистические идеалы.

В мире есть много трагических событий: крушение поездов, судов, авиационных и автомобильных аварий, пожаров, оползней угольных шахтах и многих других катастроф, влекущих за собой человеческие жертвы и потери дорогостоящего оборудования. Большинство из этих несчастных случаев происходит из-за недостаточной квалификации или преступной халатности научно-технического персонала и руководителей, принимающих решения, низким

уровнем ответственности работников за свою деятельность и за вверенные им судьбы людей. Современное техническое оборудование, преобразующее человеческую деятельность во всех ее сферах, требует высококвалифицированного персонала, способного разумно их использовать, предвидеть и предотвратить возможные разрушительные последствия, которые могут произойти при нерациональном использовании оборудования и его несвоевременном обновлении.

Многие из явлений, вызванных стихийными силами природы: наводнения, землетрясения, оползни, извержения вулканов и другие бедствия, могли бы быть преждевременно прогнозированы, что в принципе позволяет сделать современный уровень науки и техники. И если это не будет сделано, то налицо дефицит профессионализма и моральных качеств инженеров и их руководителей [7].

Для решения этих проблем необходимо переориентирование инженерного мышления, которое формируется в процессе обучения. Изменение образовательных целей и задач требует изменений в сфере образования и воспитания, системы взаимоотношений между студентом и преподавателем в учебной деятельности. Современный инженер не должен быть пассивным носителем определенного количества знаний, а стать важной частью образовательного процесса, то есть освоить методы познавательной деятельности на уровне анализа, синтеза, моделирования и самооценки [4].

В связи с этим неизбежно изменение существующих методов обучения. Действующая модель инженерного образования не отвечает современным условиям функционирования общества и перспективам его развития. Сформированные методы обучения сводятся к запоминанию знаний, что якобы приводит к упрощению учебной деятельности, но все же не делает доступным самоусвоение наук. Наоборот, этот метод усложняет подготовку, заставляя заниматься скучной для творческого человека деятельностью - заучиванию, зубрежкой. В этом случае информация, полученная по каждому предмету, не имеет очевидной связи не только между собой, но и с будущей профессией.

Студенты политехнического университета испытывают не оправданные значительные нагрузки в обучении, тем самым не может в полной мере усвоить важные для него знания. Нужно предоставить возможность студентам самим планировать свое время, предоставлять им альтернативу сдачи экзамена, например, написанием научных статей, на интересную им тему, участие в конференциях, с возможностью получения дополнительной прибавки к стипендии. Внедрять дистанционное обучение, изучение материала в электронном виде, что очень свойственно современной молодежи.

Анализ педагогической практики показывает, одинаковые способы обучения у разных преподавателей дают разный воспитательный эффект. Это связано с тем, что воспитательная функция обучения, в дополнение к вышеупомянутым способам, также зависит от стиля работы педагога, его личности и доверия у студентов. Замечено, что на занятии заранее подготовленный преподавателем конспект "оживает", он включает в себя не только тот или иной прием, но и вдохновение учителя, его эмоции, чувства, отношения, его обаяние и темпе-

рамент, которые часто действуют на студенты больше, чем смысл произносимых слов и смысл терминов [5].

Гуманизация образования требует нового понимания смысла жизнедеятельности человека как процесса непрерывного духовного самосовершенствования и рассматривает социум как единый, не разделенный антагонистическими противоречиями общество [6]. Гуманизация является тем самым социально-педагогическим феноменом, который отражает современные общественные тенденции в проектировании и эксплуатации системы образования и воспитания.

В связи с совершенствованием технологий на предприятиях, предъявляются более строгие требования к квалификации рабочих и особенно инженерно-техническим специальностям. Растет потребность в инженерах, с широким научно-техническим и гуманитарным кругозором, способных решать более сложные проблемы научно-технического прогресса. От рабочих нужна способность воспринимать и обрабатывать разнообразную, постоянно возрастающую научно-техническую и социально-экономическую информацию, развивать в себе искусство управления новыми технологическими циклами, особенно в экстремальных ситуациях [8].

Повышение уровня компетенций современного инженера в естественнонаучной, гуманитарной, технической, технологической, экономической и других областях, является решением проблемы гармонизации отношений техносферического мира с природой, человеком и обществом [5]. Таким образом, первоначально необходимо создать соответствие между высшим техническим образованием и постоянно развивающейся ноосферно-технологической средой [4].

Стоит заметить, что достойных специалистов могут сформировать только компетентные преподаватели. Они являются основными создателями новой образовательной среды. Личность преподавателя, его психологические знания, профессионально-педагогическая культура и моральные качества играют очень важную роль в подготовке современных инженеров. Для успешного сотрудничества нужно преобразовать доминирующую функцию преподавателя в равнозначную, по отношению к студенту, необходима организация практической деятельности, повышающая компетентность обеих сторон в решении проблем [8]. Особый вид творческого общения и совместной деятельности, предполагают взаимопонимание, взаимозначимость, взаимодоверительность, взаимоактивность, взаимодовлетворенность, взаимооткрытость, взаимозаинтересованность друг в друге личностно-равноправных собеседников.

На сегодняшний день в Томском политехническом университете межличностные отношения между студентом и преподавателем складываются таким образом, что научный руководитель, не просто выдает задание и контролирует процесс его выполнения, а сам принимает активное участие в написании статей, диссертаций и способствует достижению поставленных целей. Студент может всегда проконсультироваться у любого преподавателя, по интересующему его вопросу.

Интенсификация межличностного общения между преподавателями и студентами в решении актуальных исследовательских проблем, причем не только профильных кафедр, но и непрофильных - это и есть одно из важнейших направлений гуманизации образования, которое уже демонстрирует свою эффективность и перспективность в образовательном процессе организованном в стенах Томского политехнического университета.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Коломок О.И., Носова О.В. Гуманизация инженерного образования в контексте модернизации Российской высшей школы //Известия Нижегородского агроуниверситетского комплекса.- 2006.- № 4(4).- С. 140-143.
2. Буданов В.Г.. Гуманитарная экспертиза современного состояния системы высшего образования в России: монография / Сороко Э.М., Буданов В.Г., Асеева И.А., Каменский Е.Г.; Юго-Зап.гос.ун-т, Курск,- 2014. –С. 140 .
3. Брысина Т.Н.,Методологические проблемы гуманитаризации технического образования /Брысина Т.Н.//Гуманитаризация технического образования и гуманизация профессиональной подготовки студентов. Тез. науч.- метод. конфер.- УлПИ, 1989.- С. 60.
4. Московченко А.Д. Философия и стратегия инженерно-технического образования // Тр. Международная конференция«Элитное техническое образование». – М., 2003.- С. 45.
5. Смирнов. С.Д. Педагогика и психология высшего образования: от деятельности к личности. Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. - М.: Издательский центр "Академия", 2001.- С. 304.
6. Ветров Ю., Ивашкин А. Гуманизация и гуманитаризация инженерного образования // Высшее образование в России.- 2006.- №1.- С. 45-50.
7. Добрускин М.Е. Гуманизация как стратегия высшего образования //Философия и общество.- 2005.- № 3(40).- С. 87-108.
8. Жураковский В.М., Сазонова З.С. Подготовка преподавателя высшей школы – стратегическая задача // Высшее образование в России. – 2004. – № 4.

Научный руководитель: А.Ю. Чмыхало, доцент каф. ИФНТ ИСГТ ТПУ.

ЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ИНЖЕНЕРОВ

А.Е. Лукьянов, Д.В. Фисенко
Томский политехнический университет
ИПР, ТОВПМ

Инновации сегодня формируют наиболее значимые траектории развития рынка и в большой степени влияют на общество. Технический прогресс коренным образом меняет значение промышленных предприятий в современной экономике. Профессиональная подготовка специалистов инженерного профиля в первую очередь сопряжена с формированием межсубъектных отношений, следовательно, помимо профессиональных знаний в процессе обучения важно обеспечить максимальное раскрытие потенциала молодого специалиста.

Такие тенденции находят свое выражение и в смене подходов образования. Поэтому, компетентностный подход получил широкое распространение в отечественном образовании в связи с Болонскими реформами, главными понятиями которых являются «компетенция» и «результат образования». Результат образования невозможно ограничить только знаниями, умениями и навыками, так как способности учащегося можно выразить только через освоенные им компетенции. Поскольку основной вид деятельности в молодом возрасте – овладение профессией, то применение во время занятий проблемно ориентированных и активных социально-психологических методов обучения, является эффективным средством развития личности будущих специалистов [1].

Подобно понятию компетенций, понятие эмоционального интеллекта было предложено для объяснения различий в эффективности выполнения некоторых видов деятельности. Эмоциональный интеллект (ЭИ) – способность эффективно разбираться в эмоциональной сфере человеческой жизни: понимать эмоции и эмоциональную подоплеку отношений, использовать свои эмоции для решения задач, связанных с отношениями и мотивацией [2]. Понятие ЭИ ввели в научную терминологию Дж. Майер и П. Сэловей в 1990 г. К истокам осознания и зарождения ЭИ можно отнести Ч. Дарвина. Он отмечал, что разум и сердце связаны друг с другом. В настоящее время развитием и изучением эмоционального интеллекта занимаются Дж. Мейер, П. Сэловей, Д. Карузо, Д. Гоулман, Г. Орме, и другие. В России данное понятие впервые в своих работах использовала Г. Гарскова [3]. В настоящее время изучением ЭИ занимаются Д. Люсин, Э. Носенко, Н. Коврига, и другие. В данный момент между А. Грантом и Д. Гоулманом ведутся споры по поводу влияния эмоционального интеллекта на формирование профессиональных компетенций. Адам Грант утверждает, что если компетенции и требуют серьезной эмоциональной отдачи, то когда речь заходит о производительности труда, то только когнитивные способности человека имеют реальное значение. Д. Гоулман, подвергает сомнению оценку А. Гранта в своей работе «Эмоциональный интеллект» [2], ссылаясь на многочисленные исследования, проведенные консорциумом по изучению эмоционального интеллекта в поддержку своего мнения.

По этой причине, до сих пор нет общего мнения о влиянии эмоционального интеллекта на формирование профессиональных компетенций инженеров. Необходимо сопоставить модели эмоционального интеллекта и системы компетенций, используемые в настоящее время по отношению к современным критериям эффективности высшего профессионального образования. Таким образом, целью данного теоретического исследования является оценка роли эмоционального интеллекта в формировании профессиональных компетенций инженеров.

С 1992 года высшее образование в России претерпело ряд существенных изменений, связанных в первую очередь с переходом на многоуровневую систему и стандартизацию образования. С 2003 г. система высшего образования в России развивается, в том числе и в рамках Болонского процесса. Так, к ключевым компетенциям в контексте болонской системы образования относят: инструментальные, межличностные и системные компетенции.

Некоторые виды образовательной деятельности тесно связаны с эмоциональным интеллектом и способствуют формированию и развитию профессиональных компетенций инженеров. Исходя из Болонской системы образования, к формированию профессиональных компетенций на основе эмоционального интеллекта относят: межличностные и системные компетенции [4]. Рассмотрим более подробно каждую компетенцию и определим, какие методы и приёмы, основанные на эмоциональном интеллекте, позволяют формировать профессиональные компетенции инженеров.

К межличностным компетенциям относят индивидуальные способности выражения чувств, самокритики, конструктивного отношения к критике, а также социальные навыки. Важнейшими характеристиками межличностных отношений являются эмоциональная стабильность, которая обеспечивает положительный морально-психологический климат. Поэтому, что бы развивать межличностные отношения инженеров следует применять методы, основанные на командной работе студентов, для достижения групповой цели, для решения контекстных и разноуровневых задач.

К системным компетенциям, относится способность применять знания на практике, учиться, адаптироваться, работать самостоятельно, в группах и совершенствоваться. Для развития данной компетенции в учебный план инженера следует включать участие инженеров в научно-практических конференциях, проектной деятельности, олимпиадах и конкурсах. Данные методы позволят повысить межличностные и системные компетенции, что в свою очередь способствует формированию профессиональных компетенции инженеров. Также они не противоречат понятию ЭИ и используются в Болонской системе как фактор формирования профессиональных компетенций.

Используя приёмы и методы, основанные на компетенциях связанных с эмоциональным интеллектом формирующих профессиональные компетенции в обучении инженеров. Студенты не только осознают требования, предъявляемые современным производством и работодателем, но и развивают потребность в собственной образовательной деятельности, необходимой для их становления и определения дальнейшего жизненного пути и развития. Используя компе-

тентностный подход в обучение инженеров через эмоциональный интеллект, возможно, сформировать профессиональные компетенции и создать предпосылки для дальнейшего развития компетенций. Побуждает к поиску индивидуальных способов обучения и развития профессиональных компетенций в начале самостоятельной практической деятельности.

Следовательно, для развития эмоционального интеллекта как фактора в формирование профессиональных компетенций инженера в процессе обучения, возможно применение принципов: гуманизации и адаптивности образовательной среды, оптимального сочетания фундаментальности и профессиональной направленности технической подготовки инженеров, учёта индивидуально-психологических особенностей студентов, сознательности, активности и самостоятельности, комплексности. Таким образом, эмоциональный интеллект обладает большим объяснительным потенциалом для формирования профессиональных компетенций инженеров.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гарнов А. П., Хлевная Е. А. Эмоциональный интеллект как основа формирования профессиональных компетенций // Вестник Российской Экономической Академии им. В.Г. Плеханова. –2011. –№4(40). –С. 74–80.
2. Гоулман Д. Эмоциональный интеллект. – М.: АСТ, –2008. –С. 478.
3. Гарскова Г.Г. Введение понятия «эмоциональный интеллект» в психологическую теорию // Тез. науч. практ. конф. «Ананьевские чтения». СПб.: Издво СПб. унта, –1999. –С. 25–26.
4. Гиль Л.Б., Игишева А.Л. Эмоциональный интеллект в математической подготовке студентов технического вуза // International journal of applied and fundamental research. –2015. –N 7. –С. 116–120.

Научный руководитель: А.Ю. Чмыхало, к.ф.н., доцент каф. ИФНТ ИСГТ ТПУ.

ПРОБЛЕМА РОСТА НАУЧНОГО ЗНАНИЯ

Т.И. Спиридонова
Томский политехнический университет
ФТИ

Феномен научного знания уже долгое время является одним из центральных в философии [1]. Научное знание выполняет множество функций в современном обществе, в частности, образовательную, технологическую, экономическую и т.д. [2]. Одной из наиболее важных характеристик научного знания является его динамика, то есть его развитие, изменение, рост. Процесс развития и роста знания привел в свое время к переходу от мифа к логосу, от логоса к преднаучному знанию, от преднауки к науке, от классической науки к неklas-

сической и далее, к современной. Рост научного знания совершается от незнания к знанию, от неглубокого и неполного к более глубокому.

В современности остро стоит проблема возможности автономного развития теоретической составляющей научного знания в контексте прагматичности современной науки. Для понимания возможности данного процесса необходимо рассмотреть основные идеи о принципах развития научного знания и сформулировать источники его роста.

Проблема возникновения и роста научного знания формируется в философии неопозитивизма, и в дальнейшем, привлекает внимание не только философов, но и ученых. Возникает значительное количество моделей роста научного знания, среди которых теория конвенциональности А. Пуанкаре, парадигмальная теория Т. Куна, эволюционная эпистемология К. Поппера и Ст. Тулмина, научно-исследовательские программы И. Лакатоса, модель тематического анализа Дж. Холтона и другие. При этом решение проблемы роста развития научного знания способствовало не только развитию философии, но и углублению специальных научных знаний. Так, например, К. Лоренц, Ж. Пиаже, Г. Фоллмер, Д. Кэмпбелл, К. Поппер, Ст. Тулмин и др. ставили задачу выявления теории эволюции единой науки, выявления этапов развития познавательной деятельности на основе органической эволюции и законов развития живой природы. В частности, Ж. Пиаже соединяет логику и психологию в определенное соответствие, что он выражает в своей концепции генетической эпистемологии [3]. Суть данной концепции состоит в разработке общих вопросов методологии и теории познания при помощи экспериментальных психологических выводов.

К. Поппер, один из наиболее известных исследователей проблемы роста научного знания, пытается расширить предмет эволюционной эпистемологии до общей теории эволюционной эпистемологии, главной задачей которой является построение теории эволюции науки и выявление эволюционных механизмов человеческого познания. По мнению Поппера, для роста научного знания необходимы три условия: 1) научная теория должна вырасти из простой объединяющей идеи; 2) она должна быть независимо проверяемой и 3) должна выдержать даже самые строгие проверки. Таким образом, его теория роста научного знания включает в себя решение проблемы, конструирование, критическое рассмотрение, оценку и критическую проверку. К. Поппер в своей знаменитой работе «Логика научного исследования» [4] выдвигает тезис ограниченности научного познания и приходит к выводу, что не может быть определенного, исключительно философского метода, следовательно, в философии можно использовать любые методы. Такая позиция приводит К. Поппера к гносеологическому анархизму.

Помимо прочего, Поппером были введены два обязательных критерия научности знания, основанных на тезисе фаллибилизма (учение о погрешимости знания) и на принципе фальсификации (опровержение выдвинутой теории). На основании принципа фаллибилизма, мы принимаем истину как нечто временное, как постоянно обновляющуюся процедуру, что превращает истину скорее в веру. Принцип фальсификации позволяет отобрать определенные научные гипотезы из их огромного множества. Его суть состоит в отсутствии

полной уверенности в истинности теории, так как она в любой момент может быть опровергнута каким-либо фактом. Таким образом, в рамках теории К. Поппера теоретическая и практическая составляющие знания тесно связаны друг с другом. Исследователю, согласно предложенной концепции, необходимо стремиться не к подтверждению предложенных теорий, а к их опровержению, что способствует получению новых знаний, подтверждению уже имеющихся и возникновению новых гипотез, то есть развитию научного знания.

Американский историк науки Т. Кун, также занимавшийся проблемой роста научного знания, предложил, ставшую одной из самых популярных сегодня, идею парадигмы применимо к росту научного знания. Парадигма есть общепринятая концепция («дисциплинарная матрица», или «понятийная сетка»), включающая в себя общепринятые образцы и признанные примеры и через которую «научное сообщество» воспринимает окружающий мир. В своей работе «Структура научных революций» [5] он вводит понятия «нормальной науки» и «научной революции». Нормальная наука – это период принятия всеми общепризнанной парадигмы, тогда как научная революция вытесняет морально устаревшую «дисциплинарную матрицу» новыми парадигмами. После этого победившая альтернативная парадигма на следующий относительно длительный период времени становится новой «нормальной наукой». По мнению Т. Куна, научная революция является результатом не только накопления знаний, а в большей степени формирует новую, даже парадоксальную «понятийную сетку», что позволяет сделать вывод о собственных стандартах рациональности для каждой «дисциплинарную матрицу», и к принципу нелинейности научного развития (отсутствию логической связи между различными этапами в науке). Переход от одной парадигмы к другой определен не только внутринаучными факторами, но и внеучными (философскими, эстетическими и даже религиозными), и новые парадигмы обретают статус «нормальной науки», только когда они приняты научным сообществом. Тем самым оно было отнесено к числу внутренних социальных детерминант развития научного знания. Основную роль в выборе новой парадигмы из конкурирующих теорий Т. Кун отводил не рациональным аргументам, а внеучным иррациональным факторам (социально-психологическим и др.).

Другой известный философ и историк науки И. Лакатос проблему динамики науки анализирует через основную единицу развития и оценки научного знания – «научно-исследовательскую программу», введенную им в таких работах, как «История науки и её рациональные реконструкции» [6] и «Фальсификация и методология научно-исследовательских программ» [7]. Научно-исследовательская программа представляет собой серию сменяющих друг друга теорий, которые укладываются в единые фундаментальные идеи и методологические принципы. Зрелая наука в такой концепции является чередой смен связанных друг с другом теорий в рамках единой научно-исследовательской программы. Структура программы состоит из четырех уровней: жесткое ядро (важнейший структурный элемент как система фундаментального знания, как совокупность научных теорий), защитный пояс, положительная и отрицательная эвристика. Научная революция происходит только при смене одной научно-

исследовательской программы на другую. Таким образом, Т. Куном и И. Лака-тосом определяются социальные аспекты процесса развития научного знания. Наука рассматривается в качестве социокультурного феномена и подчеркивается влияние различных социальных факторов на смену теорий.

