

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 0,38 КВ С УЧЕТОМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА НАПРЯЖЕНИЯ И ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Бобровский С.С., Курманова Г.Ю.– студенты группы Э-04,
Компанеев Б.С. – к.т.н., ст. преподаватель

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

По мере обеспечения безопасности у нас улучшаются другие параметры электроснабжения такие как качество и экономичность. Поэтому окончательный выбор варианта системы электроснабжения должен производиться с учетом всех показателей.

Варианты систем электроснабжения должны обеспечивать требуемый уровень безопасности, а производить сравнение вариантов необходимо по экономическим показателям, учитывая расходы на эксплуатацию, различные затраты из-за изменения качества ЭЭ и эксплуатационных издержек.

Для того чтобы установить характер изменения эксплуатационных издержек в следствии модифицирования системы электроснабжения для обеспечения требуемого уровня безопасности, воспользуемся расчетной схемой электроснабжения сельскохозяйственного объекта. Схема объекта представлена на рисунке 1, при этом рассмотрим варианты различной мощности трансформатора, длины и сечения ВЛ 0,38 кВ. Расчетные параметры исходного варианта схемы электроснабжения и электрической защиты представлены в таблице 1.

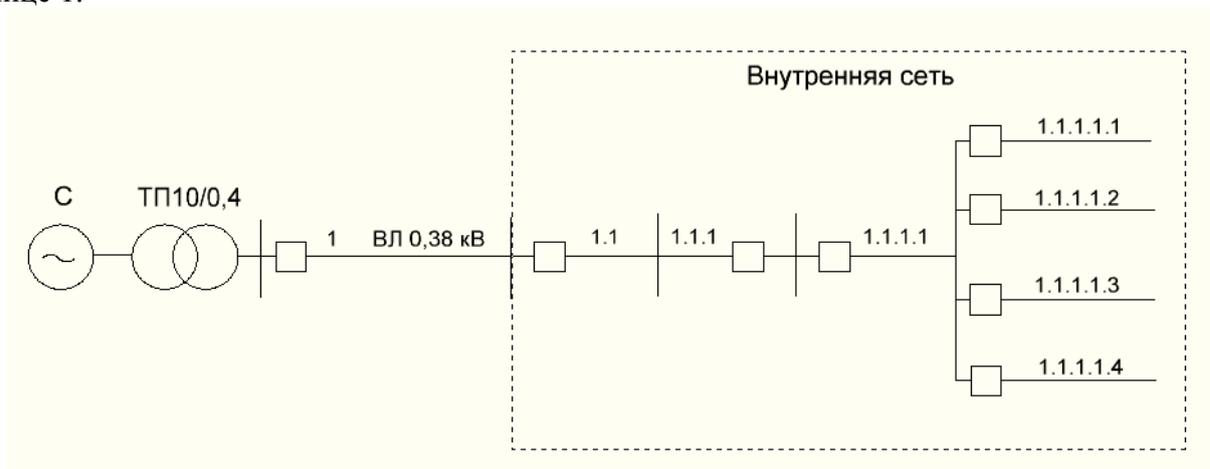


Рисунок 1 – Расчетная схема электроснабжения и электрической защиты сельскохозяйственного объекта

Таблица 1 – Расчетные параметры для исходного варианта схемы электроснабжения и электрической защиты

Топологическая координата	Протяженность участка, м	Марка провода	Сечение проводника, мм ²	Применяемые аппараты защиты
1	100	А	50	ВА57-31 на 100А
1.1	15	АПВ	10	НПН2-60 на 63А
1.1.1	0,5	АПВ	10	АЕ2046 на 31,5 А
1.1.1.1	15	АПВ	4	АЕ2046 на 25 А
1.1.1.1.1	25	АПВ	2,5	АЕ2046 на 12,5 А
1.1.1.1.2	30	АПВ	2,5	АЕ2046 на 12,5 А
1.1.1.1.3	35	АПВ	2,5	АЕ2046 на 12,5 А
1.1.1.1.4	40	АПВ	2,5	АЕ2046 на 12,5 А

Данные для различных вариантов исполнения системы электроснабжения о потерях напряжения в ЛЭП 0,38 кВ, о потерях электроэнергии в ЛЭП 0,38 кВ и КТП 10/0,4, об отклонениях напряжения в ЛЭП 0,38 кВ – как одной из главных характеристик качества электроснабжения в сельских сетях, представлены в таблице 2

Таблица 2 - Отклонение напряжения и потери электроэнергии в ЛЭП и КТП, удаленность объекта 500 м

Мощность трансформатора, кВА	Сечение ВЛ 0,38 кВ, мм ²	Потеря напряжения ВЛ 0,38 кВ ΔU_{ϕ} В	Отклонение напряжения от номинального, %U	Потери электроэнергии в ЛЭП, (кВт·ч)	Потери электроэнергии в КТП 10/0,4 (кВт·ч)	Общие потери (кВт·ч)
160	50	17,57	4,62	1714	3309	5023
160	70	13,73	3,61	1226	3309	4535
160	95	11,29	2,97	916,8	3309	4225,8
250	50	17,57	4,62	1714	4592	6306
250	70	13,73	3,61	1226	4592	5818
250	95	11,29	2,97	916,8	4592	5508,8
400	50	17,57	4,62	1714	5839	7553
400	70	13,73	3,61	1226	5839	7065
400	95	11,29	2,97	916,8	5839	6755,8
630	50	17,57	4,62	1714	7366	9080
630	70	13,73	3,61	1226	7366	8592
630	95	11,29	2,97	916,8	7366	8282,8

Данные о стоимости реконструкции и эксплуатационных издержках различных вариантов исполнения системы электроснабжения, а также их сравнение с базовым вариантом представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнение приведенных затрат

Мощность трансформатора, кВА	Сечение ВЛ 0,38 кВ, мм ²	Стоимость реконструкции ВЛ и ТП, тыс. руб.	Эксплуатационные издержки, тыс. руб.	Приведенные затраты З, тыс. руб.	Изменение приведенных затрат ΔZ , тыс. руб.
Удаленность объекта 100 метров					
160	50	539	46,9	111,58	0
160	70	547	47,0	112,64	1,06
160	95	553	47,1	113,46	1,88
250	50	817	73,7	171,74	60,16
250	70	824	73,8	172,68	61,1
250	95	830	73,9	173,5	61,92
400	50	1070	95,4	223,8	112,22
400	70	1078	95,4	224,76	113,18
400	95	1084	95,5	225,58	114
630	50	1542	133,7	318,74	207,16
630	70	1550	133,6	319,6	208,02

Окончание таблицы 3

Мощность трансформатора, кВА	Сечение ВЛ 0,38 кВ, мм ²	Стоимость реконструкции ВЛ и ТП, тыс. руб.	Эксплуатационные издержки, тыс. руб.	Приведенные затраты З, тыс. руб.	Изменение приведенных затрат ΔЗ, тыс. руб.
630	95	1556	133,8	320,52	208,94
Удаленность объекта 500 метров					
160	50	714	57,4	143,08	31,5
160	70	752	57,6	147,84	36,26
160	95	782	58,2	152,04	40,46
250	50	992	84,2	203,24	91,66
250	70	1029	84,4	207,88	96,3
250	95	1060	85,0	212,2	100,62
400	50	1246	105,8	255,32	143,74
400	70	1283	106,0	259,96	148,38
400	95	1313	106,5	264,06	152,48
630	50	1717	144,1	350,14	238,56
630	70	1755	144,3	354,9	243,32
630	95	1785	144,8	359	247,42

Данные в таблице 3 показывают, что при увеличении сечения ВЛ 0,38 кВ, вариант имеет меньшие потери электроэнергии, что приводит к уменьшению эксплуатационных издержек и общей стоимости реконструкции системы электроснабжения.

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 0,38 кВ

Граф Д.В., Ганеян О.А. – студенты группы Э-03, Компанеев Б.С. – к.т.н.

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В настоящее время по-прежнему актуальной остается проблема обеспечения электрической и пожарной безопасности электроустановок напряжением до 1000 В, как в городах, так и в агропромышленном комплексе (АПК). Весомую долю пожаров (более 20 %) составляют пожары от электротехнических причин (электропожары).

В 2014 году в Российской Федерации произошло 152 638 пожаров, при которых погибли 10 183 человека и 1 043 человека получили травмы. Огнем уничтожило 41 434 строения. Прямой материальный ущерб составил 16 498 млн. руб. [1].

Такая картина в значительной степени обуславливается высокой изношенностью оборудования, процент износа ВЛ и КЛ 0,38-20 кВ составляет более 65%. За год в среднем происходит 25 аварийных отключений на 100 км воздушных линий и 10 отключений на 100 км кабельной линии. При этом среднее время восстановления одного отказа составляет 2 часа [2].

До 70 % электропожаров вызываются короткими замыканиями (КЗ). При этом наиболее пожароопасным видом электротехнических изделий являются электропровода.

Для автоматического отключения питания при неисправности электроустановки широко используются предохранители и автоматические выключатели, в функции которых входит не только защита от аварийных режимов, но и предупреждение электропоражений людей и животных. Однако многолетний опыт эксплуатации электроустановок в сетях 0,38 кВ

показал низкую эффективность такой защиты в части предупреждения электропожаров, обеспечения электробезопасности и надежности электроснабжения, это же подтверждается приведенными статистическими данными.

Если токи КЗ на объекте имеют малую кратность по отношению к параметрам срабатывания электрической защиты – предохранителей и автоматических выключателей, то это приводит к увеличению времени существования в сети опасных аварийных режимов и создает возможность возникновения пожаров даже при условии соответствия системы защиты нормируемым требованиям.

Вместе с тем, при значительных величинах токов КЗ не смотря на своевременное срабатывание аппаратов защиты перегор электропроводки неизбежен. Это связано с тем что проводник подвергается высокому тепловому воздействию вызванному протеканием высоких токов КЗ.

Поэтому величина тока КЗ замыкания на объекте должна находиться в определенном диапазоне и не должна быть, слишком большой или слишком малой. В этом случае работа защиты будет эффективной.

Для оценки пожарной безопасности на объекте используется программный комплекс «СКЭД -380» разработанный в Алтайском государственном техническом университете им. И.И Ползунова.

Рассмотрим влияние различного уровня токов КЗ объекта на уровень пожарной опасности, для этого рассмотрим ситуацию на примере системы электроснабжения котельной.

Принципиальная схема электроснабжения, параметры линий и электрической защиты представлены на рисунке 1.