Еще одна, достаточно своеобразная трактовка проблемы роста и развития научного знания была предложена П. Фейерабендом. Он решительно отрицает возможность достижения какой-либо объективной истины только в результате процесса научного познания. Согласно Фейерабенду, достижению объективной истины препятствует ограниченность любой теории. В своей работе «Как защитить общество от науки» [8], до сих пор вызывающей спорную реакцию, он скептически оценивает авторитеты в научном познании. Согласно его мнению, постулаты науки часто принимаются некритически, «на веру», а не на основе логических выводов. В рамках такого подхода представляется невозможным свести всю гносеологию (как теорию познания) только к эпистемологии (теории научного знания). Фейерабэнд в значительно большей степени, чем Поппер, придерживается концепции «гносеологического анархизма», в рамках которой исследователям в процессе получения знания следует использовать любые подходы и методы, а не лишь один определенный. Таким образом, Фейерабэнд говорит о необходимости развития любых форм познавательной активности.

В последние десятилетия проблема роста научного знания, часто рассматривается с точки зрения синергетики, в рамках которой основной характеристикой современной картины мира выступает неравновесность. Синергетический подход к развитию науки включает в себя несколько положений: наука – это развивающаяся сложная открытая нелинейная система; самоорганизация науки начинается с хаоса, когда в существовании научной системы возможны флуктуации; существуют альтернативные пути развития науки, которые формируются в точках бифуркации; будущее состояние науки как бы притягивает, формирует новое бытие науки. Синергетический подход становится все более распространенным и перспективным. Этому способствует то, что, во-первых, идея самоорганизации лежит в основе прогрессивной эволюции, которая характеризуется возникновением все более сложных и иерархически организованных систем; во-вторых, она позволяет лучше учитывать воздействие социальной среды на развитие научного познания; в-третьих, такой подход свободен от малообоснованного метода "проб и ошибок" в качестве средства решения научных проблем.

Таким образом, анализ различных взглядов на рост научного знания показывает, что развитие современной науки является результатом взаимодействия как внутренних, так и внешних факторов. Деятельность научного сообщества как людей, связанных научными интересами и межличностными отношениями, носит социальный характер. Обращение к социальным критериям при оценке научного знания отчасти устраняет методологические преграды и позволяет утверждать, что социальный контекст науки оказывает непосредственное влияние на её содержание.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Рихальский А.А. Феномен ценностно – ориентированной научной деятельности: Диссертация на соискание степени канд. филос. наук. – Саратов, 2006. – 141 с.
2. Сахарова Ю.В. Динамика научных концепций в процессе накопления и переработки информации: Диссертация на соискание степени канд. филос. наук. – Ростов-на-Дону, 2006. – 185 с.
3. Пиаже Ж. Генетическая эпистемология // СПб.: Питер. – 2004. – 160 с.
4. Поппер К. Логика научного исследования: Пер. с англ. / Под общ. ред. В. Н. Садовского. – М.: Республика, 2004. – 447 с.
5. Кун Т. Структура научных революций. С вводной статьей и дополнениями 1969г. – М.: Прогресс. – 1977. – 300с.
6. Лакатос И. Структура и развитие науки. Из Бостонских исследований по философии науки. – М.: Прогресс. – 1978. – С. 203-235.
7. Лакатос И. Фальсификация и методология научно-исследовательских программ. – М.: Медиум. – 1995.
8. Фейерабенд П. Как защитить общество от науки? - Эпистемология и философия науки. – Т. III. – М.: Канон+. – 2005. – № 1. – С. 217-228.
9. <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2015/C01/V2/093.pdf>
10. Нугаев Р.М. Проблема роста научного знания // Философия науки. – 2006. – № 4. – С. 3-19.
11. Филиппова Т.В., Макиенко М.А. Проблемы роста научного знания // XXI Международная научная конференция «Современные техника и технологии» Секция 7: Социально-гуманитарный аспект инженерной деятельности. – 2015. – С. 323-325.
12. Кохановский В.П., Золотухина Е.В., Лешкевич Т.Г., Фатхи Т.Б. Философия для аспирантов: Учебное пособие. Изд. 2-е. – Ростов н/Д: Феникс. – 2003. – 448 с.

Научный руководитель: М.А. Макиенко, к.ф.н., доцент каф. ИФНТ ИСГТ ТПУ.

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ ИНЖЕНЕРОВ В ОБЛАСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ И СПОСОБЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

К.О. Борухина (Бейм)
Томский политехнический университет
ИК, ВТ, группа 8ИМ61

В современных условиях наукоемкие сферы деятельности людей подвержены быстрому изменению, увеличению объема информации и знаний, в связи с чем, подготовка квалифицированных специалистов является невероятно актуальной задачей. И, конечно, данный вопрос не обошел и область интеллекту-

альных энергосистем (SmartGrid). Под комплексной инфраструктурой SmartGrid в настоящее время понимается совокупность практически всех направлений развития новых технологий в электроэнергетике, объединенных общей целью — обеспечить максимально возможную отдачу от электротехнических активов при сохранении высокого уровня надежности и безопасности энергоснабжения потребителей. По сути, SmartGrid — это уже следующий этап технологической эволюции электроэнергетики. Соответственно, над созданием и развитием интеллектуальных энергосистем должно работать еще молодое поколение инженеров и технических специалистов, рождение которых пришлось на время появления информационных и коммуникационных технологий.

Интеллектуальные сети нуждаются в специалистах широкого профиля, а также в накоплении опыта, так как будущую «энергосистему с более высоким интеллектом» необходимо будет строить на основе существующих энергетических инфраструктур. Соответственно, к компетенциям специалистов в области SmartGrid должны предъявляться довольно высокие требования.

Для начала остановимся на общих требованиях, предъявляемых к компетенциям в образовании. В Болонской системе образования компетенции выпускников структурированы по следующим пяти разделам: знания, применение знаний, принятие решений, коммуникация, навыки самообучения [1]. Остановимся более подробно на профессиональных компетенциях. Применительно к инженерному образованию мы будем понимать под профессиональной компетенцией заданное профессиональным сообществом требование к профессиональной подготовке выпускника вуза. Таким образом, высшее учебное заведение при составлении программ обучения руководствуется определенными требованиями. Однако возникает вопрос «Что это за требования?». До начала 2016 года в России не было как таковой государственной стандартизации в области требований к инженерам. Однако сегодня, уже наблюдаются положительные тенденции в данном направлении. Так с июля 2016 года стали обязательными для применения профессиональные стандарты.

Профстандарт — это характеристика квалификации, необходимой работнику для осуществления определенного вида профессиональной деятельности [2, ст.195.1]. Необходимость введения профстандартов была обусловлена тем, что характеристики должностей, содержащиеся в Единых квалификационных справочниках, не соответствовали современной ситуации на рынке труда. Описание требований к специалисту в профессиональных стандартах носит комплексный характер. В нем используются более современные конструкции в виде сочетания требований к знаниям, умениям, профессиональным навыкам и опыту работы. Эти особенности профессиональных стандартов делают их основными элементами национальной системы квалификаций, связывающими сферу труда и сферу профессионального образования. И при этом они опираются не на образовательные программы, а на реальный опыт трудовой деятельности соответствующих специалистов [3].

Введение профстандартов повлияло и на сферу образования. Требования к профессиональным компетенциям, которые содержатся в образовательных стандартах, а также конкретные программы профессионального обучения необ-

ходимо формировать на основе соответствующих профстандартов. Так, на данный момент федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» предусматривает необходимость учитывать положения профстандартов при формировании новых федеральных государственных образовательных стандартов (далее - ФГОС) профессионального образования [4, ст.11, п.7]. А в случае ФГОС, утвержденных до 1 июля 2016 года, федеральный закон от 02.05.2015 N 122-ФЗ "О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации и статьи 11 и 73 Федерального закона "Об образовании в Российской Федерации» требует их обновления и приведения в соответствие с профстандартами в течение года с момента принятия закона [5].

Автором были исследованы профессиональные стандарты, размещенные на портале федеральных государственных образовательных стандартов [6]. Стандарты подразделяются по 40 разделам. В области электроэнергетики разработано 33 стандарта. В основном, стандарты содержат в себе общие сведения, описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт (в виде функциональных карт профессиональной деятельности), характеристики обобщенных трудовых функций, а также сведения об организациях-разработчиках профессионального стандарта.

Для выявления компетенций, необходимых конкретно для специалистов в области SmartGrid были проанализированы типовые должностные инструкции для инженеров-энергетиков [7-10]. В результате, в области профессиональных умений и компетенций всегда перечислены знания, соответствующие непосредственно энергетической отрасли, а также знания в области безопасности жизнедеятельности (охрана труда, пожарная и экологическая безопасность), права и экономики. Кроме того, среди должностных обязанностей часто присутствует пункт «Изучение и обобщение передового отечественного и зарубежного опыта по рациональному использованию и экономии топливно-энергетических ресурсов». Соответственно, для будущего специалиста крайне важно знать английский язык хотя бы на уровне чтения технической документации. Для решения данной задачи в вузах сегодня введена дисциплина «Профессиональный английский язык», позволяющая развивать профессионально-ориентированные коммуникативные компетенции студентов.

Ввиду сложности области интеллектуальных энергосистем, в существующие программы подготовки инженеров-энергетиков должны быть включены дисциплины по изучению информационных и коммуникационных технологий, интеллектуальных сетей, что в настоящее время находится на начальном этапе.

В рамках обучения в вузе все студенты сегодня занимаются проведением научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ, что также позволяет будущим инженерам развивать свои профессиональные компетенции. Инженер должен быть способен использовать имеющиеся знания в реальных производственных условиях, самостоятельно принимать решения, готов нести за них ответственность, что обуславливает необходимость в формировании в высших учебных заведениях программ взаимодействия с организациями, где будущие инженеры смогут развивать производственные навыки. Причем, такие программы активно разрабатываются и создаются. Так, в качестве практиче-

ской части учебного процесса введены производственная и преддипломная практики у студентов, проходящие в условиях реального производства; на базе университетов открываются производственные площадки от предприятий, куда привлекаются студенты уже в качестве сотрудников для выполнения реальных производственных задач.

Развитие у студентов любого направления подготовки профессиональных компетенций является важнейшей задачей вуза. В области интеллектуальных энергосистем потребность в высокопрофессиональных специалистов крайне высока и будет расти. При этом требования к таким специалистам будут быстро изменяться, а значит, должны изменяться и модернизироваться образовательные программы в данной сфере. Кроме того, необходимо привлечение в образовательный процесс молодых инженеров и технических специалистов, обладающих необходимыми навыками и мотивацией для создания интеллектуальных сетей, способных передать их новому поколению будущих инженеров.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Чучалин А. и др. Качество инженерного образования: мировые тенденции в терминах компетенций // Журнал «Высшее образование в России». Выпуск №8 / 2006. ГРНТИ: 14 - Народное образование. Педагогика. ВАК РФ: 13.00.00. УДК: 37.
2. Трудовой кодекс РФ. - [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_34683/ (дата обращения: 15.09.16).
3. Профстандарты: вопросы и ответы. Статья. Совет по профессиональным квалификациям финансового рынка. - [Электронный ресурс]. – URL: <http://asprof.ru/about/smi-o-ps/pub/68> (дата обращения: 15.09.16).
4. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации». - [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/Cons_doc_LAW_140174/ (дата обращения: 16.09.16).
5. Федеральный закон "О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации и статьи 11 и 73 Федерального закона "Об образовании в Российской Федерации». - [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_178864/ (дата обращения: 16.09.16).
6. Портал Федеральных государственных стандартов. - [Электронный ресурс]. – URL: <http://fgosvo.ru/docs/101/69/2> (дата обращения: 15.09.16).

7. Образец должностной инструкции инженеру-энергетику. - [Электронный ресурс]. – URL: <http://systemaby.com/docs/bitdm/dk-6v50cd.html>, <http://www.aup.ru/docs/di/936.htm>, <http://www.kausgroup.ru/knowledge/duty> /material/99/, http://www.oformitely.ru/doljnostnaya_instrukciya_vedushhego_injenera_energetika_energo_remontnogo_tseha.html (дата обращения: 17.09.16).

Научный руководитель: И.Б. Ардашкин, д. философ. н., профессор каф. ИФНТ ИСГТ ТПУ.

SELF-PRESENTATION AS AN IMPORTANT COMPONENT OF THE MODERN GRADUATE

R.A. Vasilchenko, P.V. Kozhevnikov
Tomsk Polytechnic University
Institute for Non-Destructive Testing

Nowadays, without the ability to speak eloquently and to show confidence, the success cannot be achieved. The main task of the graduate is to find a job. An important element of job hunting is to pass an interview with the employer. Main skill, that graduate should have for future success is how to make effective self-presentation. It will help the employer to assess all professional skills and knowledge of the candidate, and to understand whether this person is suitable for the job.

What is self-presentation? The concept of self-presentation is derived from the Latin word that means "self-feeding" - the representation of themselves to others. According to the English dictionary, self-presentation literally means controlling of impression of other people about yourself with the help of countless strategies. In American tradition self-presentation is seen as a form of social behavior, pointedly accentuated the subject in the process of interpersonal communication. J. and M. Tedeschi Riessom give the most capacious definition of self-presentation. According to them self-presentation is characterized as a deliberate and conscious of behavior aimed at creating a certain impression of themselves in others. The synonymous of self-presentation is "self-feeding" or "impression management" [2].

Vladimirova T.V. says that self-presentation is managing the impression that people produces, or it is non-verbal and verbal demonstration of self in the external communication system [1]. With the phenomenon of self-presentation people face every day, but the project of self-presentation formed in our subconscious as a natural self-presentation. Furthermore there is a pre-planned strategy of positioning of the individual so-called artificial self-presentation. Self-presentation refers to a person's eagerness to present a desired image for external audiences (to other people), and for the audience inside (to himself) [2].

Total self-technology consists of four main technological positions:

- Visualization image (image, style, health).

- Communicative mechanics (effective communication, positive interaction with the interlocutor).
- Verbal effect (art speech effect).
- Fluid radiation (charismatic influence) [3].

There are various theories that focused on external factors: E.L. Dotsenko analyzes the image management process as a kind of manipulation. Other researchers consider self-presentation as a care management process with particular involvement of social perception mechanisms relating to the external appearance of the subject. Y.M. Zhukov considers self-presentation as a system of rules of effective communication [2].

Dress code is an important element for a successful self-presentation.

The psychology of clothes considers making appearances as multi-dimensional information about the individual. Clothing plays a role of a sign of the attractiveness or unattractiveness when the employer's forms the first impression about the orator. It is important to remember about the clothes, to look neat.

To dress properly from the standpoint of the psychology of perception means to manage properly self-presentation. Clothing, when dealing with people, has three functions: presentation, regulatory, information.

Charisma of a person plays a very important role in the success of self-presentation. Charisma is the property of the person which shows the ability of a person self-presenting to others. Charisma can get people to follow you and believe what you say. But it is not enough to have a charisma.

Very important component of self-presentation is body language. Experienced people can understand a lot just looking at pose of speaker. It can be seen whether a person tells truth or not, or when he is confident or shy. [4].

After graduation, the student faces with a difficult task. Future employee is forced to find a job in order to earn money. At this step, self-presentation is very important, as it was mentioned above; employers tend to rely on first impression. If the student during the entire training in schools spent a lot of time on different performances and conferences, acquired skills will help him in the job interview.

Modern university education is characterized by new programmers pointed to development of students' self-directed work, which helps to form professional competences, to develop personal qualities such as flexibility, mobility and readiness for lifelong learning. In the learning process students should develop skills for organizing their time rationally, presenting the research results correctly, work in a team well, make most of using of their creative potential. However, students often face with the problems of critical reading, evaluating the study material, building productive interaction, overcoming the dead-line psychology, presenting the results of their learning activities. The answers to these questions are in the field of pedagogy of personal creative development based on the methodology of workshop-learning according to new standards and challenges of reality [5].

Despite this fact, both Russian and foreign universities are seeking to prepare the student for further self-conducting various conferences, practical work, inviting the various employers at the meetings with the future graduates, as well as giving students the opportunity to travel to academic exchanges with other countries, help-

ing to increase the communicative abilities of the student and the ability to self-presentation..

However, it is also necessary to carry out a variety of training for graduates and students, which gives an opportunity to know and understand how to behave when person applies for a job. The effective self-presentation can help to pass the interview successfully, to occupy key positions, and also to improve personal self-esteem and respect to others. One of such universities is Tomsk Polytechnic University (TPU). The TPU organizes a large number of conferences for students, gives an opportunity to perform to the audience. During the school year there are additional electives for the development of self-presentation.

In conclusion self-presentation for graduate is an important component for successful employment. Conducting training and various courses to improve the skills of self-presentation during the school year is necessary. The ability to present yourself nice increases the competitiveness at the scientific forums and conferences. In various countries, the process of studying the skill of self-presentation is the same, students get more experience and this fact leads to a better quality of self-presentation. The activity of universities concerning the academic exchanges is a good example of training self-presentation mastery.

REFERENCES:

1. Владимирова Т.Л. Самопрезентация. – Томск.: ТПУ, 2015. – 18 с.
2. Некрасова Н.А., Некрасова У.С. Самопрезентация: сущность и основные характеристики // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 11. – С. 122-124.
3. Самопрезентация [Электронный ресурс] // EduMarket.ru Образование. – 2016. – URL: <http://edu.jobsmarket.ru/glossary/career/1323/> (дата обращения: 09.06.16).
4. Alexis T. F. Self-Presentation // International Encyclopedia of the Social Sciences.– 2008.– 700+ Words.
5. Darinskaya L. Development of self-organization and self-presentation skills in students' creative and research activity // 4th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN). – Barcelona, 2012. – Pages 2684-2688.

Scientific adviser: Ivanova V.S., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of TPU, Department of precision instruments

НУЖНЫ ЛИ ОБЩЕКУЛЬТУРНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ СОВРЕМЕННОМУ ИНЖЕНЕРУ?

И.А. Затонов

Томский политехнический университет
ИНК, ТПС, группа 1Б3В

Современные работодатели нуждаются в коммуникабельных, инициативных, легко адаптирующихся к изменениям, умеющих работать в команде, ответственных, владеющих иностранными языками и имеющих навыки делового общения инженерах. Последнее подтверждается опросами, проведенными среди работодателей как в России, так и за рубежом. Проведенное исследование среди генеральных директоров компаний в Малайзии показало, что успешное продвижение по карьерной лестнице на 75% зависит от личностных качеств работника и лишь на 25% от его профессиональных навыков. [1]

Вопрос необходимости становления общекультурных компетенций на уровне университетов стоит уже давно. Чуть менее полувека назад ассоциацией инженеров Германии было указано на необходимость пересмотра инженерных образовательных программ и внедрение в них не менее 20% дисциплин, направленных на формирование общекультурных компетенции.[2]

Исследование, проведенное на территории Малайзии, Японии, Сингапура и Гонконга, направленное на определение навыков, востребованных на современном рынке труда, показало, что у выпускников вузов наиболее востребованными являются такие компетенции, как: навыки общения, умение комплексно подходить к решению задач и навыки межличностного общения.[3]

Процесс обучения, как правило, направлен на формирование базовых знаний, навыков и умений в той сфере профессиональной деятельности, к которой работодатель проявляет непосредственный интерес. Процесс познания той или иной “базы” редко достигает необходимой глубины изучения специфики и ограничен требованиями работодателя. В таких условиях актуальной становится оценка общекультурных компетенций соискателя. Наличие, отсутствие или недостаточный уровень развития общекультурных компетенций указывает на степень готовности выпускника к выполнению той или иной профессиональной деятельности, способность овладения новыми навыками и т.д. [4] Процесс формирования общекультурных компетенций будущих инженеров происходит в условиях образовательного пространства высшего вуза.