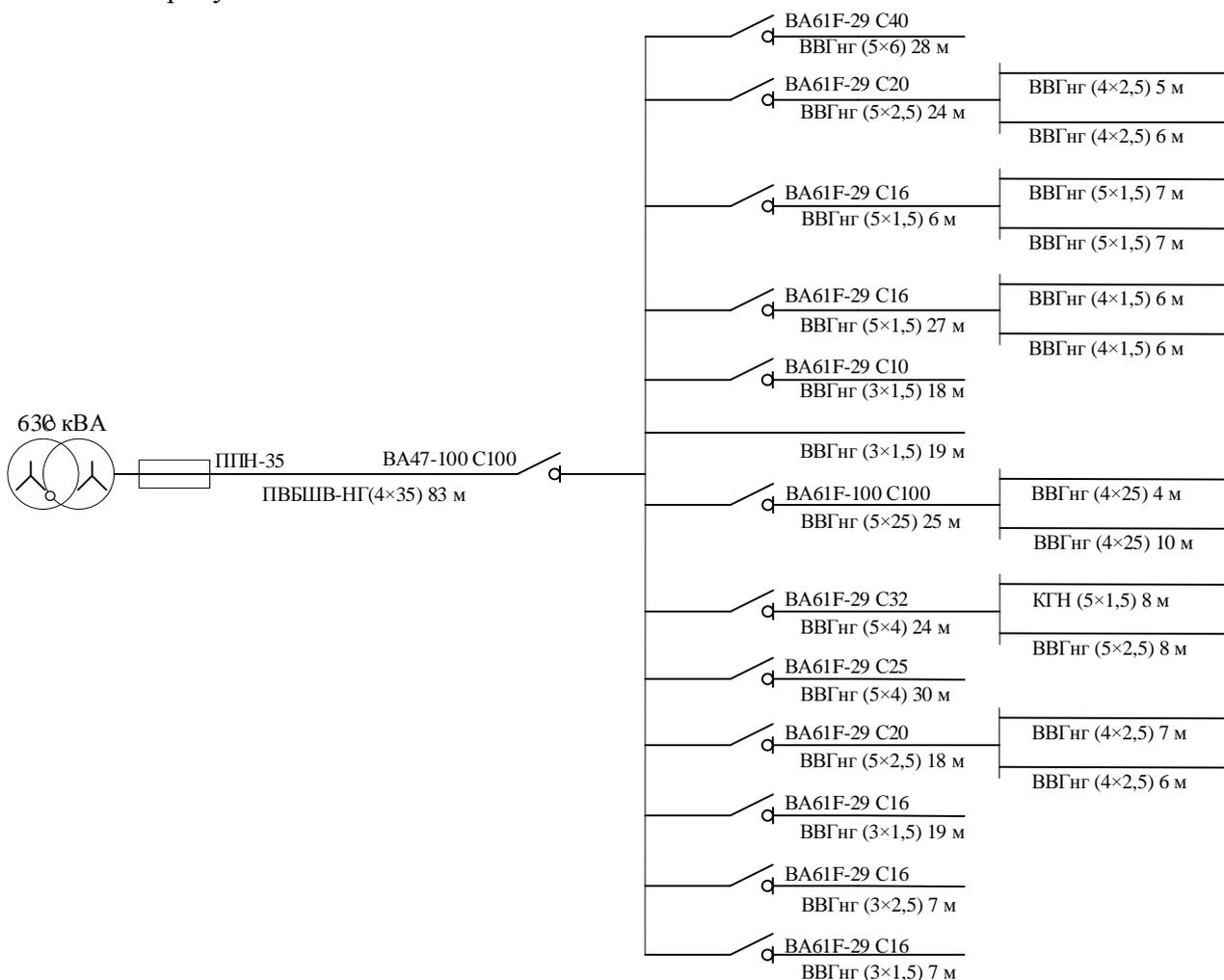


Рисунок 1 – Схема электроснабжения котельной

Для определения допустимого уровня токов КЗ рассмотрим ситуации когда на данном объекте будет создаваться опасная ситуация из-за малой величины тока КЗ и когда на объекте опасная ситуация будет создаваться в следствии чрезмерных токов КЗ, такая ситуация возможна при различной протяженности и сечения питающих линий, в следствии расположения объекта относительно питающей подстанции, и мощности трансформатора.

В таблицах 1 – 3 представлены данные по расчету пожарной опасности на характерных участках объекта при различных уровнях тока КЗ на вводе.

Таблица 1 - Показатели пожарной опасности при высоких значениях токов КЗ

Коэффициенты незащищенности участков сети				
Топологическая координата	Для 1-ф КЗ	Для 2-ф КЗ	Для 3-ф КЗ	Для ОЗК
1.1	0	0,94	0,98	0
1.2	0,18	0,86	0,86	0,18
1.4	0,38	0,86	0,86	0,38
1.4.1	0	0	0	0
1.5	0,42	0,9	0,94	0,42

Таблица 2 - Показатели пожарной опасности при малых значениях токов КЗ

Коэффициенты незащищенности участков сети				
Топологическая координата	Для 1-ф КЗ	Для 2-ф КЗ	Для 3-ф КЗ	Для ОЗК
1.1	1	0	0	1
1.2	0,34	0	0	0,34
1.4	0,14	0	0	0,14
1.4.1	1	0	0	1
1.5	0	0	0	0

Таблица 3 - Показатели пожарной опасности при средних значениях токов КЗ

Коэффициенты незащищенности участков сети				
Топологическая координата	Для 1-ф КЗ	Для 2-ф КЗ	Для 3-ф КЗ	Для ОЗК
1.1	0	0	0	0
1.2	0	0	0	0
1.4	0	0	0	0
1.4.1	0	0	0	0
1.5	0	0	0	0

По результатам проведённых расчётов можно сделать вывод, что при значениях тока трехфазного КЗ на вводе объекта на уровне 3 751 А наблюдается высокая опасность двух- и трехфазных КЗ, при этом опасность однофазного КЗ находится на сравнительно низком уровне. При значениях токов КЗ 373 А наблюдается напротив резкое увеличение опасности однофазного КЗ при отсутствии пожарной опасности других видов КЗ. Существует значение токов КЗ на вводе в объект, 891А, при котором опасность всех видов КЗ на представленных участках сходит на нет.

Результаты расчетов показателей пожарной опасности для различных видов КЗ на объекте в целом представлены на рисунке 2.

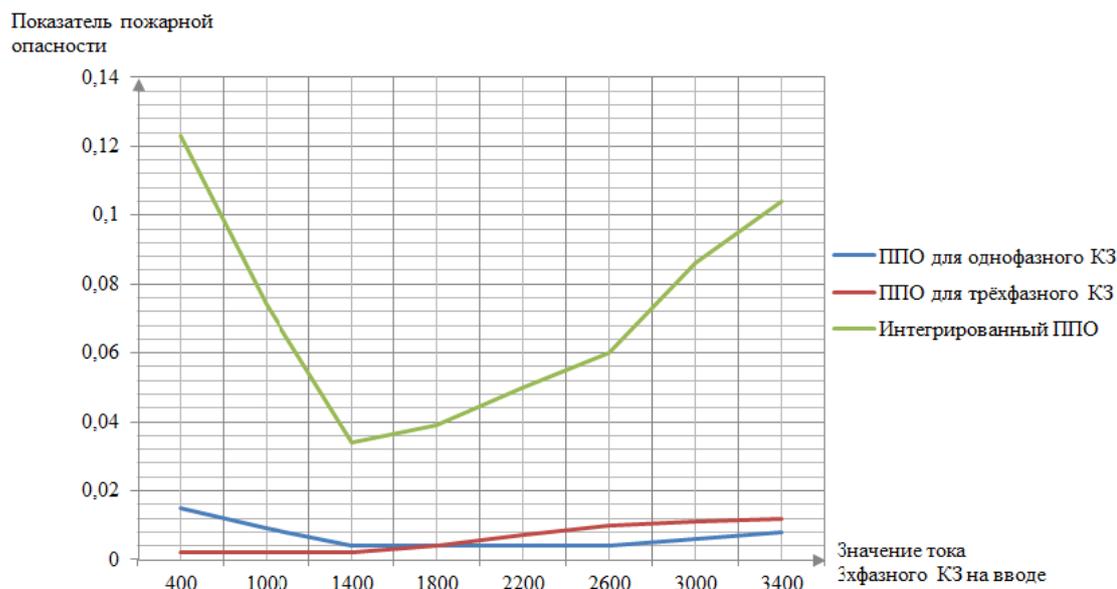


Рисунок 2 – График зависимости показателей пожарной опасности от величины тока трёхфазного КЗ на вводе

На рисунке наглядно видно снижение всех показателей пожарной опасности при значениях тока КЗ на вводе в диапазоне от 1350 до 1850 А. При этом при снижении тока КЗ ниже этого диапазона наблюдается возрастание опасности однофазных КЗ, а при увеличении тока растет опасность трёхфазных КЗ.

Список использованной литературы

1. Статистика сведения о пожарах и их последствиях [Электронный ресурс]. - Электрон.текст.дан. – Режим доступа: http://www.mchs.gov.ru/activities/stats/Pozhari/2014_god/Svedenija_o_chrezvichajnih_situacijah_i Загл. с экрана.
2. Шеметов А.Н. Надежность электроснабжения: учебное пособие для студентов специальности 140211 «Электроснабжение». – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2006. – 125 с.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ» В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОЙ ЗАСТРОЙКИ

Золотарев А. – студент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В современных зданиях, оснащённых сложными системами жизнеобеспечения, потребляющими большое количество тепловой и электрической энергии, энергосбережение стало насущной потребностью. Ведь для поддержания необходимых комфортных условий, в соответствии с действующими санитарными нормами, можно затрачивать гораздо меньше энергии, чем это обычно происходит. Поэтому “умная” система автоматизации может и должна решать задачу экономии энергии, но не в ущерб комфортным условиям. Достичь экономии можно, лишь выполнив основное условие: подавать энергию в помещение в строгом соответствии с фактической потребностью. Расточительность дорого обходится. К зданию подводятся электричество, тепло и вода, которые затем распределяются и потребляются внутри здания в системах отопления и горячего водоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха, освещения и других системах. Энергетические характеристики здания определяются фактически потребляемым или расчетным количеством энергии,

необходимым для различных систем жизнеобеспечения. Оценку качества здания по энергоэффективности можно сделать, основываясь на уровне автоматизации инженерных систем. Чем выше уровень автоматизации, тем больше возможность извлечь резервы экономии энергии в инженерных системах. Чем энергоэкономичнее работают инженерные системы, тем выше уровень энергоэффективности здания в целом. [1]

Разработка автоматизированной системы управления включает в себя:

1. Подача энергии потребителям с учетом фактически потребляемой.
2. Частотное регулирование электроприводов насосов, вентиляторов.
3. Оптимизация и автоматизация включения и отключения систем.
4. Снижение уровня комфорта в пустом помещении.
5. Учёт инерционности здания.
6. Реализация системы мониторинга потребления ресурсов каждой системы.

Структурная схема автоматизированной системы «умный дом» приведена на рисунке 1.

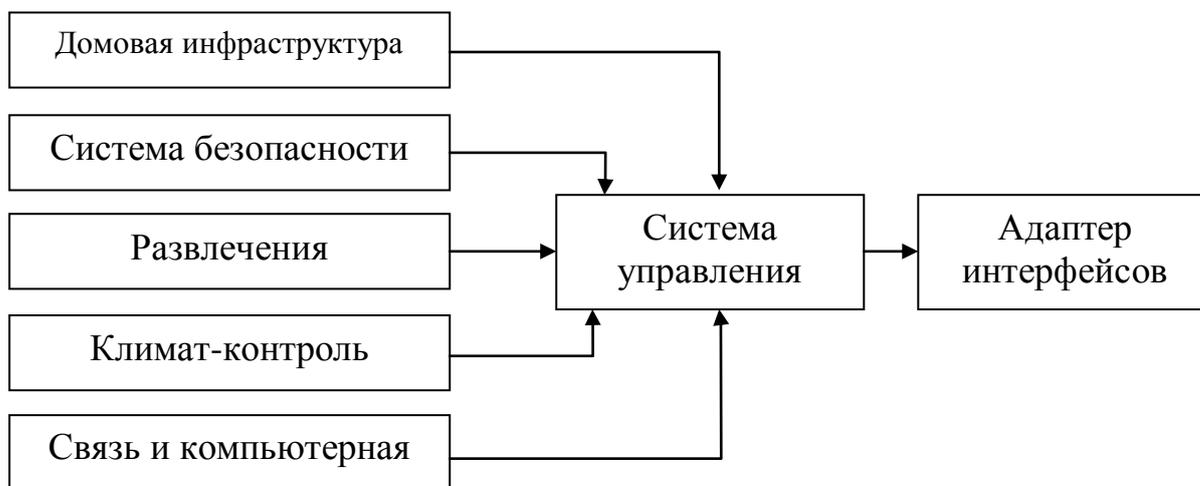


Рисунок 1 – Структурная схема автоматизированной системы «умный дом»

Компоненты с помощью которых осуществляется экономия и комфорт при автоматизации здания представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Компоненты системы «Умный дом»

Наименование системы	Возможности системы
Климат (вентиляция, кондиционирование, отопление)	а) Зональное управление б) Режимы зима-лето в) Включение зонального климат-контроля в единую систему г) Удаленное управление д) Взаимоисключение одновременной работы систем подогрева и охлаждения
Свет и электрические нагрузки	а) Управление светом пультом дистанционного управления б) Имитация присутствия в доме в) Световое настроение помещения г) Управление освещением в режиме сценария (всё включено – всё выключено) д) Централизованное отключение групп розеток
Охранная сигнализация и система	а) Удаленное видеонаблюдение за состоянием дома б) Охранный сценарий «никого нет дома»

пожаротушения	в) Мониторинг состояния датчиков г) Дистанционная постановка на сигнализацию д) СМС оповещения е) Отключение потребителей электроэнергии в режиме пожаротушения
Связь, управление замком	а) Трансляция звонка во всех помещениях б) СМС оповещение о визите, в случае отсутствия хозяина в) открытие замка устройствами управления домом
Связь и оповещения	а) СМС управление некоторыми параметрами б) СМС оповещение о событиях в доме

Система автоматизации должна обеспечить минимально необходимое потребление энергии и расход средств на эксплуатацию без снижения комфортных условий в здании. Такие функции, как мониторинг энергопотребления, анализ энергопотребления и оптимизация энергопотребления, должны стать неотъемлемой частью системы автоматизации интеллектуального здания.