По мнению зарубежных исследователей, для эффективного выполнения работы в междисциплинарной среде, выпускник вуза должен обладать такими общекультурными навыками, как: коммуникативная способность, презентации, лидерские качества и т.д. [5]

В соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования (ФГОС ВО) вуз обязан сформировать среду обучения для всестороннего развития личности. Тем не менее, вопрос формирования социокультурной среды в технических университетах остается открытым.

Теоретическая гипотеза нашего исследования заключается во мнении, что общекультурные компетенции занимают важную роль в становлении современного инженера, и необходимость овладения поликультурными навыками стоит наравне с профессиональными компетенциями.

Для проверки данной гипотезы среди студентов Томского политехнического университета в апреле 2016 года был проведен социологический опрос с целью определения роли общекультурных компетенций в процессе становления инженера, в котором приняло участие 103 обучающихся. Большинство респондентов (52%) на момент проведения социологического опроса обучались на третьем курсе бакалавриата. В исследовании также приняли участие магистранты, общая доля которых составила 12%.

Согласно данным анкетирования, 69% опрошенных планируют после окончания вуза работать по специальности, когда как 24% дали отрицательный ответ, и только 8% не определились с выбором.

Большинство респондентов (63,9%) считают, что общекультурные компетенции необходимы современному инженеру в профессиональной деятельности. Это является хорошим показателем, характеризующим осознанность важности общекультурных компетенций в повседневной жизни.

В анкетировании были рассмотрены дисциплины, предлагаемые образовательными программами Томского Политехнического Университета в качестве дисциплин, развивающих общекультурные компетенции. Респондентам было предложено сопоставить дисциплину с общекультурными компетенциями, которые, по их мнению, формирует эта дисциплина. К примеру, было предложено выбрать из перечисленных вариантов ответа ту общекультурную компетенцию, которую развивает дисциплина «Экономика». 84.9% респондентов решили, что дисциплина «Экономика» развивает «способность использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности».

Табл. 1. Мнение студентов об общекультурных компетенциях, развиваемых некоторыми дисциплинами

Дисциплина	Общекультурная компетенция, развиваемая дисциплиной	Доля респондентов
История	способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции	84.2%
Философия	способность формировать мировоззренческую позицию на основе философских знаний	45.2%
	способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции	26%
	способность к абстрактному мышлению, обобщению, анализу, систематизации и прогнозированию	23.3%

Правоведение	способность использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности	76.7%
	способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции	32.9%
Менеджмент	способность работать в команде, толерантно воспринимая социальные и культурные различия	31.5%
	способность к абстрактному мышлению, обобщению, анализу, систематизации и прогнозированию	24.7%
	способность использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности	21.9%
	способность к самоорганизации и самообразованию	20.5%
Управление и организация	способность работать в команде, толерантно воспринимая социальные и культурные различия	35.6%
	готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения	28.8%
	способность к абстрактному мышлению, обобщению, анализу, систематизации и прогнозированию	24.7%
	способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия	21.9%

Компетенции, указанные в таблице 1, прописаны в образовательных программах технических направлений и специальностей. Таким образом, степень сформированности общекультурных компетенций является одним из показателей освоения образовательной программы для подготовки будущих специалистов.

Проведенное исследование показало, что респонденты без труда определяют поликультурные навыки, развиваемые гуманитарными дисциплинами. Исключение составили дисциплины «Менеджмент» и «Управление и организация производства», так как студенты дали комплексные ответы. Респондентам было предложено в свободной форме написать компетенции, которые «жизненно необходимы» современному инженеру. Более 50% выделили коммуникативность как наиболее важную компетенцию. Также часто встречающимися навыками среди ответов были следующие компетенции: саморазвитие, умение работать в команде, стрессоустойчивость и др.

На диаграмме ниже представлено мнение студентов о важности общекультурных компетенций в повседневной профессиональной деятельности специалиста.

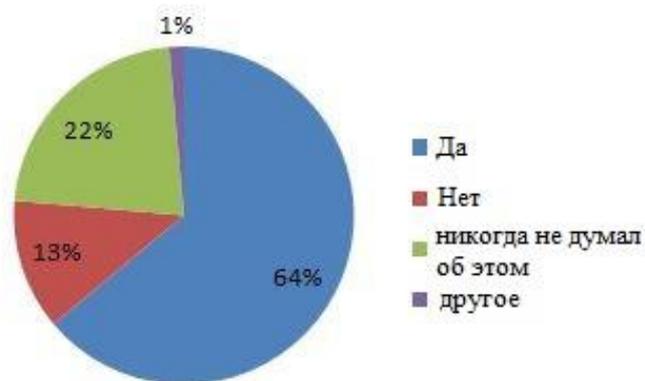


Диаграмма 1. Мнение студентов о важности общекультурных компетенций в повседневной профессиональной деятельности специалиста.

Таким образом, 64% опрошенных считают общекультурные компетенции важной частью профессиональной деятельности, что является хорошим показателем.

Заключение. Исследование, проведенное среди обучающихся ТПУ, показало высокую степень осознанности респондентов о роли общекультурных компетенций в современном техническом образовании. Прделанная работа подтверждает важность общекультурных компетенций для современных инженеров.

Для более продуктивного анализа необходимо провести данный опрос среди выпускников университета. Сравнение результатов исследования для выпускников и студентов позволит наглядно определить важность общекультурных компетенций на рынке труда.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Rashidi Abbas Integrating soft skills assessment through soft skills workshop program for engineering students at University of Pahang: an analysis // International Journal of Research in Social Sciences. – 2013. – Vol. 2. - № 1. – P. 33-46
2. Bernd Schulz The Importance of Soft Skills: Education beyond academic knowledge // Journal of Language and Communication. - 2008. - Vol. 2 Issue 1. –P. 146-154
3. Azami Zaharim Employers Perception towards Engineering Employability Skills In Asia // WSEAS Transaction on Advance in Engineering Education. - 2009. – Vol. 6. – P. 306- 315
4. Золотов А.В. Модель общекультурных компетенций// Прикладные исследования. - 2014. - Т.5. – С. 1-10
5. Duyen Q. Nguyen The Essential Skills and Attributes of an Engineer: A Comparative Study of Academics, Industry Personnel And Engineering Students // Global Journal of engineering Education. - 1998. – Vol. 2. - № 1.- P. 65-75.

РАЗРАБОТКА УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ В РАМКАХ ДИСЦИПЛИНЫ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

Н.С. Абраменко
Томский политехнический университет
ИНК, ЭБЖ

Для обеспечения профессиональной компетентности выпускников вузов и средне-специальных образовательных учреждений применяют не только лекционные занятия, но и выполнение практических работ в учебных лабораториях, где созданы условия, позволяющие смоделировать определенные воздействия в производственной среде [1].

Практические занятия позволяют будущему специалисту получить навыки, необходимые для своей профессиональной деятельности.

Актуальность данной работы заключается в необходимости повышения культуры безопасности, обеспечении безопасных условий труда и увеличении эффективности усвоения знаний в области безопасности жизнедеятельности.

Цель работы: Разработка учебно-лабораторного стенда для изучения методов защиты от шума в рамках дисциплины Безопасность жизнедеятельности.

Задачи работы:

1. Провести анализ аналогов учебно-лабораторного оборудования по данной тематике.
2. Сформулировать перечень функциональных возможностей стенда.
3. Сформулировать перечень технических требований, которым должен соответствовать стенд.
4. Разработать перечень лабораторных работ, выполняемых на стенде.
5. Разработать техническое задание для создания стенда.
6. Изготовить прототип стенда.
7. Протестировать прототип.

Был проведен анализ имеющихся аналогов учебно-лабораторного оборудования по изучению производственного шума. В результате чего, был сделан вывод, что на данный момент рынок учебно-лабораторного оборудования наполнен продуктами, обладающими схожими функциональными возможностями.

Основная суть работы, заложенная в абсолютном большинстве стендов по данной тематике, заключается в использовании звукоизолирующих перегородок внутри короба, представляющего собой макет производства.

Единственный стенд, выделяющийся среди проанализированных аналогов, является «Акустическая эмиссия»

Данная установка предназначена для определения уровней шума работающего оборудования и звукоизолирующей способности ограждающих конструкций (плит) в задаваемых диапазонах частот.

В связи с вышеизложенным, была начата работа, направленная на создание одного из стендов, в рамках проекта кафедры Экологии и безопасности жизнедеятельности по разработке учебно-лабораторного комплекса "БЖД"

Были сформулированы **образовательные задачи**, которые должны решаться с помощью нового стенда:

1. Получение знаний о шуме, как о вредном производственном факторе. Изучение природы шума, свойств и особенностей влияния на организм человека.
2. Получение навыков использования различных методов защиты от производственного шума.
3. Формирование понимания вредного влияния шума на организм человека, а также опасности длительного воздействия повышенного уровня звукового давления.
4. Формирование понимания у обучаемых необходимости применения индивидуальных средств защиты органов слуха.

Также был сформулирован **перечень тем лабораторных работ**, проводимых на стенде:

1. Прослушивание и анализ различных видов шумов, в том числе производственного происхождения.
2. Исследование порога слышимости человека.
3. Исследование эффективности применения системы активного шумоподавления.

При разработке **технического задания** были сформулированы технические требования, которым стенд должен соответствовать:

1. Обеспечение возможностей, позволяющих провести запланированные учебно-лабораторные работы на стенде;
2. Реализация работы аппаратуры с оптимальным уровнем погрешности;
3. Обеспечение интуитивно-понятного интерфейса;
4. Реализация вариативности, т.е. возможности подключения дополнительных модулей с возможностью управления ими через единый цифровой блок;
5. Защита от неправильных действий пользователя, вандалоустойчивость, пожаробезопасность

Планируемое применение стенда:

1. Проведение лабораторных работ в рамках дисциплины БЖД.
2. Осуществление подготовки и переподготовки специалистов в данной области.
3. Проведение открытых уроков по безопасности жизнедеятельности для профориентации учащихся старших классов среднеобразовательных учреждений.

На кафедре ЭБЖ был построен прототип данного устройства, на котором были проведены эксперименты и построены кривые слышимости.

Для того что бы проверить работоспособность устройства и воспроизводимость результатов, было проведено ряд экспериментов. Испытуемый проходил тестирование 3 раза подряд с перерывом в 3 минуты. Тестирование прово-

дится на типовых частотах в диапазоне (125-8000 Гц) [2]. Результаты эксперимента приведены на графике 1.

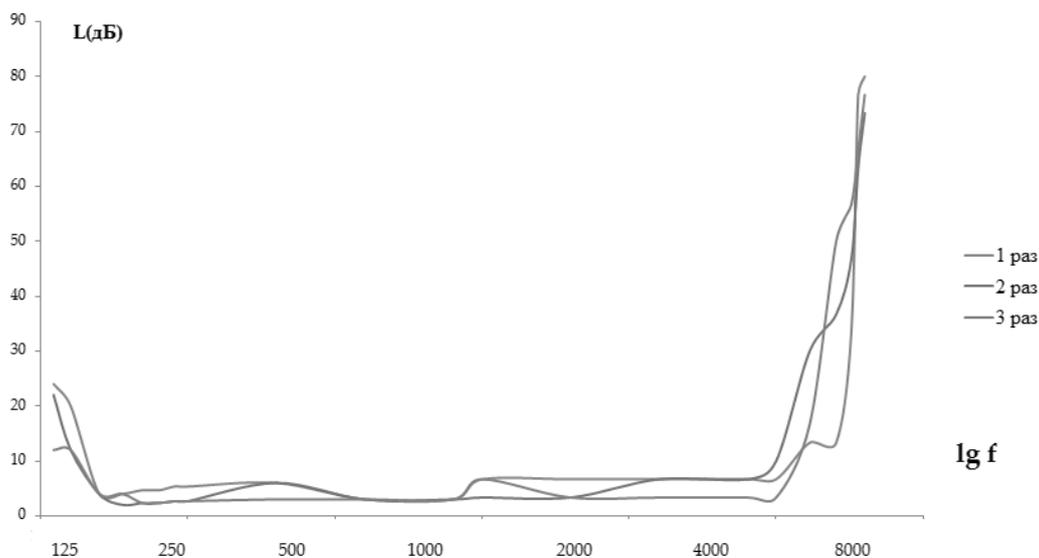


Рис. 1. Кривые слышимости, воспроизводимости результатов.

Полученные данные свидетельствуют о воспроизводимости результатов.

Была изучена зависимость порога слышимости людей разных возрастных категорий. При получении результатов можно еще раз убедиться, что порог слышимости ухудшается с возрастом человека.

На графике 2 приведены кривые слышимости испытуемой №1 возраста 57 лет и испытуемой №2 возраста 19 лет. Первый испытуемой не слышал тона частотой 18, 19, и 20 кГц не смотря на увеличение амплитуды звука.

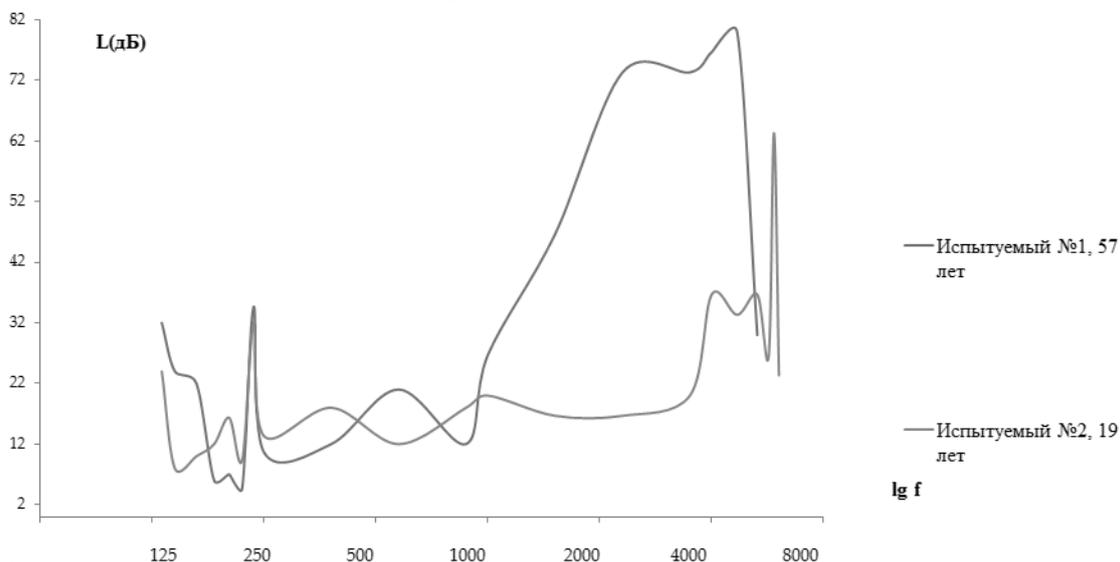


Рис. 2. Кривые слышимости людей двух разных категорий

Далее была изучена зависимость порога слышимости человека от времени суток. Испытуемый проходил обследование утром, через час после пробуждения (9 утра), далее в период с 15:00-16:00, вечером перед сном в период с 21:00-22:00. Кривые слышимости испытуемого утром, днем и вечером приведены на графике 3.

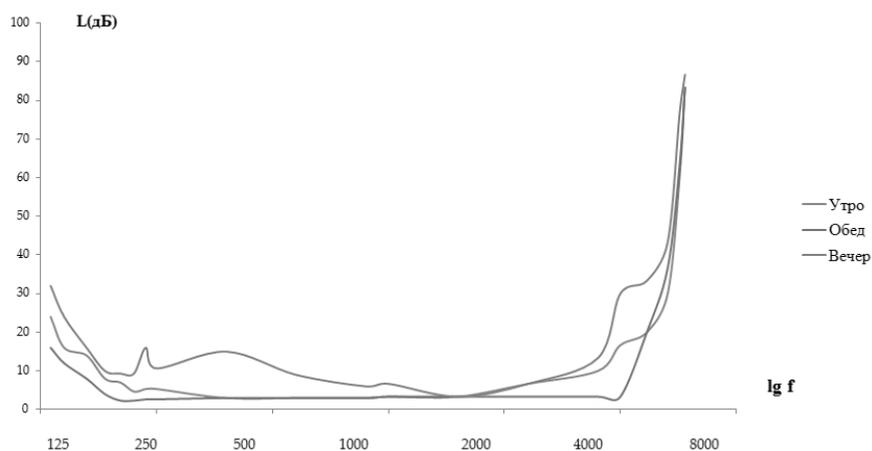


Рис. 3. Зависимость кривой слышимости от времени суток

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что наилучшая слышимость наблюдается днем.

Заключение

В результате проделанной работы поставленная цель была достигнута. Проведенный анализ аналогов учебно-лабораторного оборудования по данной тематике показал, что существует необходимость создания учебно-лабораторного оборудования, превосходящего свои аналоги в плане эффективности развития необходимых компетенций у обучаемых. Применение современных технологий в процессе обучения позволит вывести уровень знаний обучаемых на новый, качественный уровень.

В ходе выполнения работы был разработан и создан прототип учебной установки. Данное устройство удобно в использовании, себестоимость невысокая, мобильно, надежно.

Разрабатываемая установка имеет низкую себестоимость и высокую ценность с точки зрения образовательного процесса, что является отличительными конкурентными преимуществами на рынке учебно-лабораторного оборудования. Возможность проведения научно-исследовательских работ в области выявления нарушений органов слуха

Доказана актуальность данной работы и её практическая значимость.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Исследование шумов в производственных помещениях. Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей. - Томск: Изд. ТПУ, 2009 – 21 с
2. Аудиометрия – современная методика исследования слуха [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://prosluh.com/diagnostika-i-profilaktika/audiometriya.html> Дата доступа: 12.02.16.

Научный руководитель: С.В. Романенко, д.х.н., профессор, заведующий кафедрой ЭБЖ, ИНК ТПУ.

ОЦЕНКА СФОРМИРОВАННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ ЭНЕРГЕТИКОВ

К.О. Фрянова
Томский политехнический университет
ИНК, ЭБЖ

В федеральных государственных стандартах высшего образования [1], образовательном стандарте ТПУ по направлению 13.03.02 “Электроэнергетика и электротехника” [2] заложен ряд компетенций, демонстрирующих знания экологических аспектов комплексной инженерной деятельности, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.

Для оценки экологических компетенций автором разработан кейс, который предлагается использовать в качестве промежуточной аттестации выпускников технических направлений Томского политехнического университета/

Писание кейса может быть представлено следующим образом:

На территории региона N в небольшом городке с населением порядка 15 тысяч человек находится медеплавильный завод по производству первичной меди. Обычная температура уходящих газов наиболее крупных печей медеплавильных заводов достаточно велика. Эти тепловые источники отличаются большим выходом и концентрацией энергии [3]. На рассматриваемом заводе предусмотрены установки по вторичному использованию ВЭР, образующихся в процессе получения меди.

Неподалеку от указанного завода протекает река, ниже по течению, которой располагаются жилые города.

При производстве конечного продукта на заводе в качестве сырья используются сложные руды, и помимо минералов меди в этих рудах содержатся свинец, мышьяк, кадмий, сера и другие химические элементы [4].

В качестве топлива для получения первичной меди на одной из стадий технологического процесса [5] в качестве топлива используется мазут. Мазутохранилище находится в непосредственной близости с сырьевым складом медной руды.

В результате антропогенной ошибки, при заполнении одного из 3 резервуаров мазутохранилища произошла ЧС со взрывом, повлекшим за собой нарушение всего технологического процесса, разрушение стенок, оставшихся двух резервуаров с мазутом. Ударная волна взрыва вывела из строя установку по вторичному использованию тепловой энергии, а также нарушила целостность технологического аппарата по переработке сырья.

Для справки: Энергетические выбросы могут существенным образом влиять на состояние окружающей среды и здоровье человека. Так, анализ выбросов теплоты в атмосферу от совокупности промышленных объектов показывает наличие регионов площадью до 10 тыс. км² с тепловыделением от 10 до 200 Вт/м². Результатом такого теплового воздействия является образование устойчивого «острова теплоты» с температурой, на 1-4°С превышающей есте-

ственную для воздушной среды. Это приводит к возникновению в островах теплоты туманов, облачности, увеличению атмосферных осадков [3].

ВЭР - вторичные энергоресурсы.

Объем 1 резервуара мазутохранилища 160 куб. м, степень заполненности резервуаров 80%.

Для демонстрации результатов обучения обучающимся предлагаются задания:

1. Рассмотреть возможные для региона последствия для флоры и фауны.
2. Перечислить все экологически неблагоприятные, на ваш взгляд, факторы, образовавшиеся в результате ЧС, способные нанести урон региону.
3. Указать, какие последствия рассматриваемая авария может нанести здоровью людей, проживающих на территории региона N?
4. Какими документами следует руководствоваться при определении экологической обстановки в регионе и воздействия на местное население?

Таким образом, предложенный кейс направлен на:

1. выявление способности решать комплексные проблемы;
2. умение работать с информацией;
3. выявление знаний основных методов защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий и умения их использовать;
4. учет экологических ограничений при решении задач;
5. развитие системного мышления.

К критериям оценки выполнения обучающимся кейса могут быть: полнота ответов на вопросы с учетом стартовых условий задания (от несоответствия условиям задачи до полной, логически верной проработки), креативность (отход от шаблонности), использование нормативных норм и стандартов (подкрепление каждого решения нормативной базой при наличии), оценка рисков (с учетом анализа последствий действий) и т.д. Задание оценивается по десятибалльной шкале для упрощения включения в материалы промежуточной аттестации уровня сформированности компетенций. Недостатком такого метода оценивания является отсутствие опыта разрешения ситуации в реальных условиях, недооценка психологического (личностного) фактора и т.д.

В заключение сделан вывод о том, что формирование экологических компетенций возможно с использованием case-study в образовательном процессе, а также в оценке результатов обучения будущих специалистов энергетических направлений.

ЛИТЕРАТУРА:

1. URL:http://portal.tpu.ru/fond2/download_doc/94923/130302.pdf (дата обращения 15.09.2016).

2. URL:http://portal.tpu.ru/fond2/download_doc/94922/prikaz__14583_ot_18.11.2015.pdf (дата обращения 15.09.2016).
3. Лотош В.Е. Переработка отходов природопользования. -Екатеринбург: Полиграфист, 2007. - 503 с.
4. Международный социально-экологический союз [Электронный ресурс] URL: <http://www.seu.ru/members/ucs/ucs-info/2005/1396.htm> (дата обращения 15.09.2016).
5. ДжероуенКуэнен и др. // Руководство по инвентаризации выбросов ЕМЕП/ЕАОС//Технический отчет ЕАОС.- Люксембург: Бюро публикации Европейского союза, 2009.- №9,. - 20 с.

Научный руководитель: К.В. Мертинс, начальник УМО ИНК ТПУ.

DEVELOPMENT TRENDS FOR ENGINEERING EDUCATION IN THE SPHERE OF SMART GRIDS: INTERDISCIPLINARY APPROACH

О.Е. Brazovskaya^{1,2}, О.В. Bleikher¹, V.V. Ageeva¹

¹National Research Tomsk Polytechnic University

Institute of Social and Human Technologies

Department of History and Philosophy of Science and Technology,

²group number 3131

Abstract. The experience in the creation of modern educational programs for engineers in the field of smart grids at National Research Tomsk Polytechnic University for the past three years has shown the need for upgrading a basic technical education through the initiation of interdisciplinary courses such as Systems Engineering, Policy Analysis and Management. Another way is the organization of Master Program for Systems Engineering for all students, graduated from technical baccalaureate programs. The latter initiative has been developed in the elaboration of master's program "System analysis and management" (according to the Russian education standard), which was agreed with the standards of international SEPAM program (Systems Engineering, Policy Analysis and Management). The project have been presented at the annual forum where top managers of large and medium-sized Russian companies were interviewed about present-day engineer priority qualities. The results showed that the leaders of the industry share the view that in order to overcome the economic stagnation the technical education should combine competencies of systems thinking and multidisciplinary approach. These contributions are valid for the training of engineers for smart grids. It requires the further research for other sectors of the economy and industry in the Russian Federation.

Keywords: economy, industry, stagnation, smart grids, education, competencies, interdisciplinary approach, systems thinking.

Introduction. The higher education system, which forms the future engineers on whose activity is directly related security and sustainable development of civilization, is obliged to impart to students of technical specialties humanistic and interdisciplinary way of thinking, because the application of scientific results is the question

of morality, ethics and politics and always located in the area of human choice. To solve the problem of innovative economy development, coupled with the introduction of modern technologies and scientific achievements in the practice of social life, it is necessary to ensure the training of specialists capable of being based on a systematic and interdisciplinary approach to integrate the knowledge of the technical, humanitarian and socio-economic sciences, create and manage a complex, large-scale systems.

The amount of this type of systems is increasing, and the systems themselves exceed historical analogies, both in the complexity of factors affecting system management, and to a scale of the involvement of diverse organizations and even States. The increasing complexity of control systems is accompanied by a rapid and poorly predictable changes in the environment [1]. Application of Systems Engineering methods provides a mean to administer to needs of all interest groups, to minimize departure from a target plan [2]. In the last decade, a systems engineer profession has become one of the most prestigious and promising in the USA, surpassing the usual leaders in the fields of law, finances, IT and smart grids. In the Russian rankings of well-respected scholarship such profession does not figure.

Methods and research design. Monitoring of employers requirements for competence of the contemporary engineer in Russia and other countries indicates the relevance of specific training for professionals in technical sphere teaching to apply the systematic and interdisciplinary approach in the practice. Besides, the specifics of Russian and foreign universities educational programs, state federal educational standard provide an opportunity for the development of basic educational training program in the field of system analysis and management of socio-technical systems on the basis of a multidisciplinary approach for all sectors of the modern economy.

Since 2012, Tomsk Polytechnic University has been beginning to develop an educational program in the field of system analysis and control for the training of the engineering staff. The important point is the combination of the fundamental methods of system design, analysis and management with the application of knowledge aimed at the implementation of the methodology in a particular kind of activity. The first stage in designing the content of training programs for the contemporary engineer was to analyze the best educational practices in the field of systems engineering. As a result, authors came to reach the conclusion that the leader institutions of higher education in this field are Massachusetts Institute of Technology [3] and Delft University of Technology [4]. In the Russian education the state educational standard "System Analysis and Management" is developed [5].

Analysis of Master's programs has shown that the goal of the educational program is to train engineers to design-analytical and managerial activity aimed at modeling, production and operation of large-scale systems in the multi-disciplinary professional team environment. For taking a professional decisions specialist should be able to exercise the choice of optimal solutions and to develop an experimental research programs, to make the description of ongoing project and research work on an interdisciplinary language that is understandable to all members of the team, to issue reports, to master methods of intellectual property protection, to explore and take into account the needs of all engaged participants [6; 7].

The specification of project research work forms during the semester for Masters's Program students may be itemized and supplemented depending on the specifics of subject field. The head of the master's program establishes a mandatory list of research forms (do not forget about the need to obtain credits for research work during the semester) and a character of student's participation in the research work during the all training period.

Approval. To pilot the contribution of the Tomsk Polytechnic University in the sphere of System Engineering two events were initiated: the methodical international seminar involving experts from the Technical University of Delft and the workshop at the annual forum of directors of medium and large Russian enterprises.

Within the framework of the international methodological seminar participants discussed the theoretical base of the educational program for the engineers training and work programs of 15 disciplines included in the curriculum. As a result, the recommendation was given to change the proportion between the theoretical and practical parts of training in favor of the second. The technology efficiency of modern specialists training suggests the ratio of practically-oriented project activities and theoretical study on the level 70% to 30% respectively. In addition, the theoretical work can be effectively organized in the form of a self-guided work, tutorials and remote training. The main attention should be focused on project activities pursued an obtaining of professional experience. This trend is not conventional for the education of Russian engineers. Traditionally, theoretical preparation took up about 50-60% of training time here. From higher education institutions this turn requires to develop new information technologies and intense cooperation with business organizations.

The seminar at the annual forum of medium and large enterprises heads of the Russian Federation the pilot Master's Program in System Engineering was represented and 10 directors of major Russian companies were interviewed on this subject. The questionnaire included five sets of interrogations: the drivers of the external environment for the enterprise, ways of solutions to the problems of the contemporary enterprise, evaluation of the enterprise specialists the contribution in the work of the enterprise, the competence of modern engineering personnel, the interest of enterprises in the target training of future staff.

Research Results. Interviews approved that directors of large companies believe that their companies are in the process of stabilization of the life cycle, as the main responsibilities they see the improvement of products quality and the introduction of a systematic approach to gain competitive advantage in the Russian market by contrast to imported products. Current development of the enterprise they are linked with the development of human resource capacity, able to work in team/in project, and a systematically apply the multidisciplinary approach in order to reduce their risks.

In assessing of educational programs for specialist training the business community indicated that the development of systems thinking, skills of policy analysis and production management is an extremely important for educational background of all engineers. They do not consider expedient to include individual specialist in the systems engineering in the staffing positions. They also estimate as a significant the

application of the principles of systems engineering, policy analysis and management to the design of special professional activities.

Thus, the approbation has demonstrated that the training of specialists in the direction of separate Master's Program "System analysis and management" is not corresponding to the social mandate. Business Community proposes to change the basic structure of the training programs. Design of an engineer training should be focused in the formation of systems thinking, systems engineering skills and interdisciplinary approach to increase in hours for practical work and seminars. Thus, it is proposed to include the module –transformer, forming skills of System Analysis in the basic educational training program both in the compulsory and the elective parts.

The elective part of the program aimed at the formation of the system thinking and skills of interdisciplinary analysis. The compulsory part of the program should be directed to the formation of special professional knowledge. If the structure of the labor market needs is changing, it is possible to reorient the selected part of the educational program actualizing new profiles. The idea of the program-transformer was initiated by employers, who showed in the process of a sociological study that for all kinds of enterprise the knowledge and skills associated with a system an interdisciplinary thinking are important together with a preserving the compulsory part of the training in the major field of study (smart grids, cybernetics, energy).

The actualization of the program involves an interdisciplinary parity representation of humanitarian, socio-economic and technical institutions profiles for training. Humanitarian and socio-economic units are designed to provide two-semester disciplines of selected part of educational programs aimed at the formation of the systems and interdisciplinary thinking. Technical departments participated in the provision of multi-disciplinary research work during first two semesters, and provide the basic specialization training in the third term. Preparation of final qualifying paper carried out under the joint advising of the leading specialists in humanitarian, socio-economic and technological sphere.

Conclusion. Thus, the structure of a basic educational program should include a compulsory and a selected parts, presenting a program-transformer. The compulsory part of the program aimed at the formation of the system such as thinking skills and interdisciplinary analysis. The elective part of the program aimed at forming of the system thinking and skills of interdisciplinary method in the light of smart grids specific features. If the structure of the labor market needs are changed, the reorientations of the educational program variable part to actualize the new specializations will be possible. The idea of the program-transformer was initiated by employers, who showed in the course of interview, all the sectors of industry, small and medium business are interested in the knowledge and skills associated with the system and interdisciplinary type of thinking. However, the employers prefer engage the graduates from basic engineers programs with an auditory competences of system thinking rather than support the idea of autonomy program in System Engineering.

REFERENCES:

1. Tarasenko F.P. Applied System Analysis. - 2010. - M.: KNORUS, 224 p.

2. Livenchuk A. Introduction into Systems engineering. URL: <http://rusnano.mipt.ru>
3. Technology and Policy Program. URL: <http://tppserver.mit.edu/>.
4. Systems Engineering, Policy Analysis and Management. URL: <http://www.tudelft.nl/fileadmin/Files/tudelft/studeren/master/Brochures/SystemsEngineeringPolicyAnalysisManagement-MSc.pdf>
5. FSES «System Analysis and Management». URL: http://nru.spbstu.ru/about_the_program/educational_programs/system_analysis_and_control1/
6. Janssen M., Voort H., Veenstra A.F. Failure of large transformation projects from the viewpoint of complex adaptive systems // Information Systems Frontiers. No. 17 (1), P. 15-29.
7. Kholkin D.V. Systems Engineering – New Profession for New Power Industry // Energy Development.- 2011.- No. 3 (13). P.1-3.

O.V. Bleikher, PhD, associate professor, National Research Tomsk Polytechnic University.

DEVELOPING DEEP LEARNING COMPETENCIES IN ENGINEERING EDUCATION

К.А. Гирфанова, И.А. Черемисина Харпер, Н.А. Качалов, Д.М. Токмашев
Томский политехнический университет
ЭНИН, ИЯ

In the 21st century engineering is seen both as an art and a science. The science comprises the careful and knowledgeable use of scientific principles, physical materials, and design techniques to produce devices and systems, and their operating arrangements, to perform useful functions in a reliable and affordable way. These can range from smart grids to computer networks; from mobile phone applications to intelligent meters; from motor drives to wireless credit cards. The art lies in creating new directions in human activities by perceiving non-traditional applications of scientific knowledge, combining different fields of knowledge in unique ways, introducing new technologies and managing a variety of technical resources to produce innovative outcomes.

In other words, engineering is about developing, providing and maintaining infrastructure, goods and services for industry and the community, and about helping to identify and implement directions for sustainable future. Professional engineers normally work in interdisciplinary teams and are supposed to cope with risks and take social responsibility for the results of engineering projects. New pedagogies for deep learning that are available in the 21st century are aimed at training specialists prepared to work creatively in the global economic community and respond to the unpredictable challenges of the time for the sake of the stable and sustainable development [1, 2].

Deep learning skills (also termed as 21st century skills and competencies) are composed of 4 groups of skills, which include: ways of working: communication and

collaboration; ways of thinking: critical thinking, problem solving and metacognitive skills; tools for working: information and communication literacy; and ways of living in the world: global citizenship and civil responsibility, as well as cultural awareness and competence [3]. International and Russian standards for professional engineering competence require that university graduates must demonstrate generic areas of competence, also designated as transferable skills. These include knowledge and understanding, design and development of processes, systems, and products, responsibility and management, communication and interpersonal skills, and professional commitment. They also include planning the process of self-learning and its results, improving performance, as the foundation for lifelong learning and continuous professional development [4, 5, 6].

In 2012 the Institute of Power Engineering at Tomsk National Research Polytechnic University jointly with Czech Technical University in Prague launched the double degree master programme in electric power engineering and electrical engineering. One of the compulsory courses constituting the programme is the course „Philosophical and methodological issues of science and engineering“ originally designed and realized as a multidisciplinary course that provides master students with knowledge, experience and practice in deep learning skills and competencies required for professional specialists in the area of electric power engineering. As a result of successful completion of the course the students will be prepared for understanding the role of philosophy in the development of science and engineering (Objective 1); analyzing tendencies relating to the development of science and technological progress and their societal and global impact (Objective 2); and improving intercultural skills relating to the professional area (Objective 3). Among a complex set of outcomes incorporating knowledge, abilities and experiences, the students will develop competencies in critical thinking and applying creative problem-solving techniques for the purposes of engineering, interpreting and presenting the results of multidisciplinary group projects. Mention should be also made that the course is presented in English, and master students are exposed to improving their English and communication skills alongside with developing intercultural awareness and competence.

Following the policy of the European Union that is aimed at facilitating students' autonomy and supports the strategy of life-long learning and continuous professional development, the learning process is remodeled according to the principles of learner-centered pedagogy, which is based on students' backgrounds and experiences, focusing on self-directed learning and developing metacognition, involving elements of collaborative learning (pair and group work, peer assessment and support), and others. The facility to learn autonomously is understood as interactive practice for the purposes of acquiring job-relevant skills and competencies, taking responsibility for the achievements and outcomes of the learning process [7].

The above mentioned key competencies for successful professional career can be developed and mastered through the modules of the course, among which the following topical areas: responsibility and ethical issues in engineering, risk taking and consequences of engineering solutions, entrepreneurship and project management in engineering. The agenda of themes for discussion within the mode of group projects comprises a variety of burning issues in the area of electric power engineering: smart

grid trends, eco-friendly energy generation, micro grids, electric vehicle technologies, smart metering 2.0, perspectives of alternative fuels, energy storage trends, green-powered projects and others.

Project work is seen as a universal combination of innovative pedagogies of the 21st century: learner-centered approach, autonomous learning, collaborative learning, and experiential learning. Being involved in project-based learning, students are able to use the English language to achieve a real purpose, which can make students both more independent and confident; develop a much wider knowledge of the world through content-based learning which can feedback into improving and supporting their general educational needs; develop very valuable critical thinking skills by taking information from different sources, re-evaluating and restructuring it that can then be transferred to other subjects; develop their collaborative skills, which can have great social value, work as part of a team and take responsibility for the results of their joint activity; solve problems, using techniques for generating and sorting out ideas; communicate ideas clearly and meaningfully; do self- and peer assessment.

Another advantage of project work is that it provides sufficient opportunities for implementing different problem-solving techniques. To become a confident problem solver the student should learn how to approach the problem correctly and go through the main steps in solving it: first, defining the problem, second, generating alternative solutions, then analyzing, evaluating and selecting alternative solutions, and, finally, implementing the selected solutions. The most effective and commonly used techniques in solving problems embrace brainstorming, affinity diagrams, mind-mapping, flow charts, lateral thinking, SWOT analysis and others. Brainstorming is an efficient tool for practicing creativity and facilitating dynamics of the project team. The facilitator (or the leader of the group) should follow the structure of the brainstorming session and obey the rules in order to lead the group through the following stages: defining and agreeing the objective; brainstorming ideas and suggestions within a limited time period; categorizing and refining the suggested ideas; assessing their effects and results; prioritizing the options; agreeing actions and time; and monitoring the follow-up.

Master students were offered the following activities for brainstorming sessions: ways of modernizing university buildings according to the norms and standards of smart houses, promotion of city gardening in the university campus, pros and cons of electric vehicles in Siberia, activities of university lab researching on the efficiency of renewable energy sources, promoting green jobs in electric power engineering, ways of generating energy in the remote locations, etc.

The SWOT analysis is an extremely useful tool for understanding and decision-making for all sorts of situations in business, industry, and organizations. SWOT is an acronym for strengths, weaknesses, opportunities, and threats. The SWOT analysis headings provide a good framework for reviewing strategy, position and direction of a company, business proposition, innovative project, or any other idea. Strengths are those positive aspects of the project, which the team can build upon, for example through doing innovative work or creating new products. Knowledge and skills of team members are valuable assets in the project. Weaknesses are those deficiencies in the present skills and resources of the team which need to be corrected and

action taken to minimize their effect on the project. Opportunities usually arise from the nature of the environmental change. The team needs to be sensitive to the problems of managing a project and responsive to change in the planned activities, products or outcomes. Threats are the converse of opportunities and refer to external developments which are likely to endanger the operations of the team, for example the drop out of the team member.

Whatever the application, students need to be sure to describe the subject (or purpose or question) for the SWOT analysis clearly so they remain focused on the central issue. This is especially crucial when others are involved in the process. People contributing to the analysis and seeing the finished SWOT analysis must be able to understand properly the purpose of the SWOT assessment and the implications arising.

One of the teams of master students was involved in a group project aimed at planning an experimental laboratory researching on the efficiency of renewable energy sources. They made the SWOT analysis in the following way. As strengths they listed several positive aspects of joint work, including teamwork, knowledge of electric power engineering, knowledge of management, knowledge of design, and openness to creativity. Weaknesses incorporated insufficient business knowledge, high cost of research and development activities, and costs for staff training. Opportunities involve creating marketable products, working with people in other teams, possibilities for diversifying the activity of the laboratory, making contacts with new people. Threats embrace communication difficulties, time management, uneven workload within the team, and difficulties relating to meeting deadlines.