Система автоматизации должна подбираться индивидуально для каждого здания и осуществлять процесс максимально возможного повышения энергоэффективности. При этом владельцы зданий должны получать:

1. Снижение затрат на энергию и обслуживание.
2. Постоянные комфортные условия в помещениях.
3. Повышение надёжности и эффективности технического оборудования.
4. Продление срока службы технического оборудования.
5. Повышение компетентности обслуживающего персонала.
6. Облегчение работы обслуживающего персонала.

Автоматизация зданий – важный инструмент в борьбе с нерациональным использованием энергоресурсов, загрязнением окружающей среды и глобальным потеплением.[2]

Максимальный для человека комфорт в здании должен поддерживаться максимально возможным экономичным способом.

Использованные литературные источники

1. Комфорт и энергосбережение в зданиях [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://buildingtechnologies.siemens.ru/files/78788.pdf> - Загл. с экрана.
2. Энергоэффективное управление инженерными системами [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://buildingtechnologies.siemens.ru/files/138072.pdf> - Загл. с экрана.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПО ВЫЯВЛЕНИЮ НЕОБОСНОВАННЫХ КОММЕРЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Исаев В.Н. – студент, Куликова Л.В. – д.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Фактические потери электроэнергии состоят из многих составляющих, которые объединяют в две большие группы: технические и коммерческие потери. К первым относятся нагрузочные, условно-постоянные потери и расход электроэнергии на собственные нужды подстанций. Все остальные потери, в том числе инструментальные погрешности измерений, относятся ко второй группе потерь. Расход электроэнергии на собственные нужды не является «чистыми» техническими потерями, и учитывается электросчетчиками. [1]

Технические потери электроэнергии можно рассчитать по законам электротехники, допустимые погрешности приборов учета – на основании их метрологических характеристик, а расход на собственные нужды подстанций определить по показаниям электросчетчиков.

Коммерческие потери – это потери, обусловленные погрешностями системы учета электроэнергии, которые невозможно измерить приборами и рассчитать по самостоятельным формулам. Они определяются математически как разность между фактическими и технологическими потерями электроэнергии и не подлежат включению в норматив потерь электроэнергии.

Величина коммерческих потерь электроэнергии зависит от значений других структурных показателей баланса электроэнергии.

Основные причины коммерческих потерь электроэнергии можно объединить в следующие группы – рисунок 1.

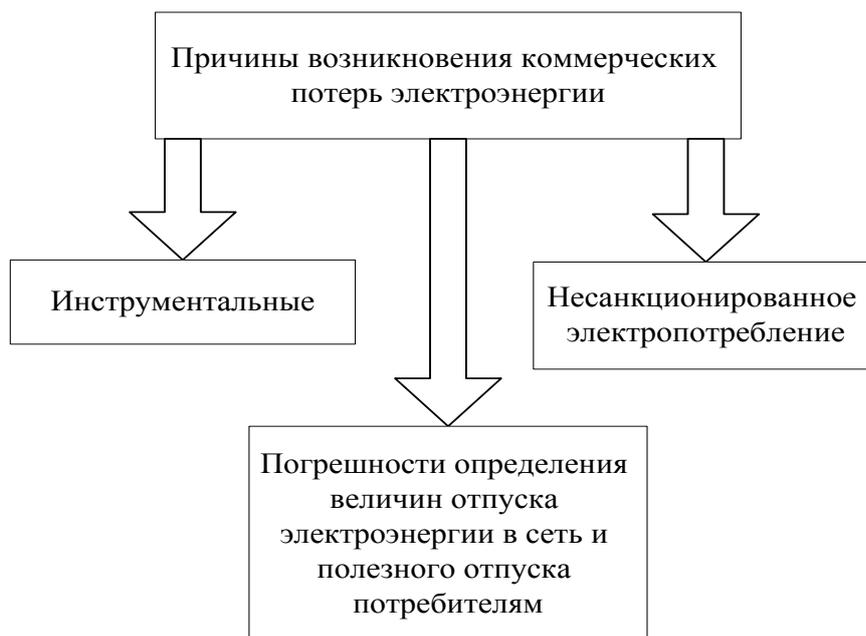


Рисунок 1

Мероприятия по снижению коммерческих потерь электроэнергии можно разделить на две группы [1] – рисунок 2.

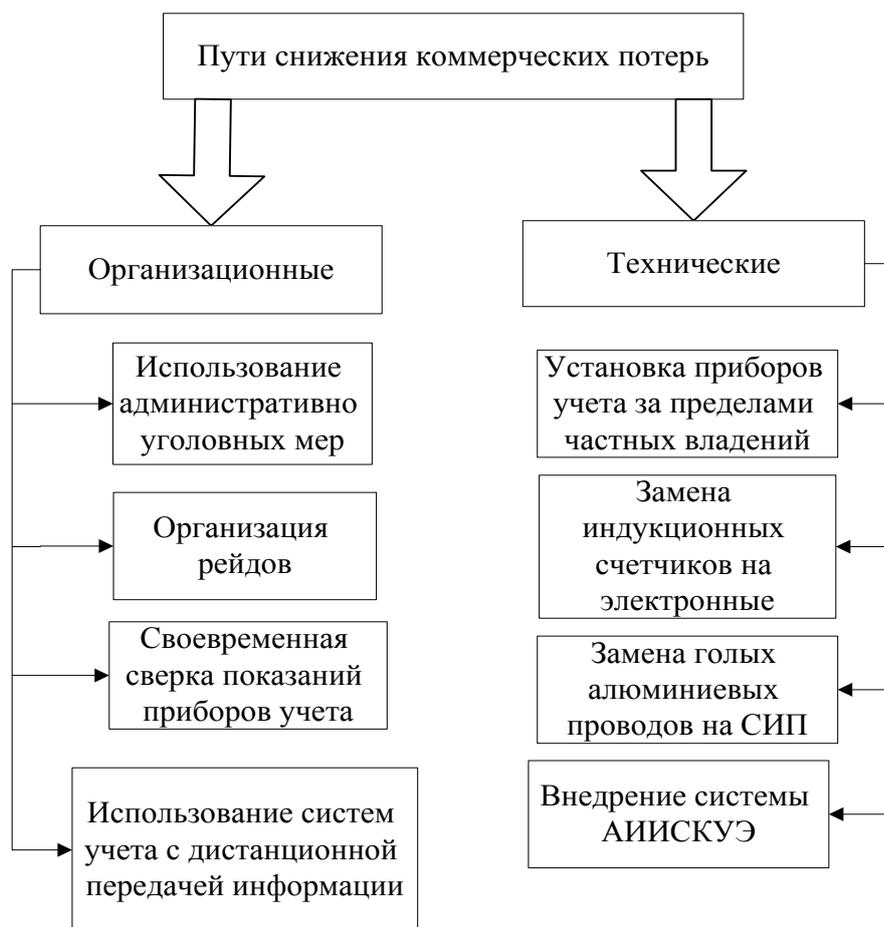


Рисунок 2

Система АИИС КУЭ является наиболее эффективным в снижении коммерческих потерь электроэнергии, т.к. является комплексным решением основных задач, обеспечивает достоверное и дистанционное получение информации от каждой точки измерения, осуществляет постоянный контроль исправности приборов учета. Кроме того, максимально усложняется осуществление несанкционированного электропотребления, и упрощается выявление «очагов» потерь в кратчайшие сроки с минимальными трудозатратами. Ограничивающим фактором широкой автоматизации учета электроэнергии является дороговизна систем АИИС КУЭ.

Заключение:

Коммерческие потери электроэнергии являются серьезным финансовым убытком сетевых предприятий.

Снижение коммерческих потерь электроэнергии является комплексной задачей, для решения которой требуется разработки конкретных мероприятий на основе предварительного энергетического обследования и определения фактической структуры потерь электроэнергии и их причины, а также необходимо совершенствовать нормативно-правовую базу в области энергоснабжения и учета электроэнергии [2].

Использованные литературные источники

1. Приказ Министерства энергетики РФ от 30.12.2008 г. № 326 «Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям».

2. Воронницкий В.Э., Заслонов С.В., Калинкина М.А., Паринов И.А., Туркина О.В. Методы и средства расчета, анализа и снижения потерь электрической энергии при ее передаче по электрическим сетям М.: ДиалогЭлектро, 2006.

СТОИМОСТНЫЕ ОЦЕНКИ ВРЕДА ДЛЯ ЖИЗНИ И ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

Калинин А.Ф. - аспирант, Сенатов А.В. - студент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Учитывая, что возмещение вреда для жизни и здоровья человека как личности и центрального элемента в системе ценностей на Земле в натуральном виде невозможно, встает вопрос об ущербе, т.е. стоимостной оценке причиненного вреда. На основе такой оценки можно решить задачу определения размера ущерба и способов его возмещения. Если опустить этический аспект, то расчет ущерба для жизни и здоровья от негативных событий в стоимостном выражении и, соответственно, размера возмещения вреда жизни и здоровью возможен с помощью понятия цены жизни. Утверждение же, что человеческая жизнь бесценна, по существу означает, что она ничего не стоит.

Цена жизни (или цена риска в задачах, когда смерть возможна потенциально) широко используется во всем мире в качестве экономического эквивалента при вычислении полного ущерба. При этом ущерб от вреда здоровью и его компенсации могут устанавливаться в виде долей от цены человеческой жизни.

Способы оценки стоимости человеческой жизни. Очевидно, что метод и результат расчета цены жизни в значительной степени определяются поставленной целью, а цель зависит от того, с чьих позиций жизнь оценивается. Это может быть позиция государства, самого человека или другого человека (например, члена семьи, родственника, постороннего человека, работодателя, конкурента, врага - здесь оценки изменяются от максимальной положительной до отрицательной).

Способы определения с позиций государства цена человеческой жизни как денежного выражения ее стоимости (стоимость - это ценность чего-либо или величина затрат на что-либо):

- по прибыли, которую могло бы принести продолжение деятельности человека обществу;

- по затратам общественно необходимого рабочего времени на содержание, воспитание и образование человека. Так, ежегодно нашу страну покидает несколько тысяч молодых ученых. Министерство образования и науки считает, что потеря каждого из них обходится стране не менее чем 300. тыс. дол. По данным Ассоциации страховых компаний США, стоимость человеческой жизни в денежном эквиваленте исходя из затрат общества на подготовку человека (питание, воспитание, обучение, лечение и т.д.) в среднем с учетом всех возрастных групп оценивается более 1 млн. долл. Очевидно, что с возрастом стоимость человеческой жизни, оцененная в соответствии с первым подходом, снижается, а со вторым - возрастает;

- путем оценивания по инвестициям общества, направленным на снижение риска преждевременной смерти отдельного индивидуума (на здравоохранение, повышение безопасности потенциально опасных объектов, снижение загрязнения окружающей среды).

Для государства имеет значение, как правило, не гибель отдельных конкретных людей (за исключением широко известных в обществе политических и государственных деятелей, деятелей науки и культуры, артистов, спортсменов), а число погибших, т.е. социальные потери. Социальные потери связаны с экономическими через стоимость человеческой жизни.