The brief review of the interdisciplinary nature, technologies of learning and perspectives of interactive learner-centered pedagogy applied within the course

“Philosophical and methodological issues of science and engineering,, provided at the Institute of Power Engineering at Tomsk Polytechnic University demonstrates the potential of educational programmes to train specialists with understanding, skills and competencies they need to cooperate in managing the challenges of the 21st century.

REFERENCES:

1. New pedagogies for deep learning: a global partnership. – 2016. – Retrieved from:
<http://www.education.vic.gov.au/school/teachers/support/Pages/deeplearning.aspx>
2. Fullan, M. Langworthy, M. A rich seam. How new pedagogies find deep learning. – 2014. – Retrieved from: http://www.michaelfullan.ca/wp-content/uploads/2014/01/3897.Rich_Seam_web.pdf
3. Assessment and teaching of 21st century skills. – 2010. – Retrieved from:
http://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/citizenship/socio-economic/docs/ATC21S_Exec_Summary.pdf

4. The accreditation of higher education programmes. UK Standard for Professional Engineering Competence. – 2014. – Retrieved from: // www.engc.org.uk
5. Standards and guidelines for engineering programmes. – 2012. – Retrieved from: <http://www.enaee.eu/eur-ace-system/eur-ace-framework-standards/standards-and-guidelines-for-accreditation-of-engineering-programmes/>
6. Критерии и процедура профессионально-общественной аккредитации образовательных программ по техническим направлениям и специальностям. – 2014. – Режим доступа: http://www.acraee.ru/files/accred/2014_criteria.pdf
7. Development of skills. – 2009. – Retrieved from: http://ec.europa.eu/education/policy/strategic-framework/skills-development_en

Научный руководитель: Н.А. Качалов, к.п.н., доцент, зав. каф. ИЯ ЭНИН ТПУ.

ФОРМИРОВАНИЕ ИТ-КОМПЕТЕНТНОСТИ С ПОМОЩЬЮ СОВРЕМЕННОГО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

О.К. Колесова, Д.В. Ялакова
Томский политехнический университет
ИК, ВТ, группа 8ИМ61

Задача формирования и развития ИТ-компетентности специалистов является очень важной для вузов, при подготовке будущих специалистов. Действующие образовательные стандарты высшего образования основываются на компетентностном подходе к подготовке специалистов. Процесс формирования и развития профессиональных компетенций рассматривается как средство достижения нового качества образования.[1]

Термин «ИТ-компетентность» определяется как «способность и умение самостоятельно искать, анализировать, отбирать, обрабатывать и передавать необходимую информацию при помощи устных и письменных коммуникативных информационных технологий». С этим термином тесно взаимосвязаны понятия ИТ-грамотность и ИТ-культура. ИТ-грамотность студентов является основой формирования ИТ-компетентности и включает в себя совокупность знаний, умений, навыков студента, позволяющих эффективно использовать информацию для успешного включения её в разнообразные виды деятельности. Технологическая подготовка будущих специалистов в условиях современной высокотехнологичной информационно-образовательной среды (ИОС), реализуемая путём выполнения значительной части учебных действий с использованием средств информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), предполагает обязательность начальной ИТ-грамотности студентов, проявляющейся не только в овладении навыками использования в своей деятельности совокупности тех-

нических устройств, но и в способности осознать, когда нужна эта информация, найти её, оценить и эффективно использовать. ИКТ имеют большие преимущества перед репродуктивными методами обучения и вербальным способом предъявления учебной информации. Они дают дополнительные механизмы воздействия на развитие познавательного интереса обучающихся в плане более детального анализа и восприятия значимой для них информации, оперирования с нею и ее переходу в прочные знания.

ИКТ активно внедряются в учебный процесс вузов и в будущем могут полностью заменить традиционные технические средства обучения. При этом одним из основных критериев эффективности деятельности станет ИТ-грамотность. Уровень ИТ-грамотности будет определять и ИТ-культуру будущих специалистов. Под ИТ-культурой специалиста понимается его способность к практической реализации ИКТ в своей повседневной профессиональной деятельности. Необходимость формирования и развития ИТ-культуры специалиста объясняется потребностью в овладении достаточно широким спектром специальных знаний и практических умений, в овладении методами и средствами информатики как профессионально-значимым инструментарием, основывающимся на использовании средств ИКТ и предназначенным для получения, хранения, накопления, преобразования и применения отобранной информации не только в учебном процессе, а и в профессиональной деятельности.[2]

Профессиональная компетентность специалиста основывается на овладении им соответствующей базой знаний, умений и навыков, необходимых для выполнения своих функциональных и должностных обязанностей. Современному специалисту для конкурентоспособности и востребованности необходимо владеть определенной суммой профессиональных парадигм, имеющих на данный момент времени не только в его профессиональной области, а и в культуре, искусстве, науке в целом. Данное условие определяет и требуемый уровень ИТ-компетентности такого специалиста для осознания им необходимости информации, определения средств, технологий и направлений её поиска, оценки эффективности и надёжности, а также методов её использования. Для решения отмеченных задач в современном информационном обществе специалист-профессионал не сможет обойтись без технологий применения необходимых электронно-коммуникативных средств оперативного поиска, хранения и трансляции информации, влияющих на его профессиональную компетентность. Следовательно, ИТ-компетентность конкретного специалиста выходит на один из первых планов при определении уровня общей профессиональной компетентности и является особо ценностным ориентиром процесса его подготовки в вузе. Она характеризуется объективной и субъективной сторонами. Объективная сторона заключается в требованиях, которые социум предъявляет к профессиональной деятельности современного специалиста. Субъективная сторона является отражением объективной стороны, которая преломляется через индивидуальность специалиста, его профессиональную деятельность, особенности мотивации в совершенствовании и развитии личной ИТ-компетентности, имеющей свою внутреннюю логику развития, несводимую к чисто механическому суммированию её подсистем и логике развития каждой подсистемы в отдельности.

В задачи развития ИТ-компетентности специалиста входят:

- обогащение знаниями и умениями из области информатики и ИКТ;
- развитие коммуникативных, интеллектуальных способностей;
- осуществление интерактивного диалога со своими коллегами и другими корреспондентами в едином информационном пространстве.

Задачи развития ИТ-компетентности находят своё отражение в таких конкретных функциях, как:

- познавательная функция, которая направлена на систематизацию знаний, на познание и самопознание человеком самого себя;
- коммуникативная функция, формой реализации которой является семантическая компонента, «бумажные и электронные» носители информации;
- адаптивная функция, позволяющая личности специалиста адаптироваться к условиям жизни и деятельности в информационном обществе;
- нормативная функция, содержащая показатели достижений и развития личности специалиста;
- оценочная (информативная) функция, сущность которой заключается в формировании и активизации умений ориентироваться в потоках разнообразной информации, выявлять отбирать и оценивать известную и новую, значимую и второстепенную информацию;
- развивающая функция, объединяющая и подчиняющая все вышеперечисленные функции.

Данные функции представляют собой процесс или определённую систему для развития ИТ-компетентности специалиста. Формирование и развитие ИТ-компетентности личности специалиста, осуществляется путем передачи информационно-технологического знания, точнее – способов и методов деятельности по его использованию. ИТ-компетентность личности и информационно-технологическая компетентность общества – это объекты, взаимно развивающиеся и обогащающие друг друга. Следовательно, личностный уровень ИТ-компетентности зависит от уровня соответствующей компетентности общества, который в свою очередь, определяется ИТ-компетентностью входящих в него субъектов.

Современный специалист может успешно решать стоящие перед ним профессиональные задачи, владея и используя необходимые знания о предмете своей деятельности, о способах, средствах, приемах и методах творческого решения этих задач. Можно выделить несколько видов ИТ-знаний, необходимых для целей обучения, таких как: термины, понятия, факты, законы, теории, методологические знания, оценочные знания. Однако знания о способах деятельности не обеспечивают умений реального использования ИТ-знаний в практической деятельности. Эти знания будут ненужными и невостребованными практикующим специалистом, если они не будут обращаться к деятельности, которая проявляется в соответствующих ей умениях. Для того чтобы знание о способе практической деятельности превратилось в умение, навык и соответствующую компетенцию, необходимо выработать реальный способ деятельности по

осуществлению и приобретению опыта его практической реализации. Опыт творческой деятельности обеспечивает готовность к поиску решения возникающих проблем, к их творческому преобразованию. Один лишь объем умений, усвоенных по образцу, не обеспечивает необходимое развитие творческого потенциала личности специалиста. Опыт осуществления известных способов деятельности, воплощенных в знаниях, умениях и навыках, и опыт творческой деятельности образуют деятельностно-творческую составляющую ИТ-компетентности. Опыт «эмоциональной воспитанности», который предполагает наличие знаний о нравственных нормах отношений и практические навыки в соблюдении этих норм, тесно взаимосвязан с системой социальных потребностей личности. Все потребности составляют непереносимое условие социального развития. Потребности, в свою очередь, обнаруживаются в мотивах. Таким образом, можно говорить о мотивационной направленности личности в развитии своей ИТ-компетентности.

Одним из оптимальных путей формирования компетентности студентов в сфере ИКТ является создание соответствующей модели и встраивание ее в учебный процесс вуза, что требует своих особых методик преподавания, особой организации учебного процесса, разнообразного методического и информационного обеспечения с учетом специфики направлений и профилей подготовки специалистов, сводимых в соответствующую систему. Системное, целостное представление об ИТ-компетентности, выделение ее сущностных черт, обоснование критериев и уровней сформированности является теоретической предпосылкой для исследования тенденций и условий её развития. Это позволяет более целенаправленно и эффективно организовать ИТ-подготовку специалистов и значительно ускоряет процесс их овладения современными ИКТ. ИТ-подготовка студентов должна происходить в соответствии с распространением ИКТ в реальном информационном мире и без значительного временного отставания. Процесс модификации программы обучения ИТ должен иметь циклический характер с учётом динамики изменения всей мировой информационной системы, должны быть выработаны рекомендации по изменению содержания программы изучения этих технологий, основанные на объективных аналитических методах анализа ситуации и на субъективных оценках опытных экспертов. Данные процессы могут рассматриваться как особо ценностные ориентиры современного высшего образования.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Слесарев Ю.В. Теория и методика формирования социальной компетентности и нравственности в высшем профессиональном образовании. Автореф. дисс...докт. пед. наук. - СПб., 2011. - 40с.

2. Аниськин В.Н., Жукова Т.А. Технологическая грамотность как обязательный критерий профессиональной компетентности специалистов в области информатизации образования // Материалы международной н-п конференции. - Самара; Москва: СФ МГПУ, МГПУ, 2011. - С. 282-284.

Научный руководитель: И.Б. Ардашкин, д-р филос. наук, проф. каф. ИФНТ ИСГТ ТПУ.

DEVELOPMENT OF CULTURAL AND PROFESSIONAL COMPETENCES BY THE STUDENT'S PUBLISHING ACTIVITY

N.V. Betenekova, R.A. Vasil'chenko, D.N. Rud'kovskij
Tomsk Polytechnic University

NDT Institute, department of precision instrument-making, group 1B3V.

INTRODUCTION

Nowadays very popular are the so-called interactive learning forms. They suggest the student's dominance, but the lecturer is passive participant. Lecturer's role is limited to the curation of students, it leads to achieve the educational objectives, the permanent involvement in the learning process both cognitive and emotional spheres, also it creates situations of dialogue and knowledge discovery.

Encouraging students to participate in scientific conferences and publication activity is one of the possible interactive learning form. Interactivity in this case is understood not only as the active cooperation of the student and the lecturer, but also as relationships with the external environment (executive secretary of the conference, or a scientific journal, other members of the organizing committee of scientific event or the editorial board of the magazine, the reviewer, the literary editor).

This ensures the going beyond the traditional system of «lecturer – student». Orienting function of the lecturer who guides but does not dictate comes here on the foreground.

Student gains competence in the field of communication in the scientific and publishing environment. This may be useful for those, who receive their education in post-graduate school, and who is going to work directly as practitioners.

There is a possibility for students to take part in scientific conferences, both organized by the university where they study and carried out by other organizations, including foreign ones. This approach can be also applied to publications in scientific journals. The preconditions and basis for the development of globalization and mobility are very important areas of education, especially in the Bologna system, are created.[1]

Abstract of scientific report is the author's report, that the author intends to do within the framework of the scientific conference. Completeness and accuracy of reflection of the content of the report, as well as the conciseness of presentation play the great role.

Scientific report expresses the basic ideas of the author that he wishes to present at a scientific conference. However, the text of the report, as a rule, is not an exact copy of the text of the presentation as possible adjustments occur during its time. In addition, speaking is significantly different from writing.

The scientific article is a reflection of some research or a relatively independent stage of a global research project. It combined the qualities of novelty and sufficient detailed description of the methods and results of the study of the chosen subject.

For the successful implementation of this type of tasks, it is necessary for students to possess the knowledge not only about the genres of works used in scientific communication, but also about the magazines, where these works are published. Scientific novelty, originality and practical significance of the research have a special place among the evaluation criteria.[2] They are abstracts of conference (congress, symposium), materials, a scientific journal. Students should have a stable idea about the typological characteristics of each of these types of scientific editions and their principal differences.

Stimulation of publication activity of students and visiting research events do not only promote the professional development of students, but also their overall development. After all, the regular cases allow to observed the following: many students do not understand their perspectives in the full extent and way forward in their preferences and they are therefore more interested in the acquisition of general knowledge and the development of their own abilities.

Student can work not only in the big science assistant. Referring to the content of the Permian leading scientific journals recommended by the Higher Attestation Commission of the Russian Federation for publication of the research results, it is possible to meet students among the authors. They, of course, are unique cases and they are very few. For example, in the journal "Bulletin of Perm State University. Series History" share of publications that have been prepared by students, equal to 3.1% of the total number of published articles in 2011; in the Journal of the same series of "Russian and foreign philology" in 2011 – 2.0%. [3]

Specific skills are very significant for organizations. They are distinguished from other, and skills of graduate that are associated with working in the specialty (and here they are ready to organize the corporate training of employees), but it is not imply his / her development, since development can motivate the employee to leave an enterprise, and even totally to change the sphere of professional activity.

METHODOLOGY

It was done a sociological research aimed to identify the detection development of publication activity by students and graduates from different universities and specialties. Research included yes-no questions, there was the opportunity to comment. Generally, survey was conducted at university and social network. The type of a questionnaire was the list of 3 questions: 1) Does your publication activity have an impact on the general cultural development? 2) Does your publication activity have an impact on the skills in the use of foreign languages? 3) Does your publication activity have an impact on the professional development?

The proof of a significant positive impact of publication activity was the main research problem. The main directions are personal development and professional competence.

In the course of the research, it was interviewed 100 respondents. The respondents are the students and graduates of TPU (Tomsk Polytechnic University), majoring in instrument - making, power engineering, TSU (Tomsk State University), majoring in psychology, publishing (department of philology), SUSU (South Ural State University), Chelyabinsk, majoring in hydraulic and pneumatic system (department of aerospace system), SSU (Sevastopol State University), majoring in electronic equipment, mechanical engineering technology, YSTU (Yaroslavl State Technical University), majoring in technology of metals. The respondents were of the age from 20 to 26, the average age of respondents was equal 22 years old.

ANALYSIS AND DISCUSSION

The first question was related to the publication activity impact on the general. As we can see from the Fig.1 most of respondents - 80% talked about significant cultural development. Quite often, the comment was that people obtain better understanding of the material during writing articles. In addition, publication activity promotes to development of communication skills and better structure of thinking.

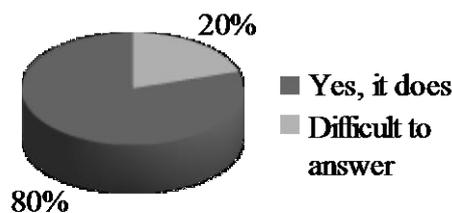


Fig.1. Diagram of results answer to the first question.

The next question was about the publication activity and its impact on the skills of foreign languages use. The Fig.2 shows that the knowledge of foreign languages (English, German) of 50 respondents (50%) have improved. 30 respondents (30%) do not have experience of publishing in foreign languages.

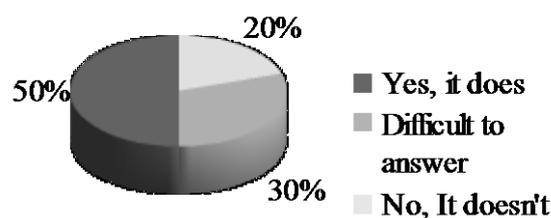


Fig. 2. Diagram of results answer to the second question.

The third question was dedicated toward publication activity and professional development. As we can see from the Fig.3, 30 respondents (30%) answered that this impact exists. They noted direct development of professional competencies, because they use research materials collected in the course of project work. 70 respondents (70%) did not answer this question, because they are unemployed or writing articles does not associate with their work.

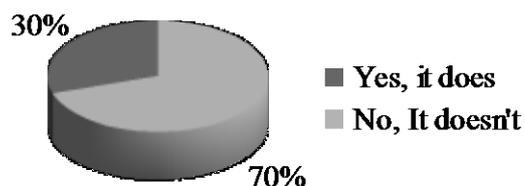


Fig. 3. Diagram of results answer to the third question.

CONCLUSION

Based on research, that includes 100 respondents from various universities in Russia it was revealed the following conclusion: the majority of respondents consider, that publication activity is an important stage on the way of personal, cultural and professional development.

Of course, students act only as co-authors in most works, but it does not diminish their merits.

Connecting students to basic research is quite appropriate mechanism for the implementation of scientific projects.

Subsequently, the student will be able easily realize himself when he will seek employment because he can communicate properly. Accordingly, the student will have a greater competitiveness, it is an indispensable advantage.

REFERENCES:

1. Bolonskij process: integracija Rossii v evropejskoe i mirovoe obrazovatel'noe prostranstvo / A.I. Gretchenko, A.A. Gretchenko. - M.: KNORUS, 2009. - 432 s.[Bologna Process: integration of Russia into the European and world educational space / A.I. Gretchenko, A.A. Gretchenko. - Moscow: KNORUS, 2009. - 432 p.]
2. Vuzovskaja nauka i ee otrazhenie v recenziruemyh stat'jah v mezhdunarodnyh indeksah citirovaniya kak ocenocnoe sredstvo i konkurentnoe preimushhestvo vuza // IV. Metodicheskoe i nauchnoe obespechenie obrazovatel'nogo processa. / I.Yu. Yurchenko - Ehkonomika, statistika i informatika: vestnik UMO №9. [High school science and its reflection in the peer-reviewed articles in international citation indices in the as estimated means and competitive advantage of higher education establishment.]
3. Uchastie studentov v fundamental'nyh nauchnyh issledovaniyah. // Sociologiya obrazovaniya / D.V. Shmuratko - Vysshee obrazovanie v Rossii № 11, 2013. [Student participation in the basic scientific research].

Scientific Supervisor: V.S. Ivanova, PhD, Associate Professor of precise instrument - making department.

РАЗВИТИЕ ЛИДЕРСКИХ КАЧЕСТВ И КОММУНИКАТИВНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ИНЖЕНЕРОВ ПОСРЕДСТВОМ ЗАНЯТИЯ СТУДЕНТАМИ КУРАТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

Х.Х. Абакумов

Томский политехнический университет

ИНК, ТПС, группа 1Б4В

Одной из основных стратегических целей Российской Федерации в области развития электроэнергетики на период до 2030 г. является внедрение, развитие и успешная эксплуатация инновационной системы в сфере энергетики для обеспечения российского топливно-энергетического комплекса высококачественными и высокоэффективными отечественными технологиями и оборудованием. К главным задачам в сфере электроэнергетики отнесена проблема создания интеллектуальных энергосистем и сетей нового поколения. Так же одним из пунктов осуществления концепции внедрения интеллектуальных энергосистем является подготовка высококвалифицированных специалистов в данной области [1].