Пусть связь между натуральными и стоимостными показателями ущерба является линейной. Тогда, если N - число смертей от определенной причины, C - ущерб, определяющий экономические потери из-за смертей, то:

$$C = c_0 N \quad (1)$$

где c_0 - цена человеческой жизни для определенной категории работающих или населения, руб./чел.

Рассмотрим способ определения цены одной среднестатистической жизни по затратам, на которые общество готово пойти для спасения жизни своих членов. В его основе лежит

принцип обоснования, в соответствии с которым вид деятельности или опасная операция проводятся, если выгоды W от их осуществления превышают затраты, C :

$$W - C > 0 \quad (2)$$

При обосновании мер защиты в качестве выгоды обычно рассматривают предотвращенный ущерб.

Для определения цены риска составляют баланс затрат на меры защиты и предотвращенного ущерба. Если предотвращенным ущербом являются спасенные человеческие жизни ($W=Nc_0$), то при замене неравенства (2) на равенство приходим к соотношению (1), откуда цена риска в расчете на одну спасенную в результате принятых мер жизнь

$$c_0 = \frac{c}{N} \quad (3)$$

Чем богаче страна и выше уровень ее социально-экономического развития, тем цена жизни выше. Если предположить, что цена жизни пропорциональна таким относительным макроэкономическим показателям, как ВВП на душу населения или душевое потребление, то, зная цену жизни в одной стране, можно определить цену жизни в другой. Однако, в современной России средняя цена жизни по отношению к США существенно снизилась, так как динамика цены жизни повторяет динамику уровня социально-экономического развития общества.

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Калинин А.Ф. - аспирант, Козлов Е.В. - студент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Анализ аварий, электротравматизма и пожаров в электроустановках показывает, что эти негативные события имеют вероятностную природу. Особенность электроустановки состоит в том, что она по своей сути генерирует техногенную угрозу. Нулевая вероятность аварии или другого опасного события в электроустановке имеет место лишь тогда, когда отсутствует запасенная энергия, т.е. электроустановке отключена. В последние годы появились нормативные документы, в которых провозглашена концепция так называемого приемлемого риска и регламентируется его допустимый уровень, равный 1×10^{-6} ; изложены подходы к оценке риска и его последствий (ущербов), выраженных в натуральных единицах или денежном эквиваленте. Разработанные методики технико-экономического обоснования инженерных решений по обеспечению безопасности касаются особо опасных объектов — атомных электростанций, нефтегазового комплекса, химических предприятий. Возникающие на этих объектах аварии, как правило, приводят к катастрофическим последствиям (людским потерям, возникновению опасной экологической обстановки региона и др.). Вместе с тем остаются недостаточно изученными техногенные опасности в таких важных сферах жизнедеятельности человека, как жилищно - коммунальный комплекс, малая электроэнергетика — распределительные электрические сети 10/0,4 кВ. В силу широкого распространения низковольтных сетей к электрооборудованию и их массового обслуживания населением эти объекты в настоящее время представляют особую опасность. Именно на этих объектах происходит подавляющее количество пожаров (60-70%) и электротравм людей (более 80%) от общего их числа. Остается нерешенной применительно к этим объектам основная научная проблема комплексного анализа уровня опасности на основе интегрированного риска и разработка методологии количественной его оценки. Актуальной также стоит оценка и прогнозирование остаточного ресурса сельских электрических сетей (СЭС) для определения возможности срока увеличения безопасной эксплуатации.

Введем ряд определений в рамках терминологии системного анализа.

Сельская электрическая сеть (СЭС) — совокупность взаимосвязанных технических средств и организационных мероприятий, направленных на выполнение основных ее функций. В нашем представлении к этим функциям будем относить: надежность

электроснабжения, качество отпускаемой потребителю электрической энергии и безопасность обслуживания электроустановок. Совокупность этих функций объединить обобщенным показателем, характеризующим качество функционирования СЭС или ее эффективность. Под эффективностью функционирования СЭС будем понимать обеспечение бесперебойного снабжения потребителей электроэнергией в пределах допустимых (нормируемых) показателей ее качества и исключаящее возникновение ситуаций, опасных для людей, животных и окружающей среды (ОС). Здесь ОС можно охарактеризовать совокупностью факторов, являющихся внешними к рассматриваемому объекту, непосредственно или косвенно оказывающих негативное воздействие на функционирование СЭС. Условимся считать, что нагрузка (энергия), приложенная к объекту, не относится к факторам внешней среды и определяется режимными параметрами, оказывающими влияние на работу электрической сети.

Известно, что количественная оценка техногенной опасности характеризуется риском R , определяемым как произведение вероятности P негативного события (аварии, электротравмы и др.) и ожидаемого ущерба Y в результате этого события. Введем понятие интегрального риска СЭС, который представляет собой комплексный показатель потенциальной опасности объекта, выраженного в виде обобщенной функции:

$$F_R = [P, Y] = \sum P_j Y_j, \quad (1)$$

где P_j — вероятность возникновения j -го опасного техногенного события; Y_j — материальный ущерб j -го события, выраженный в едином денежном эквиваленте.

В свою очередь интегрированный техногенный риск можно представить в виде вектора, содержащего социальную (R_L), материальную (R_M) и экологическую (R_K) составляющие, т.е.

$$\bar{R}_\Sigma = R_L + R_M + R_K \quad (2)$$

Рассмотрим риск как некоторую временную функцию от двух определяющих параметров — вероятности $P(t)$ возникновения опасности и ущерба $Y(t)$ от этой опасности, также имеющего вероятностную природу.

Тогда

$$R_\Sigma(t) = f_R[P(t), Y(t)] \quad (3)$$

или с учетом (2)

$$R_\Sigma(t) = f_R[R_L(t), R_M(t), R_K(t)] \quad (4)$$

Выражение (4) является математической моделью интегрированного риска СЭС.

Целью анализа риска является разработка алгоритма управления его уровнем путем мониторинга информации по установлению техногенных опасностей и их количественных оценок, включая расчет ущербов. Анализ риска обеспечивает методическую основу для прогнозирования и разработку мероприятий по снижению его уровня. Действия, осуществляемые для выполнения поставленной цели, достижения нормативного значения $R_\Sigma(t)$, можно рассматривать как управление, или менеджмент риска.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ МЕНЕДЖМЕНТЕ В РАМКАХ ИНИЦИАТИВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Каменев А.О. – студент, Куликова Л.В. – д.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В условиях акклиматизации Российского рынка к реалиям мировой рыночной экономики остро встал вопрос энергоэффективности Валового Национального Продукта (в последующем ВНП), а также энергосбережения для ВВП в целом. Россия располагает масштабным недоиспользуемым потенциалом энергосбережения, который по способности решать проблему обеспечения экономического роста страны сопоставим с приростом производства всех первичных энергетических ресурсов. Нехватка энергии может стать существенным фактором сдерживания экономического роста страны. Энергоемкость российской экономики существенно превышает в расчете по паритету покупательной

способности аналогичный показатель в США, в Японии и развитых странах Европейского Союза. [1]

Энергетика в целом, как стратегическое направление экономики, всегда оставалась подконтрольной действующему правительству. На данный момент государству принадлежит основной пакет акций во всех производящих и распределительных отраслях связанных с энергетикой. Очевидно, что первые действия для достижения уровня мировых стандартов энергосбережения и энергоэффективности должно предпринимать правительство.

Систематическая работа в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в различных секторах и сферах экономики России началась после принятия федерального закона РФ от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». [4] Программа призвана стать инструментом решения масштабной задачи по снижению к 2020 году энергоёмкости ВВП на 40%, а также решать следующие задачи:

- Провести энергетическое обследование в период до 31 декабря 2012 года

Периодичность проведения последующих энергетические обследований - не реже чем один раз каждые пять лет

- Утвердить и реализовать программы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

- Порядок и периодичность контроля и актуализации программ внутри пятилетнего интервала и динамика целевых показателей эффективности не регламентированы

- Координацию мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, мониторинг и контроль за их проведением возложить на Органы государственной власти Российской Федерации в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. [3]

Порядок и периодичность координации, контроля и мониторинга выполнения мероприятий не регламентированы.

Закон содержит различные инструменты государственного регулирования в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, я перечислю основные.

- Регулирование энергетической эффективности при обороте товаров.
- Регулирование энергетической эффективности в строительстве и жилищно-коммунальном комплексе.

- Энергетическое обследование.
- Энергосервисные договоры.
- Программы в области энергосбережения.
- Энергетическая эффективность и заказы для государственных нужд.
- Стимулирование энергосберегающих технологий.
- Информационное обеспечение работы системы энергосбережения.
- Административная ответственность. [5]

В рамках этой инициативы Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 октября 2012 г. №586-ст был принят ГОСТ-Р-ИСО-50001:2012 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство к применению» идентичный международному стандарту ISO 50001:2011 «Energy management systems – Requirements with guidance for use».

Вводится понятие «энергетический менеджмент» (в последующем «энергоменеджмент»), как совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, необходимых для принятия энергетической политики, постановки и достижения целей в этой области или как система управления энергетическим комплексом предприятия, построенная на современных стандартах качества и методологической базе, основной целью которой является обеспечение точности планирования потребления энергоресурсов и их рационального использования.

Выделяют семь основных задач системы энергоменеджмента:

- Выполнение требований законодательства
- Проведение энергетического обследования (энергетического анализа)
- Разработка программы в области энергосбережения
- Реализация программы энергосбережения в установленные сроки
- Мониторинг и контроль выполнения программы
- Оценка эффекта энергосбережения
- Анализ достигнутых результатов [2]

Так как энергоменеджмент является составной частью науки о менеджменте, следовательно, возможно применение общих принципов организационно-административной деятельности. В частности в стандарте использована классическая цикл-схема «Plan–Do–Check–Act». Эта схема основана на непрерывающемся цикле управленческих решений понимаемая в последовательности: планирование–осуществление– проверка– улучшение

Стандарт ГОСТ-Р-ИСО-50001:2012 ставит своей целью дать возможность организациям разработать системы и процессы, необходимые для улучшения энергетической результативности, включая энергетическую продуктивность (кпд по энергии), использование и потребление энергии.[2] Включает в себя 7 разделов:

Раздел 1. Общие требования к системе энергоменеджмента

Раздел 2. Ответственность руководства в области энергоменеджмента

Раздел 3. Политика руководства в области энергосбережения

Раздел 4. Планирование в области энергосбережения

Раздел 5. Внедрение и функционирование системы энергоменеджмента

Раздел 6. Проверка энергоэффективности

Раздел 7. Анализ системы энергоменеджмента высшим руководством [2]

Также вводится понятие «Энергетическая политика» – это комплекс административных мер по энергосбережению, направленных на стабилизацию и улучшение функционирования предприятия в условиях изменяющихся цен на энергию. Исполняющая следующие функции:

- Определяет границы системы энергоменеджмента
- Устанавливает обязательства о последовательном улучшении показателей энергоэффективности
- Устанавливает обязательства о выделении необходимых ресурсов
- Создает основу для постановки энергетических целей и задач
- Включает обязательство по выполнению требований законодательства

Главной частью энергетической политики является Стратегическое планирование как постановка целей, задач и разработка планов мероприятий, необходимых для достижения результатов, которые улучшат энергетическую результативность включающее:

- Анализ законодательства
- Энергетический анализ
- Энергетическая базовая линия
- Показатели энергоэффективности
- Цели, задачи и программа ЭСБ

Второе Отслеживание энергоэффективности по сути это контроль всех стадий внедрения энергосберегающих мероприятий. Это позволит точнее сформировать представление об энергосбережении по объекту в целом и даст возможность наиболее гибкого руководства со стороны всех эшелонов власти в этой области.

И самое сложное – это оценка динамики и полученных данных после начала действий. Текущие показатели сравниваются с плановыми. Плановых результатов необходимо достичь с учетом реальных возможностей, долгосрочных планов, задолженностей, стоимости нововведений и многих других факторов. Успешное введение энергетического менеджмента в большой степени зависит от отношения к нему руководства предприятия. Ощутимые результаты могут быть получены только в том случае, если руководство проявляет

инициативу. Необходимо планомерно налаживать систему управления энергопотреблением во всех ее аспектах: техническом оснащении предприятий, создании структуры и процедуры энергоменеджмента, обучении персонала.

В результате существенное снижение затрат на энергопотребление. С конкурентными преимуществами:

- создание производственной культуры, основанной на энергосбережении
- принятие решений, основанных на данных измерений и анализа энергопотребления и энергоэффективности
- установление критериев энергоэффективности по всем направлениям деятельности предприятия
- внедрение механизмов системного управления в области энергоменеджмента: реализация программ энергосбережения и оценка эффективности их выполнения
- постоянное улучшение энергоэффективности производственных процессов, обеспечение устойчивого снижения уровня энергопотребления. [4]

Использованные литературные источники

1. [Официальный сайт Министерства Энергетики Российской Федерации // Деятельность // Энергосбережение и энергоэффективность \[Электронный ресурс\]. – Электрон. дан. – М., \[2008г.\] - Режим доступа: <http://minenergo.gov.ru/activity/energoeffektivnost/>, свободный.](http://minenergo.gov.ru/activity/energoeffektivnost/)
2. ГОСТ-Р-ИСО-50001:2012. Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство к применению [Текст] – Москва, ОАО «ВНИИС», 2012 г. – 7с.
3. Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 29.12.2014) "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс]. - Электрон. база дан.[2015г.] – Режим доступа: <http://base.consultant.ru> , [свободный](#)
4. Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., [2015г.] Режим доступа - <http://gisee.ru>, свободный.
5. Анализ российского законодательства в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. – М., [2011г.] – Режим доступа: <http://ecolounge.ru/2010/01/11/анализ-российского-законодательства/>, [свободный](#).

ПОВЫШЕННАЯ ОПАСНОСТЬ КОНТАКТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Котов С.А. – студент, Бурдасов В.С. – студент,
Компанеев Б.С. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Необходимость дополнительных исследований в области решения задач обеспечения пожарной безопасности электроустановок зданий продиктована общей ежегодной статистикой пожаров по причине нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования. Доля пожаров такого типа составляет по данным МЧС РФ от 20 до 25% от общего числа пожаров по стране.

Значительная часть пожаров и загораний обусловлена неполными отказами контактных соединений, выражающимися в увеличении переходного сопротивления и, как следствие, в возрастании рассеиваемой на контактных переходах электрической мощности. Наиболее опасные последствия для контактных соединений вызывают аварийные режимы перегрузки и короткого замыкания.

Тепловыделение на больших переходных сопротивлениях считается непосредственной причиной возникновения 5,5 % пожаров, возникающих вследствие неисправности или неправильной эксплуатации электротехнических устройств [1]. Но его доля велика и в тех

ситуациях, когда считают, что причиной возникновения пожара является короткое замыкание, но к короткому замыканию привёл длительный режим тепловыделения в контактном соединении.

Особенно велика доля пожарной опасности контактных соединений во вводных щитах и выключателях. Вводные щиты и выключатели дают до 15 % всех пожаров от электроизделий и до 25% прямых материальных потерь от этих пожаров [2].

Рассмотрим повышенную опасность контактных соединений более подробно.

Наличие в контактном соединении места перехода тока из одного проводника в другой, как показывают измерения падения напряжения, создает увеличение электрического сопротивления по сравнению со сплошным проводником таких же размеров и формы. Это дополнительное сопротивление называется контактным сопротивлением R_K . Следовательно, полное сопротивление контактного соединения можно считать состоящим из двух слагаемых: сопротивления собственного тела контактных элементов R_T и контактного сопротивления R_K . Контактное сопротивление и является параметром характеризующим опасность контактного соединения.

Для оценки пожарной опасности наиболее распространенных типов контактных соединений, были разработаны специальные стенды. На отдельных панелях размещены медные проводники сечением $1,5 \text{ мм}^2$, $2,5 \text{ мм}^2$ и алюминиевые проводники сечением $2,5 \text{ мм}^2$, 4 мм^2 с различными видами контактных соединений (скрутка, сварка, пайка, винтовые соединения, болтовые соединения, различные типы самозажимных соединений, с использованием соединителя изолирующего защитного (СИЗ)).

Для проведения измерений использовался прибор ПТФ-1. На испытательном стенде представлены как проводники с контактными соединениями, так и целые проводники для сравнения сопротивления с эталоном. Результаты проведенных измерений представлены в таблице 1.

На основе полученных данных можно выделить ряд особенностей:

Соединение проводников скруткой обладает повышенным сопротивлением и в значительной степени зависит от качества выполняемых работ, в случае соединения алюминиевых проводников не всегда обеспечивается хороший контакт из-за наличия на их поверхности оксидных пленок.

Применение в качестве дополнительного средства к скрутке соединительного изолирующего зажима (в обиходе «колпачка») обеспечивает дополнительное прижимное усилие и снижение сопротивления соединения.

Таблица 1 - Сопротивление различных видов контактных соединений

Тип соединения	Сопротивление, 10^{-5} Ом					
	Одножильный				Многожильный	
	Алюминий $2,5 \text{ мм}^2$	Алюминий 4 мм^2	Медь $1,5 \text{ мм}^2$	Медь $2,5 \text{ мм}^2$	Медь $1,5 \text{ мм}^2$	Медь $2,5 \text{ мм}^2$
скрутка	3960	321	47	62	1064	590,5
скрутка + соединительный изолирующий зажим	178	161	57	49	1682,34	87
соединительный изолирующий зажим	110	65	42	68		
зажим соединительный безвинтовой разъемный 222-412		264	102	118		
зажим соединительный безвинтовой 773-302		160	67	50		
зажим соединительный безвинтовой 773-322	580	603	125	95	411,665	143,665

зажим соединительный безвинтовой 2273-202	93		56	53		
зажим соединительный безвинтовой комбинированный	16		23	29		
неразъемное соединение сваркой			35	56		
неразъемное соединение пайкой			22	18	39	28,33
сжим ответвительный магистральный	685	961	30	45		
зажим клеммный винтовой в корпусе	77	155	27	25		
болтовое соединение	231	201	24	17	54,165	53
винтовое соединение	24	-9	4	8	233,33	94,665
Штепсельное соединение					3393,5	567,335

Безвинтовые соединительные зажимы и сжим ответвительный магистральный обладают в основном повышенным сопротивлением, потому что соединение в них осуществляется посредством стальной соединительной пластины, зажимающей проводники. В связи с этим безвинтовые соединительные зажимы имеют ограниченную область применения, в основном слаботочные цепи и для целей освещения.

Соединение пайкой обладает низким значением сопротивления за счет обеспечения хорошего металлического контакта на большой поверхности.

Соединение сваркой по результатам опытов обладает большим сопротивлением по сравнению с пайкой, хотя в результате сварки происходит оплавление проводников и образуется надежное металлическое соединение, значительное сопротивление можно объяснить изменением свойств материала в результате нагрева, попаданием примесей и образованием раковин в месте плавления.

Болтовое соединение обеспечивает надежный контакт и достаточно малое сопротивление, контакт обеспечивается за счет сжатия проводников между шайбами или пластинами, таким образом можно осуществлять соединение проводников из различного материала.

Винтовое соединение по результатам опытов показало наименьшее значение сопротивления, в нем создается металлический контакт между проводником и латунной вставкой. При соединении алюминиевого проводника было получено даже снижение сопротивления, это объясняется тем, что часть алюминиевого провода как бы заменена латунной вставкой обладающей меньшим сопротивлением.

Недостатком различных болтовых и винтовых соединений является необходимость регулярной ревизии (подтягивание), происходит деформация материала и в связи с отсутствием подпружинивающего элемента со временем уменьшается сжимающее усилие.

Были проведены испытания контактных соединений с целью изучения изменения сопротивления за год. Воздействию тока данные контакты не подвергались. Влияние оказывала лишь атмосфера: комнатная температура и влажность. Результаты измерений сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Изменение сопротивление различных видов контактных соединений за год

Тип соединения	Сопротивление, 10^{-5} Ом			
	Изменение сопротивления, 10^{-5} Ом			
	Алюминий 2.5 мм ²	Алюминий 4 мм ²	Медь 1.5 мм ²	Медь 2.5 мм ²
скрутка	3960	321	47	62

	93	23860	929	1559
скрутка + соединительный изолирующий зажим	178	161	57	49
	107,7	158	95	
соединительный изолирующий зажим	110	65	42	68
	120,7	80	49	82
зажим соединительный безвинтовой разъемный 222-412		264	102	118
		12117	119	5351
зажим соединительный безвинтовой 773-302		160	67	50
		20550	87	
зажим соединительный безвинтовой 773-322	580	603	125	95
	8595	8314	290	505
зажим соединительный безвинтовой 2273-202	93		56	53
	5891		69	167
зажим соединительный безвинтовой комбинированный	16		23	29
неразъемное соединение сваркой			35	56
			69	58
неразъемное соединение пайкой			22	18
			10	14
сжим ответвительный магистральный	685	961	30	45
зажим клеммный винтовой в корпусе	77	155	27	25
болтовое соединение	231	201	24	17
		338	26	20
винтовое соединение	24	-9	4	8
	22,3	-14	2,7	7

В результате измерений выяснилось, что сопротивление контактов увеличилось за год при отсутствии тока. Это связано с окислением контактов.

Алюминиевые контакты на воздухе окисляются более интенсивно, чем медь. Они быстро порываются пленкой окиси алюминия, которая является очень устойчивой и тугоплавкой и обладает такая пленка довольно высоким сопротивлением.

Отсюда можно сделать вывод, что добиться нормального контактирования со стабильным переходным контактным сопротивлением, которое не будет увеличиваться в процессе эксплуатации в этом случае очень тяжело. Именно поэтому использовать [алюминий в электропроводке](#) неудобно и опасно и большинство проблем с электропроводкой. Таким образом, состояние контактных поверхностей оказывает решающее влияние на рост переходного сопротивления контакта. Для получения устойчивости и долговечности контактного соединения должна быть выполнена качественная зачистка и обработка контактной поверхности, а также создано оптимальное давление в контакте.

Литература

1. Смелков, Г. И. Пожарная опасность электроустановок при аварийных режимах [Текст] / Г. И. Смелков. — М.: Энергоатомиздат, 1984. -184 с.
2. Веревкин, В. Н. Пожарная опасность электрических контактов и контактных соединений [Текст] / В. Н. Веревкин, Г. И. Смелков. – М.: МИЭЭ, 2009. – 140 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭД НА ОСНОВЕ ВЕРОЯТНОСТНОЙ МОДЕЛИ ЕГО ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Мартко Е.О. – ст. преподаватель, Куликова Л.В. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Большинству существующих в настоящее время методик расчета остаточного ресурса электродвигателей (ЭД) присущ основной недостаток – низкая достоверность полученных результатов из-за отсутствия учета вероятностных параметров внешней среды эксплуатации, имеющих место в реальном мире. Рассматриваемая проблема многогранна, решается довольно медленно, поскольку ситуация осложнена тем, что в рабочем режиме, как правило, возникают либо организационные и технические трудности, обусловленные необходимостью внедрения соответствующей измерительной техники, либо требуется ресурсоемкая разработка программного обеспечения реализации избранной методики. В связи с этим разработка новой методики прогнозирования надежности ЭД на основе вероятностной модели его технического состояния является актуальной. Целью исследования было повышение эксплуатационной надежности ЭД за счет прогнозирования остаточного ресурса ЭД посредством контроля его технического состояния на основе вероятностной модели.

Расчет экономической эффективности разработанной модели [1] и методики ее применения основан на данных, полученных в процессе изучения таких ремонтных мероприятий, как: текущий ремонт, применяемый для двигателей, находящихся в эксплуатации или в резерве, в сроки, установленные графиком ППР; капитальный ремонт двигателей – двигателей, находящихся в эксплуатации, в сроки, установленные графиком ППР или по результатам профилактических (послеосмотровых) испытаний.