Согласно проведенному анализу доступных вакансий на сайте hh.ru, в области электроэнергетики («инженер-энергетик»; «главный инженер-энергетик» и др.), наиболее востребованными компетенциями, помимо базовой профессиональной подготовки, являются: коммуникабельность, высокая адаптивность и лидерские качества.

Согласно основной образовательной программе 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленной на подготовку высококвалифицированных специалистов – магистров в области электроэнергетики и электротехники, выпускники должны обладать знаниями и практическими навыками в решении таких профессиональных задач, расчетно-проектная, проектно-конструкторская, научно-исследовательская, организационно-управленческая, и производственно-технологическая деятельность.[2] Для успешной реализации организационно-управленческой деятельности выпускники должны обладать набором общекультурных компетенций, в первую очередь, выражающиеся в наличии лидерских и коммуникативных качеств. Формирование и развитие таких компетенций поможет как быстро адаптироваться к любому коллективу, так и собрать, и сплотить собственную команду для эффективного решения вышеупомянутых профессиональных задач.

Существует много способов развития лидерских и коммуникативных качеств студентов в процессе обучения в ВУЗах. К таким способам можно отнести активное участие студентов в работе различных организаций студенческого самоуправления, например профком студентов и аспирантов, студенческие советы, стройотряды, старостат, волонтерские организации институт кураторства и другие. Рассмотрим более подробно занятие студентами кураторской деятельностью.

В Томском политехническом университете институт кураторства действует с 1903 года и за это время успел накопить огромный опыт в данной сфере деятельности [3].

Последние несколько лет помимо кураторов-преподавателей работают кураторы-студенты.

Основной целью студенческого кураторства является социальная и академическая адаптация студентов-первокурсников к университетской среде, направленная на создание и развитие общекультурных компетенций студентов [4].

Для начала следует отметить, что реализация студенческого кураторства невозможна в принудительном порядке. Из данного факта следует, что все студенты, принимающие участие в реализации данного проекта уже имеют активную жизненную позицию и готовы к активному самосовершенствованию и личностному развитию путем помощи в академической адаптации студентов первого курса к вузовской среде. Данная адаптация происходит в процессе активного общения первокурсников со своим студентом-куратором. Так же новоиспеченные студенты могут обсудить со своим студентом-куратором некоторые вопросы, которые они не хотят либо не могут обсудить со своим куратором-преподавателем.

Для того, чтобы студент-куратор мог в полной мере предоставить информацию, на интересующие его подопечных вопросы, он должен активно самосовершенствоваться, быть в курсе важных и востребованных в студенческой среде новостей. Данные действия активно развивают в студентах-кураторах коммуникабельность и заставляют адаптироваться к окружающей его и постоянно изменяющейся среде. Однако помимо информирования, студенты-кураторы организуют досуг, который способствует культурному обогащению, а так же выявлению и развитию у первокурсников общекультурных компетенций и различных полезных навыков, которые начинают формироваться на дисциплинах гуманитарного и социально-экономического модуля.

Студенты-кураторы академических групп первого курса совместно с куратором-преподавателем составляют план учебных (в рамках часов-кураторов) и вне учебных (походы на разного рода экскурсии, посещение музеев, выставок, дней открытых дверей клубов и т. д.) занятий. Эти действия развивают в студентах-кураторах как коммуникабельность так и лидерские качества, которые весьма востребованы на рынке труда.

Так же студенты-кураторы в рамках учебного плана проводят различные тренинги, направленные на развитие общекультурных компетенций студентов-первокурсников, их психологическую адаптацию, а так же формирование и развитие лидерских и многих других качеств. Во время проведения таких занятий студент-куратор так же приобретает и развивает в первую очередь педагогические и психологические компетенции, ораторские качества, а так же учится чувствовать коллектив, выявлять и решать текущие и возможные проблемы.

Сравнение развития компетенций у студентов-кураторов и курируемых студентов первого курса приведено в табл. 1.

Табл. 1. Развитие компетенций у студентов-кураторов и студентов первого

Деятельность	Студент-куратор		Курируемый первокурсник	
	Тип деятельности	Развитие компетенций	Тип деятельности	Развитие компетенций
Проведение тренингов	Планирование, проведение, анализ результатов	Лидерские качества, ораторские качества, адаптация к различным ситуациям в коллективе	Участие, анализ собственных возможностей, проблем, уязвимостей	Умение работать в команде, коммуникативные качества
Вне учебная деятельность (походы, экскурсии и др.)	Планирование, привлечение сторонних ресурсов, решение разного рода организационных задач	Лидерские качества, ораторские качества, работа с коллективом, общекультурное развитие	Участие, приобщение к активной культурной жизни.	Общекультурное развитие

Подготовка студентов-кураторов с психологом проходит с целью приобретения педагогических компетенций и обсуждения сложных ситуаций, возникающих в группах первокурсников. Студент-куратор взаимодействуя с группой способен выявлять и работать с проблемными студентами, оказывать посильную помощь в решении данных проблем и уделяет особое внимание процессу адаптации таких студентов.

Как и в любой организации студенческого самоуправления, в институте студенческого кураторства существует свой председатель, выбираемый из числа студентов-кураторов старшими студентами-кураторами, которые в свою так же назначаются путем голосования среди студентов-кураторов в каждом из подразделений Томского политехнического университета. Данные действия позволяют председателю и старшим студентам-кураторам приобрести опыт руководства, активно развивая навыки лидерства и приобретая дополнительные компетенции в плане коммуникабельности и адаптивности к различным условиям рабочей среды.

Таким образом, студент-куратор помогая в адаптации студентам первого курса, так же развивает собственные компетенции в области лидерства коммуникабельности и адаптивности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. PowerTec Russia // Электронный ресурс. Дата доступа 20.09.2016 г.

2. http://www.powertecrussia.com/PDF/Issue_06/5_MRSK%20Center%20Interview.pdf
3. Основная образовательная программа высшего профессионального образования. Направление 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» 2015 г.
4. История кураторской деятельности // Электронный ресурс. Дата доступа 20.09.2016 г.
5. http://portal.tpu.ru/departments/centre/csr/inst_kur/Tab
6. Е.Я. Бельская, О.С. Цветкова Студенческое кураторство как важная составляющая формирования и развития общекультурных компетенций будущего энергетика // Интеллектуальные энергосистемы: труды III Международного молодежного форума. В 3т. Томск 28 сентября -2 октября 2015г. Т.3.-Материалы III Международного форума «Интеллектуальные энергосистемы», 300 с.

Научный руководитель: В.С. Иванова, к.т.н, доцент ИНК ТПУ

ФОРМИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ШКОЛЬНИКОВ НА ЗАНЯТИЯХ В КОМПЬЮТЕРНОМ КЛАССЕ «GRAFF»

Ю.А. Подворчан

МАОУ ДО ДДТ «У Белого озера», г.Томск, педагог дополнительного образования. НИ ТПУ ИНК ФМПК, гр.1ГМ61

Во всем мире использование информационных технологий в различных сферах деятельности уже стало необходимой нормой и частью культуры. Обучение компьютерным технологиям является важным ресурсом для создания условий, способствующих эффективному управлению развитием технической творческой деятельности учащихся школы.

Новые информационные технологии, в свою очередь, вносят существенные изменения характера и содержания инженерной деятельности. На сегодняшний день «трендом» в сфере образования становится поддержка и развитие детского технического творчества, привлечение молодежи в научно-техническую сферу и повышение престижа научно-технических профессий.

Формирование инженерных компетенций является сложной задачей современного образования: квалифицированный сотрудник должен обладать не только профессиональными компетенциями, но и общекультурными, формировать которые необходимо, начиная со школьного возраста.

К инженерным компетенциям принято относить: анализ проблем (готовность к постановке, исследованию и анализу комплексных инженерных проблем; способность оценивать и отбирать необходимую информацию; способность применять необходимые теоретические и практические методы для анализа комплексных инженерных проблем); оценка инженерной деятельности; этика инженерной деятельности; коммуникативные навыки; ответственность за

инженерные решения; поиск и внедрение инноваций; обучение в течение всей жизни.[1]

Дополнительная общеразвивающая образовательная разноуровневая программа технической направленности «Graff-next», реализуемая в доме детского творчества «У Белого озера», является способом реализации такой цели как развитие творческих способностей детей и приобретение опыта самообразования средствами образовательной среды компьютерного класса.

Программа предполагает развитие познавательных способностей детей от «хочу играть» до «хочу развиваться», создает условия для развития личностных качеств учащихся.

Формирование общекультурных и предпрофессиональных компетенций происходит на каждом занятии. Обучение в компьютерном классе помогает решить некоторые задачи личностного роста, развить коммуникативные навыки, формирует любовь к техническому творчеству. Обучение дает возможность детям не только изучить программный материал, но и учит использовать компьютер как инструмент для реализации различных задач, помогает в профориентации.

Система занятий построена таким образом, чтобы воспитанник с первого занятия, независимо от уровня подготовки, мог включиться в техническое творчество.

Структура программы такова, что любой ребенок на любом этапе может включиться в образовательный процесс или выбрать направление работы по интересу. Для коллективной деятельности детей предусмотрен отдельный модуль, в рамках которого происходит сплочение коллектива, оформление кабинета, разработка и реализация самостоятельных творческих проектов, в рамках модели ДДТ «У Белого озера», и городской сетевой образовательной программы «Формула творчества». Для формирования навыков работы в коллективе, умения слушать и принимать чужое мнение, способности объединять ресурсы для достижения общей цели, предусматриваются комплексные, смешанные группы (как по возрастам, так и с другими объединениями ДДТ «У Белого озера»).

Используется несколько способов организации занятия:

1. Фронтальная.
2. Групповая.
3. Индивидуальная.
4. Дистанционная.

Реализация программы в учреждении дополнительного образования, позволяет использовать индивидуальный подход к каждому ребенку, вносит разнообразие в образовательный процесс за счет интерактивных форм обучения, технологий проектно-исследовательской, конструкторской деятельности, создает спектр возможностей для расширения образовательной среды, а главное, обеспечивает практическую направленность обучения.

Практическая направленность - прежде всего, формирование предметных компетенций в сфере графического дизайна, конструирования, моделирования, анимации, мультимедиа, видеомонтажа, допечатной подготовки материалов

и их оформления, Интернет-коммуникации, выраженных в конкретных и востребованных детьми и подростками продуктах: открытка родителям на Новый год, самостоятельно собранный и запрограммированный робот, приглашение друзьям на праздник, видеоролик собственного монтажа и с личным участием, подготовка школьных докладов и их сопровождение электронными презентациями, обработка и восстановление собственных фотографий, создание мультипликации и анимации, макетирование и верстка газеты с личными материалами и т. д.

О высоком уровне сформированности инженерных компетенций свидетельствуют результаты непрерывного мониторинга образовательного процесса различными методами, а так же достижения учащихся в конкурсах, творческих соревнованиях, различного уровня; успехи в проектно-исследовательской деятельности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Graduate Attributes and Professional Competencies, by International engineering alliance Электронный ресурс: <http://www.ieaagreements.org/IEA-Grad-Attr-Prof-Competencies.pdf> (ver.3, 21 June 2013).
2. Гафитулин М.С. Развитие творческого воображения: Из опыта работы со школьниками начальных классов: Метод. разработка по использованию элементов теории решения изобретательских задач в работе с детьми. – Фрунзе, 1990.
3. Кругликов Г.И., Симоненко В.Д., Цырлин М.Д. Основы технологического творчества: Книга для учителя. - М.: Народное образование, 1996.
4. Тихонов А.С Творческий потенциал учебного проектирования// Школа и производство. 1995 №1.

GREEN ENGINEERING IN FINNISH HIGHER EDUCATION

M. Batuev

Lappeenranta University of Technology, Environmental engineering

Nowadays, Finnish sustainable development programs are in a top of the most high-efficiency projects in the world. One of the main points of these prosperity are implementation of green economy and environmental technology into educational processes. Changes in life-cycle thinking are significant impact on sustainable development in every country. Educational process is an integral part of spreading the green economy agenda, it is considered to be one of the most important factors for increasing mentality, improving people's understanding and realizing the importance of environmental protection in everyday life.

Energy efficient society is the society of the nearest future in which energy is generated from renewable energy sources; this approach requires a new multidisciplinary education of engineers, managers and policy makers [1]. This education must

base on the 12 principles of Green engineering. Green engineering focuses on sustainability achievements through science and technology [2]. The 12 Principles of Green Engineering provide a skeleton for scientists and engineers to engage in designing new materials, products, processes, and systems for human health and the environment [3].

Finnish government (according to a National Commission on Sustainable Development and the latest strategy for sustainable development) has also implemented various projects on sustainable development since mid-1990s [4].

The guiding principles for national policies and measures on sustainable development in Finland are high-level political leadership, cross-ministerial guidance, policy coherence, long-term perspective, bottom-up planning, multi-stakeholder participation and continuous dialogue based on mutual learning and trust. In addition, a robust and timely follow-up and review mechanism, including the development and use of sustainable development indicators, has been an integral part of the Finnish model [4].

Extensive usage of natural resources and increased amounts of emissions into air and discharges to water and soil have led to significant environmental impact in many areas. Additionally, society is faced with challenges such as economic recession leading to loss of labor market. As a solution to these different challenges, the concepts of a green economy and green growth have been introduced by organizations such as UNEP and OECD. The transition to green economy produces various benefits, but, at the same time the transition is a long-term challenge and requires actions and essential technological, mental and system changes at all stages of society, including citizens, private companies, public sector and decision-makers.

Green economy based on safeguarding the functional capacity of natural resources, thus supporting their protection and sustainable use. Simultaneously, in a green economy society also remains dependent on ecosystem services, many of which are available free of charge. As in the current economic system these services do not have a market price and as a consequence they are often overexploited. For a more sustainable economic system, environmental extern factors should be taken into account more profound. Environmental side factors refer to the non renewable environmental effects of production and consumption that impact consumer utility and enterprise costs outside the market mechanism [5]. If environmental externalities and ecosystem services were taken into account from the life-cycle perspective, many of the green economy solutions that are currently considered too expensive would actually become profitable [6].

Supporting the 'free of charge' ecosystem services could also play a significant role in resisting poverty and supporting people with low incomes.

Estimation of ecosystem services has resulted in increasing attention and interest in the idea that investments in environmental technologies and sustaining biodiversity produce more benefits than costs. Many companies are also seeing this and investments in environmental issues are regarded more as an opportunity than mere costs. For example, the World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) has given guidelines for corporate ecosystem valuation to improve corporate decision-making [2].

Currently, there is no agreement on an analytical framework or a set of indicators to monitor green growth or green economy, although many of the various definitions that are currently used by international organizations have a lot in common. However, three types of benefits can be identified – environmental, economic and social. These cover a range of topics, including climate change mitigation, improving resource efficiency, reducing fossil fuel dependency, biodiversity; improving economic growth, productivity and competitiveness, and accelerated innovation, reducing environmentally induced health problems and risks, job creation and poverty reduction [7].

Global challenges and the call for green economies have drawn new attention to the use of forests and other biomass in the form of a so-called bioeconomy. To answer this challenge, the Finnish government has recently launched bioeconomy strategy (Finnish Bioeconomy Strategy 2014). According to this strategy, bioeconomy refers to an economy in which renewable natural resources are used to provide food, energy, products and services. The Finnish national strategy aims at promoting economic development and creation of new jobs, but also at combating the degradation of ecosystems.

Nowadays, Finnish sustainable development programmes are in a top of the most high-efficiency projects in the world. One of the main points of these prosperity are implementation of green economy and environmental technology into educational processes. Changes in life-cycle thinking are significant impact on sustainable development in every country. Educational process is an integral part of spreading the green economy agenda, it is considered to be one of the most important factors for increasing mentality, improving people's understanding and realizing the importance of environmental protection in everyday life.

According to Lappeenranta University of Technology(LUT) plan, university has different kind of eco-friendly programmes, which will essentially affect on green energy technology in the future.

The following list of projects are considered bellow:

1. REFLEX – Recycling carbon in a flexible competitive energy system

The main vision is to have a future energy system that is able to bind and recycle the atmospheric carbon that it releases, and where the operational flexibility of the system is delivered by different energy storage and demand response technologies. The resulting decarbonised energy system will not be carbon-free, but it will recycle atmospheric carbon by using it both as an energy carrier and as a valuable raw material.

The LUT research platform dealing with a decarbonised flexible energy system and business is an essential tool in the development of solutions and expertise required for making our future vision come true. REFLEX will research the energy transformation timeline, technological main components, sub-systems, and related business possibilities of the future decarbonised electricity-driven energy system. The research outcomes will boost the competitiveness of the Finnish and European energy industries.

At LUT, the platform brings together researchers from all LUT Schools with expertise supporting the creation of competence and solutions for the future energy

system. A well-operating REFLEX platform provides an opportunity to build world-class technological expertise at LUT and make us one of the world's top universities in the related field. The platform structure will also link ongoing projects and their researchers, who want to ensure a clean environment for future generations [8].

2. RED - Revealing emission discrepancies

The platform combines the monitoring of the atmosphere with the monitoring of the impact of business and industry on the environment.

RED provides tools to analyze the true environmental balance of companies and reveal discrepancies. We develop quantitative indicators to monitor the state of the world's waters and forests.

The ultimate goal is an online, weekly updated world map of greenhouse gas fluxes with sufficient uncertainty quantifications.

From households to businesses, the improved tools support informed decision-making that promotes a global sustainable transformation [9].

3. RE-SOURCE – Resource efficient production processes and value chains

Humanity needs to move from waste management to resource management – from the "take, make and dispose" approach to maximized resource utilization.

Re-source produces knowledge to develop novel processes for recovery, purification and manufacturing. We enable replacing oil-based compounds with bio-based ones in everyday products.

Re-source utilizes industrial side streams and waste, which compose a significant material source. For example, urban mining provides us an opportunity to recover precious metals from electronic waste.

The Finnish educational system trains the next generation of entrepreneurial problem-solvers who have a sense of responsible curiosity and who are willing and able to transform challenges into opportunities, seizing and shaping the business environment of tomorrow. Usage of state-of-the-art teaching methods committed to recognizing its environmental responsibility in all of its operations and to utilizing its cross-disciplinary research and teaching to reduce its environmental load.

Using Smart Grids is also a kind of green engineering. Tampere University of Technology (TUT) offers a two-year International Master's Degree Program in Electrical Engineering in one of the following areas: RF electronics, wireless communications and Smart Grids in electrical energy distribution [2].

In conclusion, the Finnish educational system trains the next generation of entrepreneurial problem-solvers who have a sense of responsible curiosity and who are willing and able to transform challenges into opportunities, seizing and shaping the business environment of tomorrow [2]. Usage of state-of-the-art teaching methods committed to recognizing its environmental responsibility in all of its operations and to utilizing its cross-disciplinary research and teaching to reduce its environmental load [10].

REFERENCES

1. http://www.legrand.com/EN/sustainable-development-description_12847.html

2. <http://www.lut.fi/web/en/research/platforms/re-source>
3. http://www.precaution.org/lib/08/prn_green_engineering.htm
4. <http://www.objectivemind.org/en/environment/russia/russias-environmental-problems/>
5. <https://sustainabledevelopment.un.org/hlpf/2016>
6. https://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable_business
7. https://ethree.com/public_projects/reflex.php
8. <http://www.lut.fi/web/en/research/platforms/reflex>
9. <http://www.lut.fi/web/en/research/platforms/red>
10. https://en.wikipedia.org/wiki/World_Business_Council_for_Sustainable_Development

ФЕСТИВАЛЬ СТРИТ-АРТА КАК СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ КРЕАТИВНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ИНЖЕНЕРОВ ДЛЯ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ

Е.А. Кирсанова, А.Д. Дмитриева
Томский политехнический университет
ИСГТ, ИФНТ

Аннотация

Рассматривается важность творческих компетенций в формировании креативности инженеров, как важной составляющей подготовки инженерных кадров инновационной экономики, основанной на NBIC технологиях. Формулируется предложение о создании межотраслевой регулярной площадки для развития данных компетенций через образовательную программу и стрит-арт фестиваль.