При расчете экономической эффективности определяется в первую очередь величина денежных средств, которые необходимо затратить для того, чтобы осуществить все ремонтные работы, включая подготовительные. В расходы на ремонтные работы входят также временная стоимость и возможные риски. В случае если денежные затраты превосходят или составляют более 70% признается нерентабельным проведение капитального ремонта и ЭД подлежит списанию.

Чистая дисконтированная стоимость (ЧДД) рассчитывается по формуле:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (R(t) - S(t)) \cdot \frac{1}{(1 + E)^t},$$

где $R(t)$ – результаты, достигаемые на t -ом шаге расчета, руб.; $S(t)$ – затраты на t -ом шаге расчета, руб.; T – горизонт расчета, количество лет; E – норма дисконта, доли единицы.

На основании исходных данных, полученных на предприятиях, где была апробирована и внедрена методика, произведен расчет ее экономической эффективности. Расчеты произведены для двух предприятий, на которых было осуществлено внедрение.

Расчеты велись по нескольким принципам. В первом случае: выход из строя ЭД происходит через 3 года и его отправляют на капитальный ремонт. После ремонта он отработывает около 3 лет, и собственник вновь делает капитальный ремонт, но через год ЭД списывается окончательно по причине не ремонтпригодности. Во втором случае, при использовании данной методики, ЭД примерно через 3 года отправляется на деструкцию с дальнейшей пропиткой и сушкой, поскольку согласно прогнозу может выйти из строя. Затем он эксплуатируется еще несколько лет и, вновь, согласно прогнозу, повторяется процесс пропитки и сушки. В то время как в первом случае двигатель списывается, во втором случае он продолжает работать и отправляется на капитальный ремонт через год.

Таким образом, в первом случае ЭД работает лишь 7 лет, а во втором – 8, и с возможностью дальнейшего проведения капитального ремонта.

Рассчитаем ЧДД по формуле приведенной выше для первого (затраты на обслуживание ЭД в реальности) и второго случая (затраты на обслуживание ЭД по разработанной методике). После подстановки и преобразований (для одного двигателя) получим:

$$\begin{aligned} ЧДД_1 &= -(739,66 + 3501,22 + 846,05 + 1005,79 + 2906,35 + \\ &\quad + 1075,12 + 7040) = -17114,19 \text{ руб.}, \\ ЧДД_2 &= -(739,66 + 2055,48 + 722,42 + 858,81 + \\ &\quad + 1798 + 850,37 + 7040) = -14064,74 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Далее рассчитывается эффективность (Эф) методики:

$$Эф = ЧДД_2 - ЧДД_1 = 17114,19 - 14064,74 = 3049,45 \text{ руб.} > 0$$

Согласно полученным данным, эффективность применения вышеупомянутой методики в расчете на один двигатель составляет 3049,45 руб., иными словами, обслуживание ЭД в случае её применения разработанной выгоднее на 17,82%, по сравнению с другими методиками.

Экономический эффект от использования методики прогнозирования эксплуатационной надежности ЭД на основе вероятностной модели технического состояния обусловлен снижением потерь от простоя оборудования и выпуска продукции за счет проведения мониторинга, позволяющего своевременно применять целенаправленные защитные мероприятия. Условно-годовая экономия определяется путем сравнения базового варианта, в котором обслуживание ЭД осуществляется без использования разработанной методики, и варианта с учетом предлагаемой методики.

Таким образом, обоснована экономическая эффективность использования методики прогнозирования надежности ЭД на основе вероятностной модели его технического состояния. Произведена оценка внедрения разработанной методики: эффективность ее использования составляет 3049,45 рублей в расчете на один ЭД (или 17,82%). Расчётный экономический эффект внедрения – 1,4 – 1,6 руб. на рубль затрат.

Список использованных источников

1. Мартко, Е.О. Прогнозирование времени работы электродвигателя до отправки на ремонт [Текст] / Е.О. Мартко. – Современные проблемы электроэнергетики. Алтай 2014 [Электронный ресурс] : сборник статей II Международной научно-технической конференции / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Электрон. дан. и прогр. – Барнаул : ЦЭОР АлтГТУ, 2014. – С.172-179.

РАЗРАБОТКА АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ

Мигалёв И. Е. – аспирант, Титов Е. В. – к.т.н.,

Бахирева А. В. – студент, Кобенко А. В. – студент

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Существующий рост интенсивности электромагнитного излучения (ЭМИ), обусловленный резким увеличением информационно-технологического оборудования (ИТО), как на производстве, так и в быту, вызывает необходимость принятия защитных мер для обеспечения безопасности жизнедеятельности людей. В связи с этим возникает необходимость измерения и нормирования уровня электромагнитного излучения в рабочей зоне. Чтобы упростить анализ, результаты измерений должны быть представлены в наглядной форме, позволяющей определять опасные зоны помещений и обоснованно выбирать мероприятия по улучшению электромагнитной обстановки.

Для правильного восприятия опасности нахождения в определённых зонах помещения строится т.н. план зон опасности [1, 2] электромагнитного излучения. Построение этого плана требует решения следующих задач [3, 4]:

7. Проведение измерений параметров электромагнитной обстановки.
8. Создание трёхмерной модели обследуемого помещения.
9. Привязка экспериментальных данных к модели помещения.

10. Построение модели электромагнитной обстановки помещения.

Решить эти задачи позволяет аппаратно-программный комплекс, структурная схема которого приведена на рисунке 1.

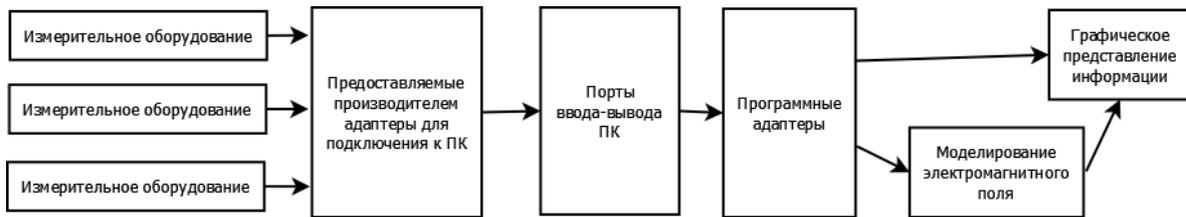


Рисунок 1 – Структурная схема аппаратно-программного комплекса

Различные средства измерения параметров электромагнитного излучения подключаются напрямую к ПК с обработкой измерительных данных специальными программными адаптерами. Классификация программных адаптеров приведена на рисунке 2.

Адаптеры реального времени – это программы, которые проводят экспресс-анализ поступающей с приборов информации. Как правило, подобные адаптеры входят в состав программного обеспечения, поставляемого вместе с измерительными приборами. Данная группа программ отвечает за вывод мгновенных значений измеряемых параметров, а также за вывод производной информации (например, времени допустимого пребывания человека, рассчитанного по мгновенному значению). Ввиду временного ограничения эти программы осуществляют только простые вычисления. Время вычисления одной операции должно быть меньше времени между двумя измерениями, осуществляемыми измерительным прибором (типичное время между двумя измерениями в современных измерительных средствах промышленного образца – 1 секунда). Возможны и более сложные вычисления, однако это вносит задержку в обработку данных. Например, если вычисление занимает 2 секунды, а время между двумя измерениями – 1 секунда, то можно повторять вычисление один раз на каждые два значения измерительных данных (либо усредняя данные, либо отбрасывая лишние). В типичном случае (исследование электромагнитной обстановки в офисном или промышленном объекте) такие задержки можно считать допустимыми, если адаптеры реального времени предоставляют при этом ценную информацию.

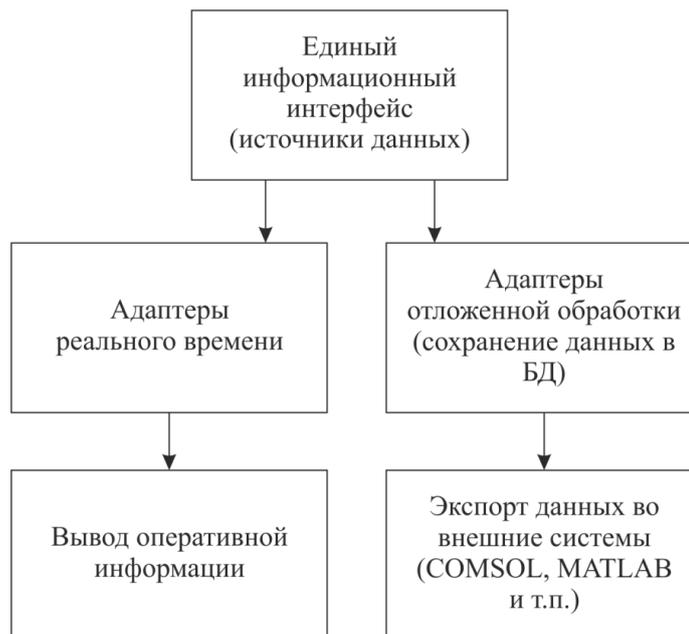


Рисунок 2 – Классификация программных адаптеров

Адаптеры отложенной обработки данных отвечают за сохранение результатов измерений в базе данных (или, в простом случае, в текстовом файле). Может использоваться как база данных, встроенная в программное обеспечение, так и находящаяся под управлением выделенной системы управления. Данные в этой базе хранятся в течение продолжительного периода времени (как минимум – до окончания анализа результата измерений) в едином формате, не зависящем от использованных измерительных средств. Это позволяет использовать базу для экспорта данных в специализированные системы анализа (теер и др.). Преимуществом такого сценария работы является унификация режима доступа к измерительным данным. Фактически необходимо иметь по одному модулю экспорта для каждой системы анализа данных (для сравнения, при использовании различных измерительных приборов без технологической платформы потребовались бы модули для связи каждого прибора с каждым блоком анализа данных, что увеличило бы трудозатраты в десятки раз).

Описанный подход позволяет существенно повысить эффективность интегрированного контроля параметров электромагнитной обстановки.

Использованные литературные источники

1. Давыдова Е. В. – Оценка потенциальной опасности оборудования установок нефтеперерабатывающих предприятий / Е. В. Давыдова // Нефтегазовое дело – Электронный научный журнал, 2007 – №2/2007.

2. Идрисов В. Р. – Оценка зон потенциальной опасности опасных производственных объектов с использованием геоинформационной системы и вейвлет-анализа / В. Р. Идрисов, Р. Р. Тляшева, И. Р. Кузеев // Нефтегазовое дело – Электронный научный журнал, 2006 – №2/2006.

3. Пат. 2476894 Российская Федерация, МПК7 G 01 R 29/08. Способ контроля электромагнитной безопасности [Текст] / Н.П. Воробьев, О.К. Никольский, А.А. Сошников, Е.В. Титов ; патентообладатель ФГБОУ ВПО Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. – № 2011113569/28(020098) ; заявл. 07.04.2011 ; опубл. 27.02.2013.

4. Воробьев, Н.П. Оценка состояния электромагнитной обстановки в помещениях [Текст] / Н.П. Воробьев, Е.В. Титов, И.Е. Мигалев // Вестник КрасГАУ. – Красноярск, 2013. – № 1. – С. 134 - 138.

СНИЖЕНИЕ ОПАСНОСТИ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Пшенова У. И. – студент, Торопов В. Ю. – студент, Сошников А.А. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Техническую основу для обеспечения безопасности электроустановок составляют предохранители и автоматические выключатели, которые используются для защиты систем внешнего электроснабжения. Для внутренних электрических сетей дополнительно применяются устройства защитного отключения (УЗО). Однако многолетний опыт эксплуатации электроустановок в системах сельского электроснабжения показывает, что эффективность существующей электрической защиты остается достаточно низкой, несмотря на совершенствование защитной аппаратуры и все более широкое использование УЗО [1].

Одной из причин этого является сложность реализации чувствительной защиты при низких значениях токов короткого замыкания (КЗ), характерных для сельских низковольтных сетей. Особенностью таких сетей является значительная протяженность воздушных линий, имеющих существенно большее сопротивление по сравнению с кабельными, а также относительно небольшая мощность силовых трансформаторов

питающих подстанций. Следствием этого является увеличение сопротивления цепи КЗ и соответствующее снижение аварийных токов.

Расчеты токов однофазного КЗ в конце воздушных линий 0,38 кВ длиной 300 м с проводами различного сечения при различной мощности питающего трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда – звезда» показывают, что величина этих токов может опускаться до значений 115...160 А [1]. Во внутренних проводках токи КЗ снижаются еще больше. Здесь также необходимо отметить, что протяженность сельских воздушных линий может значительно превышать 300 м, что в еще большей степени приводит к уменьшению токов КЗ.

Малая кратность токов КЗ по отношению к параметрам срабатывания электрической защиты увеличивает время существования в сети опасных аварийных режимов и повышает вероятность электропоражений людей и животных, а также возникновения пожаров. Массовое применение УЗО не решает проблему в полной мере, так как по принципу действия они не реагируют на однофазные КЗ на нулевой рабочий провод и междуфазные КЗ. Эти функции по-прежнему возлагаются на автоматические выключатели, с которыми комбинируются УЗО.

При защите внутренних электрических сетей возникают дополнительные проблемы. Во внутренних электропроводках высокую пожарную опасность представляют дуговые КЗ. Возникающая при КЗ электрическая дуга, температура которой достигает нескольких тысяч градусов, может воспалить изоляцию или другие горючие материалы, что вместе с действием искр и расплавленных частиц металла часто приводит к развитию пожара. Кроме того, действуя, как дуга электросварочного аппарата, дуга КЗ может пережечь электропроводку быстрее, чем сработает защита, что эквивалентно ее отсутствию и неконтролируемому протеканию пожароопасных процессов. Современные методики выбора электрической защиты не учитывают воздействие электрической дуги КЗ на электропроводки. Тем самым допускается возможность электропожара еще на этапе проектирования защиты.

С использованием вероятностных методов оценки пожарной опасности КЗ в Алтайском государственном техническом университете им. И. И. Ползунова (АлтГТУ) создана технология повышения безопасности электроустановок, основанная на автоматизированных методах выявления пожароопасных участков системы электроснабжения и выбора экономически целесообразных сочетаний параметров защиты от КЗ и электропроводок по условию наименьшей вероятности пожара [2 - 5]. В основу оценки пожарной опасности дуговых КЗ положено сопоставление характеристик срабатывания аппаратов защиты (предохранителей или автоматических выключателей) и характеристик пережога электропроводки электрической дугой, полученных экспериментально в АлтГТУ. Но, как показывают расчеты, полного исключения пережога электропроводки при КЗ до срабатывания защиты, особенно при неблагоприятном сочетании характеристик срабатывания защиты и пережога электропроводки, обеспечить невозможно. Поэтому необходимо дополнительно проводить мероприятия по предотвращению воспламенения пожароопасных материалов и веществ под действием дуговых КЗ.

Учитывая проблематичность построения эффективной электрической защиты в системах внешнего и внутреннего сельского низковольтного электроснабжения, обусловленную, прежде всего, низким уровнем токов КЗ, может быть предложен подход, предусматривающий повышение точности настройки электрической защиты под значения аварийных токов или изменение параметров элементов систем электроснабжения для обеспечения рационального уровня токов КЗ.

Первое направление обусловлено сохранением в эксплуатации большого количества автоматических выключателей, обладающих низкой электрозщитной эффективностью. В ряде случаев их параметры не соответствуют параметрам аварийных режимов, как из-за ограниченности возможностей выключателей, так и в результате выбора с расчетом на редкие тяжелые режимы. Например, для выключателей серии АЕ 2000 технические условия регламентируют только одно значение кратности тока срабатывания электромагнитного

расцепителя (12) при номинальных токах до 100 А, что не соответствует реальному соотношению токов КЗ и токов нагрузки в сельских сетях. Значительно большую эффективность обеспечивают современные автоматические выключатели серии ВА, которые делятся на несколько типов по току мгновенного расцепления.

Второе направление предусматривает повышение токов КЗ до уровня, при котором зона срабатывания автоматических выключателей смещается в область чувствительности электромагнитных расцепителей, либо приближается к ней, оставаясь в зоне чувствительности тепловых расцепителей.

Повышение уровня токов КЗ возможно за счет снижения сопротивления цепи короткого замыкания путем проведения одного или нескольких из следующих мероприятий:

- повышения мощности трансформаторов на потребительских подстанциях;
- использования силовых трансформаторов со схемой соединения обмоток низкого напряжения в «зигзаг»;
- увеличения сечения проводов воздушных линий 0,38 кВ;
- замены традиционных воздушных линий 0,38 кВ с неизолированными проводами воздушными кабелями (СИП);
- увеличения сечения алюминиевых проводов на участках внутренних электрических сетей;
- замены алюминиевых проводов на медные на участках внутренних электрических сетей.

Выполненные нами расчеты с помощью разработанного в АлтГТУ программного комплекса «СКЭД -380» [1] показали, что эти мероприятия позволяют исключить недопустимо высокое время существования аварийных режимов во внешних электрических сетях и до 5 раз и более снизить пожарную опасность КЗ во внутренних сетях.

В то же время, очевидно, что реализация предложенного подхода связана с дополнительными затратами. Однако мероприятия по увеличению уровня токов КЗ одновременно повышают надежность электроснабжения и качество напряжения у потребителей, а также улучшают условия пуска мощных асинхронных электродвигателей. При этом за счет повышения эффективности электрической защиты в ряде случаев снижается ущерб от перерывов электроснабжения (например, из-за исключения повреждения электропроводки или локализации поврежденных участков электрической сети) и повреждений электрооборудования, уменьшается вероятность возникновения электропожаров, что связано не только со снижением материального ущерба, но и с сохранением жизни и здоровья людей, а также сельскохозяйственных животных.

Целесообразность и объем реализации мероприятий по снижению опасности аварийных режимов должны в конечном итоге определяться величиной достигаемого экономического эффекта. Поэтому решение этой задачи должно учитывать экономические и социальные последствия внедрения таких мероприятий.

Следует также отметить, что предложенный подход не позволяет определить единые требования ко всем системам электроснабжения. Требуется проведение расчетов технических и экономических показателей для конкретных вариантов электроснабжения различного вида электропотребителей.

Литература

1. Сошников, С. А. Снижение пожарной опасности коротких замыканий в электроустановках объектов агропромышленного комплекса: автореф. дис. ... канд. техн. наук [Текст] / С. А. Сошников. – Барнаул, 2008. – 23 с.

2. Сошников, А. А. Выбор оптимальных стратегий создания систем комплексной безопасности электроустановок на объектах АПК [Текст] / А. А. Сошников, О. Н. Дробязко // Вестник Алтайского научного центра Сибирской Академии наук высшей школы. – 2002. - № 5. - С. 58.

3. Сошников, А. А. Интегральный показатель пожарной опасности коротких замыканий в электроустановках зданий [Текст]/ А. А. Сошников, С. А. Сошников //Ползуновский вестник.- 2009.- № 4. - С.51-53.

4. Сошников, А. А. Оценка эффективности систем комплексной безопасности электроустановок низкого напряжения [Текст]/ А.А. Сошников, Т. В. Еремина // Механизация и электрификация сельского хозяйства.- 2009.- № 5.- С. 4-6.

5. Сошников, А. А. Количественная оценка пожарной опасности коротких замыканий с учетом их теплового действия [Текст]/ А. А. Сошников, Б. С. Компанец // Вестник Алтайского научного центра Сибирской Академии наук высшей школы. – 2010. - № 10.

ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПРОЦЕСС РАЗРУШЕНИЯ ПОЛИМЕРНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Самуйлик.А.М. – студент, Компанец Б.С. – к.т.н., ст. преподаватель
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Сегодня материалом для изоляции токоведущих частей электротехнических изделий низкого напряжения являются различные полимерные соединения. Это связано с тем что полимеры превосходят по физическим свойствам над многими неорганическими соединениями.

По статистике в Росси каждый четвёртый пожар возникает из-за неисправности электрооборудования и приборов. Слабым местом электрооборудования является изоляция токоведущих частей. Это обусловлено тем, что срок службы изоляции значительно меньше срока службы токопроводящих частей.

В процессе эксплуатации электротехнических изделий изоляция токоведущих частей подвергается процессу старения. Старение полимера связано с разрушением полимерных связей или изменением химического состава полимера с течением времени под воздействием различных внешних факторов. В процессе старения полимер становится более твёрдым и хрупким, его электрическое сопротивление снижается. С течением времени внутренняя и внешняя поверхность полимера покрывается слоем прореагировавшего полимера.

Старение полимера можно описать как химический процесс, зависящий от внешних факторов, свойств полимера и времени. Подробно процесс химического старения был математически описан в статье [1].

В процессе эксплуатации на изоляцию действуют сила Ампера, если кабельная линия имеет 2-х, 3-х и 4-х проводные системы, и внутренних напряжений, вызванных деформациями тела вследствие термического расширения. Термическое расширение вызвано тепловым воздействием электрического тока, проходящего по проводнику. Благодаря этим воздействиям происходит растрескивание слоя прореагировавшего полимера, что приводит к снижению сопротивления изоляции и выходу из строя электротехнического изделия.

В данной статье описано влияние этих воздействий на процесс разрушения полимерной изоляции.

Согласно первой теории прочности разрушение материала возникает при появлении эквивалентного напряжения равного предельному нормальному напряжению, т.е.:

$$\sigma_{\text{эКВ}} = \sigma_p;$$

где $\sigma_{\text{эКВ}}$ - эквивалентное напряжение, возникающее в ходе внешних воздействий;

σ_p - предельное напряжение растяжения.

В ходе математического исследования было установлено, что эквивалентное напряжение будет складываться из напряжений, возникающих в результате воздействия силы Ампера и деформаций, вызванных термическим расширением, по формуле:

$$\sigma_{\text{эКВ}} = \sqrt{\sigma_{Az}^2 + (\sigma_{A\eta} + \sigma_{\eta})^2 + \sigma_x^2};$$

где σ_{Az} – напряжения, возникающие от силы Ампера по оси z;

$\sigma_{A\eta}$ – напряжения, возникающие от силы Ампера по криволинейной оси η ;

σ_{η} – напряжения, возникающие от деформаций, вызванных термическим расширением, по криволинейной оси η ;

σ_x – напряжения, возникающие от деформаций, вызванных термическим расширением, по криволинейной оси x .

Напряжения возникающие от воздействия силы Ампера будут находится по следующим уравнениям:

$$\sigma_{Az} = \frac{\mu_0 * I_{\pi}^2}{2 * \pi * s * h} * \sin^2(c);$$
$$\sigma_{A\eta} = \frac{\mu_0 * I_{\pi}^2}{2 * \pi * s * h} * \frac{\sin(2c)}{2};$$

где μ_0 – магнитная постоянная;

I_{π} – сила тока протекающего по проводнику;

π – константа;

s – расстояние между центрами проводов;

h – диаметр провода;

c – угол, между осью перпендикулярной направлению действия силы ампера и элементарной площадкой, на которой возникает напряжение от воздействия силы Ампера.