Ключевые слова: формирование инженерных компетенций, креативность инженерных кадров, стрит-арт (street art), инновационные проекты, НТТ.

Введение

Понимание необходимости развития научно-технического творчества, как одной из основ подготовки инженерных и научных кадров для инновационной экономики, привело к созданию новых национальных образовательных стратегий или корректировке старых образовательных парадигм в ряде стран [1]. Так в США последние 5 лет идет активное обсуждение необходимости включения в стратегию STEM-образования (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) новой компоненты «Arts» – «искусства» [2]. Разработчики отмечают важность формирования креативных компетенций у инженеров и ученых, работающих с высокими технологиями. При этом важным фактором, влияющим на развитие творческих компетенций у специалистов, является формирование особой креативной среды в коллективе. Таким образом, для развития инновационной экономики требуется создать среду, в которой приветствуется использование творческого подхода и поиск нестандартных решений, в результате чего будут рождаться качественно новые материальные и духовные ценности или объективно новые продукты.

Основная часть.

Известный американский экономист, автор теории конкурентных преимуществ, М. Портер выделяет ряд факторов, определяющих уровень инновационного потенциала страны, влияющего на возможность развития высокотехнологичной конкурентоспособной экономики. Среди выделяемых им факторов можно отметить «степень сложности местных потребителей и уровень их требовательности к инновационному компоненту покупаемой ими продукции» [3], поскольку именно высокий уровень потребителя стимулирует постоянные инновации производственного процесса и их распространение в обществе. Для того чтобы соответствовать высокому уровню требований потребителя, по мнению Портера, необходимо создание высокого уровня профессионального образования в области высоких технологий. При этом творчество (научное, художественное, техническое) становится обязательным компонентом образования на всех уровнях и неотъемлемой частью в формировании успешных экономик (где самой высокой является третья стадия развития экономики, называемой в английском *Innovation-driven*). Таким образом, при подготовке инженерных кадров инновационной экономики, ориентированной на высокотехнологичные отрасли/сектора (NBIC технологии), необходимо особое внимание уделять формированию у будущих специалистов креативных компетенций.

Национальные образовательные стратегии РФ также постулируют необходимость развития творческого потенциала в рамках инженерных специализаций. Но при этом до сих пор нет полноценно работающей всероссийской программы, формирующей творческие компетенции студентов и школьников. Научно-техническое творчество (НТТ) не входит в качестве обязательной компоненты в школьные или вузовские дисциплины. Также на данный момент сложно говорить об эффективной открытой креативной среде и публичного пространства популяризирующих НТТ. Безусловно, стоит отметить, что для популяризации НТТ придумываются разнообразные форматы и каналы трансляции. С недавнего времени большую популярность приобрели химически/физические шоу, открываются научно-популярные музеи и центры. Но формат репрезентации научно-технического творчества только через химическое/физическое шоу или музейное пространство не может быть, на наш взгляд, достаточным для популяризации НТТ, т.к. выступает в виде представления аудитории определенного набора стандартных манипуляций с химическими/физическими опытами или объектами, носит временный характер и не создает устойчивой (постоянной) открытой коммуникативной среды в городском пространстве. Безусловно, он обладает высокой степенью зрелищности и элементами интерактивности, что позволяет привлекать определенную часть детской и взрослой аудитории к занятиям техническим творчеством, но всё же не дает возможность показать собственные проекты в публичном пространстве города за пределами технических сообществ. Поэтому для популяризации научно-технического творчества, как основы для развития интереса к профессиям в области высоких технологий, необходимо использовать все возможные современные практики, обладающие высоким уровнем коммуникативности, интерактивности и быстрой трансформации/изменяемости.

Можно вспомнить художественные практики и формы, носившие в СССР наименование «наглядной пропаганды». Чаще всего это были монументальные росписи, мозаики, скульптурные композиции, славящие достижения советской науки (например, освоение космоса) и образ творца-ученого. Использование городского пространства становится здесь важным компонентом для коммуникации с горожанами, наглядной трансляции ценностных установок.

С середины 1990-х годов городские пространства захватывают художественные практики, получившие название стрит-арт (Street art). В настоящее время стрит-арт обладает обширным спектром различных средств выражения, начиная от настенных росписей (муралы), трафаретов, скотч-арта и заканчивая масштабными инсталляциями/скульптурами в городском пространстве. При этом, с каждым годом всё активнее использование новых технологий и материалов (светодиоды, люминофорные краски, проекторы и т.п.) в создании уличного искусства.

Одной из отличительных особенностей данных художественных практик является свободное, самостоятельное освоение городского пространства авторами, часто имеющее вид незаконной интервенции в городскую среду. Подобный подход оппонирует классической стратегии искусства в городской среде, как монументальных, долговечных комплексов, но дает возможность активному использованию городского пространства, как креативной, трансформирующейся площадки для коммуникации горожан и различных сообществ.

Поэтому мы предлагаем использовать именно технологичный стрит-арт, как форму для популяризации НТТ в городском пространстве через создание необычных, интерактивных, временных объектов, создаваемых совместными усилиями художников и студентов технологических профилей (а также школьников, посещающих профильные кружки). Методологически это будет осуществляться через стрит-арт фестиваль, использующий формат «хакатона».

Само слово «хакатон» – это термин, получившийся от сочетания двух слов: хакер и марафон. Сегодня хакатоны уже не относятся к хакерству, это просто «марафон представителей разных смежных профессий», где небольшие команды специалистов из разных областей (программисты, дизайнеры, менеджеры и т.д.) сообща работают над решением какой-либо проблемы. Обычно хакатоны длятся от одного дня до недели.

Описание мероприятия.

Формат «хакатон» предполагает совместную деятельность представителей творческих профессий и молодых ученых на протяжении одних суток фестиваля, которые являются самой активной фазой для генерирования и описания идей. За несколько дней до проведения этого события в рамках фестиваля проводятся лекции, мастер-классы, встречи и экскурсии по лабораториям ВУ-Зов по направлениям и реализованным проектам в тематике технологического стрит-арта и использования технологий в современном искусстве в целом. Итогом хакатона должно стать создание художественных объектов, расположенных в городском пространстве.

Преимущество стрит-арт фестиваля в формате хакатон:

Знакомство людей не смежных профессий (участники могут познакомиться друг с другом, обменяться знаниями и идеями или придумать совместный проект, над которым будут работать в дальнейшем). **Формирование сообщества.** Хакатоны помогают создавать сети талантливых и активных людей, заинтересованных в какой-либо теме или проблеме. **Креативный процесс работы и коллаборация.** На хакатоне у участников есть уникальная возможность поработать в свободном, удобном для них формате со специалистами из тех областей, с которыми они, возможно, никогда не пересекались. **Новые знания.** Формат хакатона предполагает, что участники постоянно сталкиваются с теми задачами, с которыми они не сталкивались прежде. Соответственно, обучение новому на хакатонах происходит очень быстро, и полученные знания тут же можно использовать на практике. Кроме того, вокруг находится много людей, которые могут помочь. Например, человек, находящийся рядом, может за 10 минут объяснить что-то, что потребовало бы просмотра целого видеокурса. **Реализация новых идей.** Являясь своего рода площадкой для экспериментов, хакатон позволяет придумывать и реализовывать совершенно новые идеи и проекты в таком современном ключе, как стрит-арт («уличное» искусство). Таким образом, улицы нашего города будут украшать инновационные объекты, сделанные со вкусом и по последнему слову науки и техники.

Выводы.

Для того, чтобы создать открытую креативную среду для формирования творческих компетенций у будущих молодых специалистов в области инновационных разработок, необходимо формирование интегративных площадок, в условиях которых возможно раскрытие творческого потенциала разных людей. Одна из самых современных и эффективных форм создания такой среды — это проведение ежегодного стрит-арт фестиваля, где можно результативно обучаться, интегрировать знания и подходы, и где над созданием объектов уличной среды, демонстрирующей новые технологии, совместно работают специалисты творческих и технических профессий. Методологически это осуществляется через три фазы (ступени) - предварительная подготовка, мозговой штурм/проектная работа в командах, реализация собственных проектов. Данная работа запланирована на базе ЦЗН «Склада ума» (ТПУ) с привлечением студентов технических специальностей ТПУ (в том числе кафедры промышленного дизайна), ТУСУРа, ТГАСУ и молодых художников.

Мы планируем проанализировать возможности стрит-арт фестиваля как формата, в рамках которого осуществимо развитие креативных компетенций инженера, поскольку стрит-арт, как набор практик реализуемых в городском пространстве, обладает рядом необходимых показателей: доступность, наглядность, интерактивность, использование современных технологий, нестандартные задачи и т.д.

Для анализа данного мероприятия мы запланировали качественные и количественные показатели, например, количество записавшихся на следующие мастер-классы по технологиям изготовления подобных объектов. Мы предполагаем, что данные объекты, формируя среду, вызывают интерес к инженерному искусству. В данном случае нам важно оценить интерес как один

из главных побудительных факторов формирующей инженерную компетенцию. А позже рассмотреть интерес к новому как маркер способности к изобретательству.

Таким образом, в рамках фестиваля мы формируем коллаборации внутри сообществ, изменяем городскую среду и формируем творческие компетенции, в том числе среди молодых людей с техническим складом мышления.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Подлесный С.А., Козлов А.В. Формирование компетенций в области генерирования новых идей – основа комплексной подготовки инженеров //Инженерное образование. -2013. -№ 13. - С. 6-11.
2. Фролов, А.В. Реформа инновационной системы США: от STEM к STEAM образованию //Alma mater (Вестник высшей школы). – 2013. - № 1. - С. 101-105.
3. Фролов, А.В. NBIC-технологии и направления их развития в США //Инновации.- 2013. - № 7. - С. 63-74.

INTERNATIONALIZATION OF EDUCATION IN RUSSIA: THE EXPERIENCE OF TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY AS VIEWED BY FOREIGN STUDENTS

A. Makushina¹

Ruhr-University Bochum, Bochum, Germany

Abstract. This article is devoted to the problems of internationalization of higher education in modern Russia. The paper shows the main tendencies of development in the field of internationalization of higher education system. The analysis of Russian and global research experience allow to state the need to intensify higher education internationalization research. It will contribute to more successful integration of Russian higher education system into international educational environment. The results of the research show the need to focus on those contradictory effects that initiate the process of internationalization of higher education in Russia in circumstances where there are no regional or federal strategies of internationalization.

1. Introduction

In research works devoted to the problems of innovative activity the greater attention is paid to the role played by universities in the context of national and regional innovative development.

The research highlights the further development of science-based economy, the expansion of knowledge sector and growing attention to the information of all activities. In their turn, universities also change their development strategy, creating new forms of participation in regional innovative development. Internationalization of higher education becomes one of the major trends in the development of modern universities. It was internationalization of higher education that largely determined

changes of ethnic composition among founders of companies, who works in global leading centers of innovative development.

For example, «many foreign-born entrepreneurs have begun turning their attention beyond US borders. An October 2012 study from the Kauffman Foundation found that from 1995 to 2005, 52 percent of all Silicon Valley companies had at least one immigrant founder or co-founder. Today, that figure is closer to 44 percent». (Toor A. Can Obama's immigration reform stop Silicon Valley's brain drain? As the US inches its way toward a more liberal visa policy, other countries are opening their doors//<http://www.theverge.com/2013/1/30/3932056/obama-startup-visa-immigration-reform-congress>).

The internationalization of education is becoming increasingly popular tendency in the development of national systems on higher education, not only in developed countries but also in Russia. The formation of this tendency can be traced in the activities of Russian universities, including leading Russian provincial universities such as Tomsk Polytechnic University.

According to "Innovative Development Strategy," adopted in Russia in 2011, the formation of innovative economy was announced as the purpose of Russian economy development. Achievement of this goal required to define new direction of the development of Russian higher education system, which includes the training of professionals, who think creatively and look up to innovative activity. However, they must have not only bare knowledge and skills to work in modern production, but also the desire and the aspiration to create new products, technologies, companies, production, and, finally, new economy of innovative type.

In this regard, the internationalization of higher education has become one of the most popular areas of development. Its ultimate goals are: integration of Russian universities into global educational environment, the increase of their competitiveness in international educational market and the inclusion into the number of world's leading centers of higher education, as well as income generation from foreign students and so on.

Currently in Russia there are no special programs (or strategies) on internationalization of higher education, not only at regional level, but also at national level. The absence of such programs is largely compensated for activity of some Russian universities that are developing university programs (strategies) on internationalization of higher education. In particular, at the end of 2015, Tomsk Polytechnic University (TPU) had prepared the project of "TPU Internationalization Strategy" and then, adopted it at the beginning of 2016.

The scale, covered by internationalization of higher education in Russia along with its impact on socio-economic and political development of constituent entities of the Russian Federation and the country as a whole bring up to date the need to detect and eliminate problems in the policy and practice of internationalization of higher education at all levels.

That is why the experience of Tomsk universities in the field of internationalization of Tomsk may be useful as it allows evaluating the effectiveness of employed approaches in the management of universities aimed at promotion of research activi-

ties and implementation of new competencies in their practice, as well as at the development of regional economy and labor market.

The results of this research will make a contribution to deeper understanding of higher education system functioning in the framework of regional innovative systems. The proposed conclusions may be integrated into national strategy of formation and functioning of higher education and innovation system in Russia.

The structure is as follows:

Section 1. Introduction and substantiation of the study;

Section 2. Theoretical background of the study;

Section 3. Impact of internationalization of higher education on innovative development of Tomsk region (through the example of Tomsk Polytechnic University)

Section 4. Summing up and making recommendations on the development of internationalization of higher education in Russia.

2. Results and discussion

The term "internationalization of higher education" was introduced in scientific research sphere in the early 1990s. Since that time, this term started to replace such terms as "international education" and "international cooperation" in scientific publications. The introduction of this term in scientific sphere was supposed to highlight considerable changes taking place in higher education. The change of terms showed the growing importance of international dimension in further development of higher education in the world. That is why one of the first problems in the research of processes of higher education internationalization, which was considered in scientific publications, was the problem of phenomenon definition. In 1992, S. Arum and J. Van de Water [1] proposed to understand by internationalization of higher education "various activities, programs and services that are carried out in the framework of international research, international educational exchanges and international technical collaboration." Different definition was suggested by J. Knight in 1994 [2]. She considered the internationalization of higher education as a "process of integration (inclusion) of international and intercultural aspects into the content of teaching, research and service functions of an institution (education)". Later, in 2003, J. Knight revised her definition, presenting it in another form, namely, as "the integration of international, intercultural or global aspects into purposes, functions and provision of post-secondary education" [3].

In 2002 M. Soderqvist [4] proposed to consider the internationalization of higher education as "a process of transition of national university into leading international institution of higher education with international access of management systems in all aspects of its operations in order to improve the quality of teaching and learning, as well as to achieve the desired level of competence.»

Numerous studies of internationalization of higher education contributed to the differentiation of the subject area. Hence, various forms of implementation of international cooperation were identified in this area. Researches of P.G Altbach., L.S. Lewis [5], L.K. Childress [6], J.L. Davies [7] and others are dedicated to consideration of these forms.

The development of the strategy of higher education internationalization is also relevant in Russia. This is especially important for those universities that aspire not

only to the leadership within national higher education system, but also to global leadership. A Russian study called "Internationalization of Higher Education: Trends, strategies, scenarios for the future" was published in 2009 (M.L. Àgranovich, I.V. Àrzhanova etc) [8]. This work presented possible scenarios for the development of higher education in Russia in the context of further extension of internationalization processes. However, since its publication geopolitical, economic, demographic, social and cultural contexts of internationalization development in Russia have undergone significant changes. This fact brings up to date the need for further research in this area.

Many authors focus on the relevance of the development of the strategy of higher education internationalization at the state level, as well as at certain regions of Russia, where most universities are actively involved in the process of internationalization of higher education. Among them it is possible to name V.Y. Kupriyanova-Ashina [9], who chalks out in her papers possible forms and directions of Russian higher education institutions participation in the process of internationalization of higher education. In particular, she points out the major economic, political and cultural aspects of innovation development, on which the internationalization of higher education may possibly render stimulating effect. They are:

1. Profit generation from international students, the diversification of regional economy as a result of the influx of foreign students;
2. Improvement of the quality of education and science could have a positive impact on innovative activity due to the development of joint programs of educational and research activities;
3. Development of regional labor market;
4. Investments in the development of regional economy of receiving country from foreign countries, which send their students to study in receiving country; creation of joint ventures.

In this article the influence of this process on innovative development of Tomsk region in these areas is shown through the example of Tomsk Polytechnic University in the field of higher education internationalization.

3. Methodology of the research

In this study, we consider one of the examples of innovative activity development in a particular region. The results of the activities of Tomsk Polytechnic University in the field of internationalization of education are analyzed; the impact of this process on the innovative development of Tomsk region is estimated.

One of the key methods of the study is the use of systematic approach, which creates conditions for the most complete picture of the whole variety of factors that have a significant impact on innovation.

The study is based on empirical data on the activities of Tomsk Polytechnic University in the field of internationalization of education (presented at <http://tpu.ru/> University official website), as well as data on investment activity of Tomsk region presented on the official web portal of Tomsk Region Administration (<http://tomsk.gov.ru/>), information about the activity of companies - residents of «Tomsk» - special economic zone of technology-innovative type

(http://www.russez.ru/disclosure_information/oao_oez_tvt_tomsk/), which includes the main companies of Tomsk region oriented on innovation.

Comparative method was used in the course of the study by which the authors correlated the data characterizing innovative activity of special economic zone and universities with development conditions of innovative center.

Impact of higher education internationalization on innovative development of Tomsk region (through the example of Tomsk Polytechnic university)

The activity of Tomsk Polytechnic University (TPU) in the field of higher education internationalization is actively developing since the early 1990s. However, during the Soviet period Tomsk Polytechnic University was preparing engineers for enterprises and companies of national republics, primarily of Kazakhstan. Nowadays this circumstance also determines the total number of foreign students, generally representatives from republics of former USSR studying at TPU. The best part of them is represented by citizens of the Republic of Kazakhstan.

This study covers the period of university activity in the field of internationalization from 2009 till 2015. The framework of this study is determined by the presence of empirical backgrounds, available for research.

Describing the scale of Tomsk Polytechnic University profit from foreign students it should be noted that official website of the University does not display complete information on the amount of income received from educational services provided to foreign students. For this reason, the results of this study can show only rough idea of its amount. In order to perform an assessment, we used two estimated figures - the number of foreign students studying at the University during the academic year and the amount of payment for education. The data on the number of foreign students studying at TPU are shown in Table 1.

Tab. 1. The change of foreign students' amount studying at TPU during the period from 2009 till 2015 year.

Academic year	the amount of student from countries of former USSR	the amount of students from other countries	Total amount	the amount of countries, where students came from
2009/2010	1464	638	2102	33
2010/2011	1463	671	2134	30
2011/1012	1933	789	2722	34
2012/2013	2224	939 (429)*	3163	39
2013/2014	2440	983 (469)*	3423	40
2014/2015	4063	1210	5273	32

*The data from "Report on self-study of National Research Tomsk Polytechnic University during the year 2014"

The payment for full-time educational programs in Russian language for foreign students in TPU varies from minimum of 1650 euros (according to the DD Bachelor program in collaboration with Chinese partners) to maximum of 3,300 euros (for Master's programs). The average payment for education is about 3000 euros. The payment for educational program taught in English varies from 2300 to 5000 euros.

The information on educational activities of TPU available for review does not give an idea of quantitative distribution of students in the areas of educational activities and payment volumes.

Currently, the average payment for foreign students of full-time education is 2463 euros per year (undergraduate program) and 2718 euros per year (master's programs). Let us assume that an international student (from non CIS countries) pays in average 2591 euros per year, and a student from CIS countries pays in average 122,000 rubles, in this case the total income from non CIS countries students during the period of 2014/1015 was about 3135000 euros, or about 185 million rubles (when euro exchange average rate against ruble was 59.15 during the period of 2014/2015). The total income from CIS countries students was 495 686 000 rubles. Altogether the total income from foreign students for 2014/2015 academic year could be about 680 million rubles.

The results of calculations allow us to state that the income from foreign students is becoming a very substantial part of the income of TPU, and it already amounts to 1/10 of TPU budget (in 2014 the budget amounted to 7.118 billion of rubles, where 680 million is foreign students driven income). TPU income from foreign students seems to be significant, especially in comparison with Tomsk municipal budget which in 2014 amounted to 5.53 billion of rubles.

Thus, we can say that the provision of foreign student's education has become one of the most important sources of TPU income, which means that it significantly influences the income of residents and the municipality of Tomsk.

However, this is only one side of the phenomenon, the other side is that the level of payment for foreign students education is extremely low and it does not exceed the level of prime cost, which in Russia is \$ 4000 - \$ 7000 as estimated [10]. Thus there is only reimbursement of cost for higher education on the part of Russian state budget. The benefit for the university and for region may be fattened by additional expenses of foreign students, which they make in the course of educational process: living and meal expenses, clothing and other goods and services. The estimation of the level of these costs is not possible yet.

The increase in the share of foreign students studying in Tomsk for the last 6-7 years may influence not only the income of Tomsk universities, or region's revenues as a whole, but also the demographic, socio-political and cultural situation. Nevertheless there are no special academic or regional programs on usage of foreign students' potential in the innovative development in Tomsk region.

To a large extent poor involvement of foreign students in innovative activity was determined by the peculiarities of Russian migration legislation. Only from the 1st January, 2014 legislation amendments was made according to which foreign students have the right to work on the territory of Russian Federation during their process of education. However, the lack of an effective program of innovative development in Tomsk region led to the deterioration of the situation on labor market and to the growth of job deficit. In accordance with the Order of the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation from 27.5.2015 №319n Tomsk region was included into the group of territories with the difficult situation on labor market in 2015.

Tomsk Polytechnic University, until quite recently, did not use the large number of foreign students as a potential to intensify their activities in the development of innovative enterprises. In the list of "Associated companies of TPU as of 31.12. 2013" there are no companies with foreign participation.

The increase in the share of foreign students in TPU has led to only one obvious positive result - the promotion of the university in global rankings. However, it is necessary to say that other results of internationalization are now of controversial nature.

4. Conclusion

With the help of performed analysis it is possible to say that nowadays it is necessary to intensify efforts on experience of higher education internationalization and on detection of mechanisms for its implementation. Internationalization of higher education is one of the key directions of integration of the Russian higher education system into international educational environment and its entrance into leading positions in global rankings. However, the efficiency of its results requires the implementation of considerable changes in social and economic life of Russian society.

Russia may have more positive results of internationalization, if this process is considered not only as a source of additional financial resources. Foreign students may present a source of enrichment of human capital of the state. Their activity can create conditions for a more intensive and innovative economic development of Russia. That is why it is necessary to make efforts in order to develop a comprehensive program of higher education internationalization, not only at the level of individual university or a region, but also at the level of a country.

REFERENCES

1. Arum S., Van de Water J. The Need for a Definition of International Education in US Universities. *Bridges to the Future: Strategies for internationalizing higher education*. Klasek C. B. (Ed.). Carbondale: Association of International Education Administrators. 1992. pp. 191–203.
2. Knight J. *Internationalisation: elements and checkpoints*. // Canadian Bureau for International Education. Ottawa. 1994. № 7.
3. Knight J. Updated internationalization definition. *International Higher Education*. 2003. 33. pp. 2–3.
4. Soderqvist M. *Internationalization and its management at higher education institutions: Applying conceptual, content, and discourse analysis*. Helsinki: Helsinki School of Economics. 2007.
5. Altbach P.G., Lewis L.S. (The academic profession in international perspective. Altbach P.G. *The International Academic Profession. Portraits of Fourteen Countries*. Princeton, NJ: The Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching, 1996. 3–48.
6. Childress L.K. *The twenty-first century university: Developing faculty engagement in internationalization*. New York, NY: Peter Lang. 2010.

7. Davies J.L. The shift from teaching to learning: Staff recruitment and careers development policies for the Universities of the twenty-first century. *Higher Education in Europe*. 1998. 23(3). 307–316.
8. Агранович М.Л. и др. Интернационализация высшего образования: тенденции, стратегии, сценарии будущего. Национальный фонд подготовки кадров (НФПК), М.: Логос, 2010 - 280с.
9. Куприянова-Ашина В., Чанг Жу Интернационализация высшего образования. Российские подходы // <http://www.intertrends.ru/thirty-third/Kupriyanova.pdf>
10. Loyalka P., Carnoy M., Froumin I., Dossani R., Tilak J. B., Yang Po Factors affecting the quality of engineering education in the four largest emerging economies. *Higher Education*. 2014. Vol. 68, Is. 6, pp 977–1004.

This research was conducted with the support from Russian Humanitarian Science Foundation (RHSF) 16-16-70006

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 8. Релейная защита, автоматика, электрооборудование электроэнергетических систем

Андреев М.В., Сулайманов А.О., Боровиков Ю.С. Проблема адекватности настройки устройств релейной защиты и пути её решения.....	3
Кладько А.А. Водно-растворный ограничитель тока короткого замыкания.....	7
Джононаев С.Г. О влиянии различных факторов на восстанавливавшие напряжения и вторичный ток дуга при однофазном автоматическом повторном включении воздушной линии сверхвысокого напряжения	9
Разживин И.А., Сулайманов А.О., Хлебов А.В. Использование гибридного моделирования для задач интеграции возобновляемых источников энергии в электроэнергетические системы	13
Печагина А.А., Космынина Н.М. Анализ систем возбуждения турбогенераторов.....	16
Ярмонов В.В., Космынина Н.М. Исследование затухания апериодической составляющей тока трехфазного короткого замыкания.....	19
Лебедев В.Д., Яблоков А.А. Разработка высоковольтных измерительных резистивных делителей цифровых трансформаторов напряжения	23
Рубан Н.Ю., Боровиков Ю.С., Андреев М.В. Исследование влияния переходных процессов в электроэнергетических системах на функционирование противоаварийной автоматики	27
Кабалин Д.А. Контроль изоляции вводов 500 кВ автотрансформаторов подстанции Означенное.....	30
Свечкарев С.В., Васильев А.С., Рыбакова М.В., Алехин Р.А., Valov В. Влияние настроек автоматического регулятора возбуждения на динамическую устойчивость энергосистемы	33
Кириленко А.В., Кац И.М. Сглаживание и оценка производных сигналов в устройствах противоаварийной автоматики, основанной на данных синхронизированных векторных измерений.....	38
Душечкин В.А. Анализ электрооборудования подстанции "Белозерная"41	
Мамаев А.А., Космынина Н.М. Исследование эксплуатационных режимов в программном продукте Power Factory	44
Чистихин А.А. Анализ схем релейной защиты силового трансформатора казанского нефтегазоконденсатного месторождения.....	48
Корчанова А.С. Об изменениях в нормативной документации по трансформаторам тока для релейной защиты	51

Жаркая Р.В., Андреев М.В., Сулайманов А.О. Исследование функционирования фильтра низких частот третьего порядка с использованием его математической модели.....	55
Ежиков Н.И., Желнина К.В. Самообучающаяся система защиты участка сети.....	59
Цой И.С., Космынина Н.М. Программа для выбора силового автотрансформатора	60
Жаныбек кызы Аида. Проектирование электрической части ТЭЦ.....	64
Кривоногова Д.К., Абеуов Р.Б. Разработка общих принципов построения многофункционального устройства делительной автоматики для энергорайонов с электростанциями малой мощности	71
Василенко А.С. Современное состояние Кемеровской ГРЭС	75
Шайдуллин А.Ш., Максимов В.В. Диагностика изоляции токоведущих частей электрооборудования методом тангенса угла диэлектрических потерь. 78	
Рахаев А.В. Модернизация комплекса автоматики предотвращения нарушения устойчивости подстанции 500 кВ.....	80
Долгинин В.В. Совершенствование систем противоаварийного управления	84
Зарудная А.П. Исследование двойных замыканий в кабельной сети 10 кВ в среде MATLAB/Simulink	88
Askarov A.B. Ruban N.Yu. Research of PSCAD software system opportunities for adequate simulation of automatic voltage regulators with forced control of synchronous generators	92
Кабалин Д.А. Защита батареи статических конденсаторов подстанции 500 кВ Означенное	96
Гарафутдинов Р.Р., Носкова А.В., Шварцман Е.Ю. Повышение надежности в сетях 6-35 кВ.....	99
Кувшинов Н.Е., Лизунов И.Н., Галяутдинов А.А. Разработка алгоритмов релейной защиты и автоматики для ЦСРЗАСИ	103
Багаутдинов И.З., Лизунов И.Н., Галяутдинов А.А. Структурные схемы централизованной системы релейной защиты и автоматики	106
Саубанов Р.И. Автоматический адаптер распознавания и исправления неправильного порядка чередования фаз в электрических сетях строительных площадок	110
Киреев П.С., Пилипенко А.В. Критерий оценки распознаваемости аварийных режимов за электрически удаленными объектами	111
Гареева Г.Р., Набиева Л.Ф. Методика расчёта характеристик композитного электромеханического датчика вибраций.....	115

Нагай И.В., Светогорова Н.А. Коррекция влияния переходного сопротивления токовых измерительных органов резервных защит.....	119
Каштанов А.И., Литвиненко М.С. Освещение бытовых помещений с помощью диодных светильников с одним трансформатором.....	123
Савенкова К.С. Разработка алгоритма программируемой автоматической частотной разгрузки	125
Добрягина О.А., Шадрикова Т.Ю., Шуин В.А. О влиянии переходных процессов при замыканиях на землю в кабельных сетях 6–10 кВ с изолированной нейтралью на устойчивость функционирования цифровых токовых защит нулевой последовательности	128
Секция 10. Научно-технический дискурс «Интеллектуальные энергосистемы»	
Sarazhakova D.A., Nizkodubov G.A. Abakan solar power plant analysis of prospects of using solar energy in Khakassia (Abakan solar power plant)	135
Makarov A.S., Sokolova E.Ya., Yushkov Yu. Electric discharge technologies.....	136
Kirienko V.A., Nizkodubov G.A. MPI and PVM systems.....	139
Zhdanova O.I. Extraction of the minerals on the Moon for provision mankind with energy for 10 000 years	140
Schmidt S.I. The problem of energy saving modern Crimea	141
Kozlov V.E., Nizkodubov G.A. Traverse electric drive of turning lathe.....	142
Дубиковская Б.С. Latest invention to protect our environment.....	143
Teuschakov K.O., Nizkodubov G.A. Commutatorless motors as a source of energy for drones	145
Shlykova A.O. Environmental problems	146
Ivanov D.A., Sokolova E.Ya. Case study of the “titanium valley” power supply.....	147
Shefer D.V., Nizkodubov G.A. The possibilities of Mars colonization	151
Пыас S.A. Solid-state thermoisotopic electricity generator based on black screens	152
Nechayev N.I. Electrical resonance.....	153
Деркач Е.А. Challenges facing electric vehicle adoption in russia	155
Pryakhin I.D., Nizkodubov G.A. Tram’s electric drive.....	157
Vergaskina M.A. The additive technology in nuclear power plants	157
Konusarov V., Sobinova L. Application of numerical methods in the study operational characteristics of the combustion chamber (pumping unit GPA-16U) at different loads	159

Konovalenkov K.I. Complex of technologies for the power-generating equipment eco-friendly shutdown.....	162
Nechupey I.A. Deformation in the rbmk graphite stacks	164
Osipov V.I., Larionov K.B., Sokolova E.Ya. The definition of activation energy of anthracite combustion	166
Savitskiy D.Y. Life cycle of nuclear power plants.....	170
Polovnikov D.I. Perceptron neural network. Potential way of use.....	171
Devyatkin M.I. Random perturbations in the properties of the reactor environment. Noise generator mathematical model.....	173
Borisov V.Y. Development of innovation methods by the affection at extreme impact on the basis of laser, nuclear and biological technologies	174
Маукова S.A. Methods for recycling of solid precipitate.....	176
Ерденев Д.М., Воробьева В.В. Development of solar photovoltaic energetics in russia	178
Волкова Д.В., Вайсблат Н.Э. Электронная база данных - средство мониторинга и повышения качества вырабатываемой электроэнергии	180
Gerdt S.E. Aerosols formation and alteration simulation in the primary heat carrier circuit of a npp's reactor during a hypothetical beyond design conditions accident involving fission products release.....	183
Ushakov A.S. Improving the reliability and safety of nuclear power plants .	184
Rozayev I.A., Odnokopylov G.I., Sokolova E.Ya. Algorithms of fault-tolerant control of switched-reluctance drive.....	186
Malyanova M.S. Associated petroleum gas treatment	190
Avazov A.R., Daminov I.B., Tarasova E.S. Pest analysis of smart metering market in russia.....	193
Tsoy I.S., Kosmylnina N.M. Program for the force autotransformer's choice	197
Vorobyov D.V., Kruglova A.V. The world of high technologies.....	202
Kovrizhnykh V.S., Krivitskiy K.A. Pipeline engineer as a modern occupation.....	203
Murashko D.I., Bogonenko I.V. How we can help our mother nature in the age of technologies.....	204
Abramova A.V., Klimovich Ya.A. Computer technologies and the future of the mankind	205
Avdeychyk Ya.A., Klimenko K.A. Drawbacks of technological progress ..	206
Andreychik L.V., Vodnev A.S. Evolution or involution: the role of high technologies in the modern world	207
Antashkevich I.Yu. Information technologies and the role of science in the modern society.....	208

Askerko M.V. Modern technologies and science	209
Kekeleva V.V. Modern technologies in our every-day life	210
Suraschenko D.N. Technische aspekte der kompakten gesteuerten freileitungen.....	211
¹ Lushkowi D.S., Romaschowa O.Ju. Die anwendungseffizienz der absorptionswärmepumpen für die wirtschaftlichkeitssteigerung der arbeit eines hkw	213
Tschuchmanov W.Ju. Facts: möglichkeiten und der aktuelle sachstand	216
Osmolovskaja M.M. Der windpark bard offshore 1: aufbau, störfälle, leistung.....	219
Zizer R.O. Der aufbau und das funktionsprinzip der kondensationsdampfturbine	220
Vajtovitsch V.A., Kobenko Ju.V. Der aktive blitzschutz	221
Serbina A.Ju., Kobenko Ju.V. Der biobelag auf elementen der hochspannungsisolation.....	222
Kusnezov V.V. Der relaisschutz im energiewesen	223
Schtscherbina B.Ju., Kobenko Ju.V. Das solare enrgiewesen und sein potenzial	225
Nujansin N.S., Janz Ju.G. Der selbststart von eigenbedarfsmotoren.....	226
Osipow W.W., Kostomarow P.I. Elektrofahrrzeug als umweltfreundliches verkehrsmittel.....	228
Babeewa T.S., Kostomarow P.I. Erarbeitung des automatisierungssystems der technischen kontrolle der elektrischen energie am beispiel des verteilungsobjektes	230
Malashenko M.S., Dakukina T.A. Die modellierung des prozesses des ununterbrochenen schmelzens des unorganischen rohstoffs mit dem weiteren ablauf der schmelze aus der zone der plasmaerwärmung	232
Suslenkova N.D., Janz Ju.G. Die auslastungskontrolle der synchronmaschinen gemäss der einfachen stromübertragung.....	234
Nurakowa G.O., Kostomarow P.I. Die rechnungsbewertung der aktivität von spaltprodukten während des normalen betriebs des gasgekühlten hochtemperaturreaktors	235
Ikkert A.A., Filin A.Ju. Gravitation solider mechanischer energiespeicher	237
Filin A.Ju. Die hybridanlage zur stromerzeugung	238
Sazonova D.D. Kenngrössen zur regelung einer windkraftanlage.....	239
Fröhlicher Torsten. Analyse d'un doseur synerlink	240
Julie Bollo. Gestion de projet dans le domaine du bâtiment.....	241
Francois Akar. Fonctionnement d'une étuve de production	243
Anthony Perez. Traitement des boues en station d'épuration.....	243

Baillet Linda. Principe d'un supercondensateur	244
Faillet Vallentin. Les differents types d'amorçage d'arc électrique	246
Секция 11. Методология формирования и оценки компетенций в подготовке инженеров в области Smart systems	
Белькова Т.А. Психологическая устойчивость в чрезвычайных ситуациях: совершенствование компетенции инженеров в безопасности	248
Смирнова Н.А., Шашков А.Б. Актуальные проблемы адаптации иностранных студентов в Российском вузе (на примере НИ ТПУ).....	251
Кузнецова Е.С., Шахова Т.С. Проблемы становления молодого ученого на примере Томского политехнического университета	256
Николаева А.А., Гашевская А.С. Проблема подготовки инженеров-химиков.....	260
Моисеева Ю.А., Цивелев К.В. Перспективы развития тестовой системы оценивания знаний студентов	264
Шестакова А.В., Пургина Д.В. Актуальные проблемы подготовки инженеров в современном вузе.....	268
Джабиев О.А., Пономарева А.В. Решение проблемы подготовки инженеров нефтегазовой отрасли на базе «Центра подготовки и переподготовки специалистов нефтегазового дела Heriot Watt»	273
Джамбаев М.Т. Проблемы формирования профессиональных компетенций инженеров-экологов.....	277
Билялов А.А. Проблема гуманизации инженерного образования в России	282
Мустафина Д.Б. Анализ влияния работы по специальности студентов выпускных курсов на формирование профессиональных компетенций бакалавров	284
Maksimova E.I., Ardashkin I.V. Methods of estimating the interdisciplinary competencies of a developer of intelligent power lines design systems.....	288
Прямушко Т.С. Этическая составляющая инженерной деятельности в контексте проблемы создания новых технологий	292
Боровикова Я.С., Полторанина А.П. Гуманизация инженерного образования в условиях современного общества	295
Лукьянов А.Е., Фисенко Д.В. Эмоциональный интеллект в формировании профессиональных компетенций инженеров.....	299
Спиридонова Т.И. Проблема роста научного знания.....	301
Борухина (Бейм) К.О. Профессиональные компетенции инженеров в области интеллектуальных энергосистем и способы их формирования.....	305
Vasilchenko R.A., Kozhevnikov P.V. Self-presentation as an important component of the modern graduate.....	309

Затонов И.А. Нужны ли общекультурные компетенции современному инженеру?.....	312
Абраменко Н.С. Разработка учебно-лабораторного стенда нового поколения для проведения занятий в рамках дисциплины «Безопасность жизнедеятельности».....	316
Фрянова К.О. Оценка сформированности экологических компетенций в подготовке будущих энергетиков.....	320
Brazovskaya O.E., Bleikher O.V., Ageeva V.V. Development trends for engineering education in the sphere of smart grids: interdisciplinary approach	322
Гирфанова К.А., Черемисина Харпер И.А., Качалов Н.А., Токмашев Д.М. Developing deep learning competencies in engineering education.....	326
Колесова О.К., Ялакова Д.В. Формирование IT-компетентности с помощью современного высшего образования.....	330
Betenekova N.V., Vasil'chenko R.A., Rud'kovskij D.N. Development of cultural and professional competences by the student's publishing activity	334
Абакумов Х.Х. Развитие лидерских качеств и коммуникативных компетенций инженеров посредством занятия студентами кураторской деятельностью.....	338
Подворчан Ю.А. Формирование инженерных компетенций школьников на занятиях в компьютерном классе «GRAFF»	341
Batuev M. Green Engineering in Finnish higher education.....	343
Кирсанова Е.А., Дмитриева А.Д. Фестиваль стрит-арта как способ формирования креативных компетенций инженеров для инновационной экономики.....	347
Makushina A. Internationalization of education in Russia: the experience of Tomsk Polytechnic University as viewed by foreign students	351