Напряжения, возникающие от воздействия деформации, находятся по формуле:

$$\sigma_x = \sigma_{\eta} = \frac{E}{1 - \mu} \left(\frac{1 + 1 * \alpha_2 * \Delta T}{1 + 1 * \alpha_1 * \Delta T} - 1 \right);$$

где E – модуль Юнга;

μ – коэффициент Пуассона;

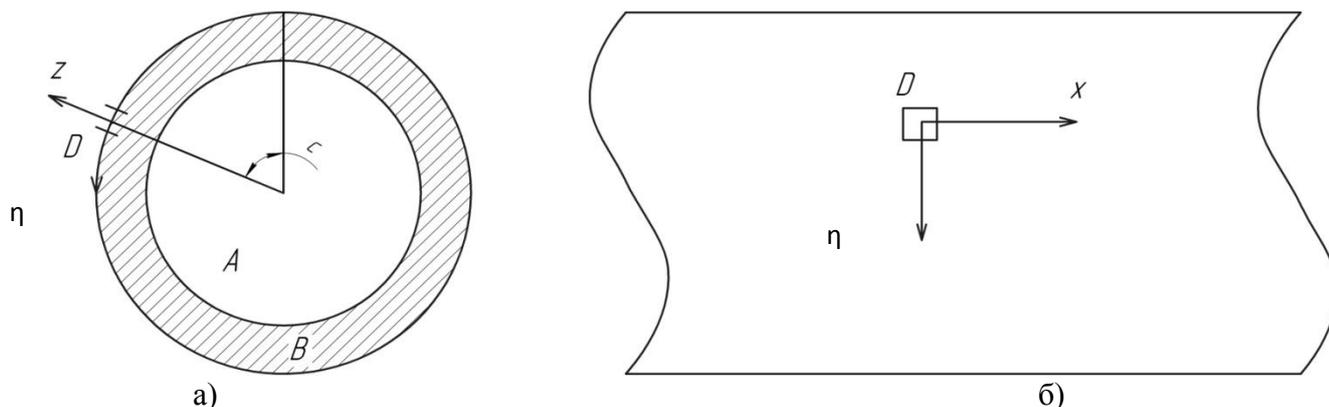
α_1 – коэффициент термического расширения состарившегося полимера;

α_2 – коэффициент термического расширения исходного полимера;

ΔT – разность температур до нагрева и после.

На рисунке 1 представлены направления осей приложенных к элементарной площадке

D.



а) Сечение проводника; б) Проекция проводника
А – жила; В – изоляция, а) Сечение проводника; б) Проекция проводника
Рисунок 1 – Сечение и проекция проводника

Полученные зависимости помогают оценить влияние возникающих напряжений на процесс разрушения изоляции.

Литература

1. Самуйлик, А. М. Модель изменения сопротивления полимерной изоляции [Текст] / А. М. Самуйлик, Б. С. Компанец // Сборник статей II международной конференции «Современные проблемы электроэнергетики. Алтай – 2014». – Барнаул : ЦЭОР АлтГТУ, 2014. – с. 244-250.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАМЕЩАЕМОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ КАЖДОГО ИЗ ВИДОВ

**АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ
НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ**
Татарников Н. С. – студент, Воробьева С.Н. – инженер,
Воробьев Н.П. – д.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Известен метод определения замещаемой мощности альтернативных источников энергии и источника традиционного электроснабжения [1]. Однако применение упомянутого метода приводит к неоправданному завышению мощности выбранного оборудования и, как следствие, к уменьшению чистой приведенной стоимости инвестиций и увеличению срока окупаемости по каждому из альтернативных источников энергии.

Суть предложенного нами метода определения приведенных затрат по результатам работы системы нечеткой логики заключается в том, что:

- 1) с помощью системы нечеткой логики (например, в моделирующем пакете Scilab 5.2.2) определяют рейтинг каждого из видов альтернативных источников;
- 2) находят сумму полученных рейтингов альтернативных источников;
- 3) составляют пропорции:
 - сумма рейтингов альтернативных источников энергии – мощность, необходимая автономному потребителю;
 - рейтинг одного источника энергии (например, солнечной) - соответствующая ему (искомая) замещаемая мощность того же источника альтернативной энергии;
- 4) из составленных пропорций определяют искомую величину (замещаемую мощность по каждому из видов альтернативных источников);
- 5) численное значение замещаемой мощности передают в программу по рациональному энергоснабжению автономного потребителя в Алтайском регионе, выполненную в среде Excel;
- 6) получают приведенные затраты на энергоснабжение автономного потребителя для каждого из видов альтернативных источников (рисунок 1).

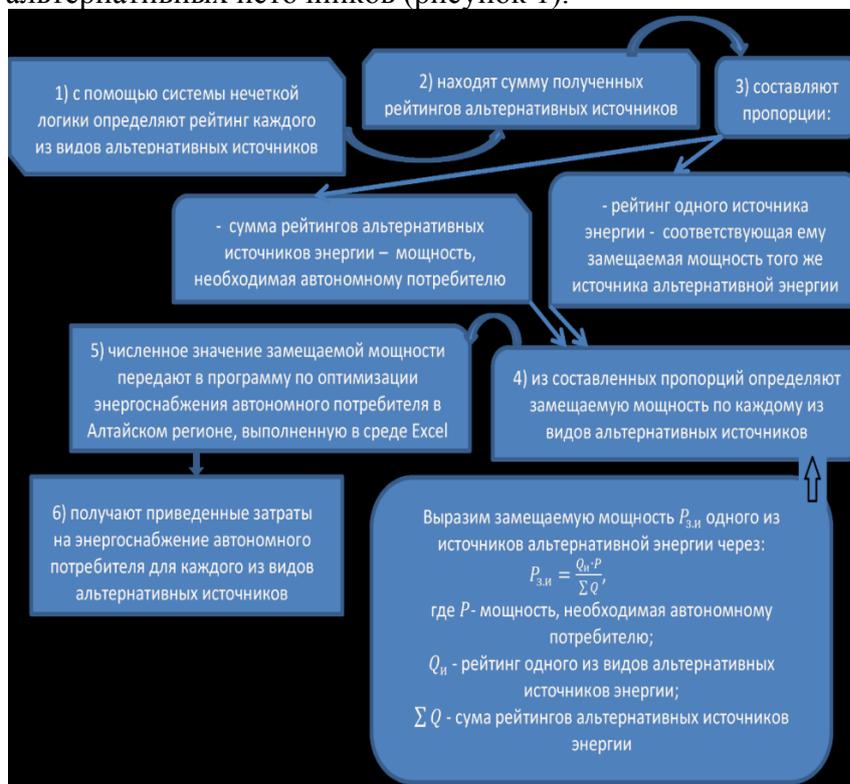


Рисунок 1 - Определение замещаемой мощности для каждого из видов альтернативных источников энергии на основе системы нечеткой логики

В составленных пропорциях неизвестной величиной является замещаемая мощность

одного из источников альтернативной энергии (например, солнечной).

Выразим искомую величину через известные величины и получим замещающую мощность по формуле

$$P_{з.и} = \frac{Q_i \cdot P}{\sum Q} \quad (1)$$

где $P_{з.и}$ - замещаемая мощность одного из источников альтернативной энергии;

P - мощность, необходимая автономному потребителю;

Q_i - рейтинг одного из видов альтернативных источников энергии;

$\sum Q$ - сумма рейтингов альтернативных источников энергии.

Вычисления по формуле (1) иллюстрируются таблицей 1, данные которой использованы в программе по рациональному энергоснабжению автономного потребителя энергии, разработанной в среде Excel.

Таблица 1 – Результаты вычисления замещаемой мощности для каждого из видов альтернативных источников

Рейтинг альтернативных источников энергии				
Солнечная энергия	Биоэнергия	Энергия рек	Энергия ветра	Сумма рейтингов
48,08	42,9	36,7	38,7	166,38
Замещаемая мощность, кВт				
Солнечная энергия	Биоэнергия	Энергия рек	Энергия ветра	Мощность, необходимая автономному потребителю, кВт
9,06	8,07	6,9	7,28	31,3

Алгоритм замещения электроэнергии альтернативными источниками энергии на основе системы нечеткой логики можно пояснить 6-ю этапами расчета.

1 этап расчета

Определяют мощности при снабжении потребителя электрической энергией от одного из альтернативных источников энергии и от системы электроснабжения. Выбирают соответствующее оборудование (таблица 2).

Таблица 2

Мощность биоэнергоустановки (БЭУ), кВт	Мощность мини ГЭС, кВт	Мощность ветроэлектростанции (ВЭС), кВт	Мощность фотоэлектростанции (ФЭС), кВт	Полная мощность от системы электроснабжения (СЭС), кВт
X_1	Y_1	Z_1	D_1	F_1

2 этап расчета

Определяют замещаемые от системы электроснабжения мощности мощностями от альтернативных источников энергии и от СЭС на основе системы нечеткой логики (таблица 3).

Таблица 3

Мощность, замещаемая БЭУ, кВт	Мощность, замещаемая мини ГЭС, кВт	Мощность, замещаемая ВЭС, кВт	Мощность, замещаемая ФЭС, кВт	Не замещаемая мощность от СЭС, кВт	Полная мощность потребителя электроэнергии, кВт
X_2	Y_2	Z_2	D_2	F_2	F_1

3 этап расчета

Корректируют замещаемые мощности с учетом их физической реализуемости и выбранного оборудования для конкретного потребителя электроэнергии (таблица 4).

Таблица 4

Скорректированная мощность, замещаемая БЭУ, кВт	Скорректированная мощность, замещаемая мини ГЭС, кВт	Скорректированная мощность, замещаемая ВЭС, кВт	Скорректированная мощность, замещаемая ФЭС, кВт	Скорректированная мощность от СЭС, кВт	Полная мощность потребителя электроэнергии, кВт
X_1	вариант 1: $Y_3 = Y_2 + Y_1 + X_2 - X_1 + Z_3$, (если $X_2 > X_1$) вариант 2: Y_2	$Z_3 = Z_2 - Z_1$ (если $Z_2 > Z_1$)	D_2	вариант 1: F_2 , вариант 2: $F_3 = F_2 + F_1 + X_2 - X_1 + Z_3$, (если $X_2 > X_1$)	F_1
Примечание – выбирается либо вариант 1, либо вариант 2.					

4 этап расчета

Производят повторный выбор оборудования для скорректированных замещаемых мощностей альтернативных источников энергии.

5 этап расчета

Определяют капитальные вложения для выбранного оборудования по скорректированным замещаемым мощностям альтернативных источников энергии

6 этап расчета

Проводят сравнение вариантов замещения электроэнергии от системы электроснабжения мощностями от альтернативных источников энергии на основе системы нечеткой логики, вычисляя чистую приведенную стоимость инвестиций и год окупаемости по каждому из альтернативных источников энергии. При этом принимают за стоимость будущих выплат (отрицательные значения) капитальные вложения для выбранного альтернативного источника энергии, а величину поступлений (положительные значения) в каждом году эксплуатации определяют как стоимость ежегодно замещаемой электрической энергии тем или иным альтернативным источником энергии.

Предложенный метод позволяет адекватно выбрать оборудование для скорректированных замещаемых мощностей альтернативных источников энергии, а тем самым в несколько раз уменьшить срок окупаемости инвестиций по каждому (или некоторым) из альтернативных источников энергии при обеспечении высокой надежности электроснабжения автономного потребителя.

Литература

1. Воробьев Н.П., Определение замещаемой мощности альтернативных источников энергии и источника традиционного электроснабжения / Н.П. Воробьев, С.Н. Воробьева // Материалы двенадцатой международной научно-практической интернет-конференции, 15 марта по 30 июня 2014 г. г. Орёл, / Секция № 6. Энерго – и ресурсосбережение в агропромышленном комплексе. С. 115-118 [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., [2014]. – Режим доступа: <http://www.gu-unpk.ru/file/science/confs/2014/ee/publ/MIK-2014.pdf> - Загл. с экрана.

АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ
ПО МИНИМУМУ ПРИВЕДЕННЫХ ЗАТРАТ
Татарников Н. С. – студент, Воробьева С.Н. – инженер,
Воробьев Н.П. – д.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Известен метод определения замещаемой мощности альтернативных источников энергии и источника традиционного электроснабжения [1]. Однако применение упомянутого метода приводит к неоправданному завышению мощности выбранного оборудования и, как следствие, к уменьшению чистой приведенной стоимости инвестиций и увеличению срока окупаемости по каждому из альтернативных источников энергии.

Суть предложенного нами метода определения приведенных затрат по минимуму приведенных затрат заключается в том, что:

1) берут приведенные затраты на основании результатов работы программы по рациональному энергоснабжению автономного потребителя энергии;

2) вычисляют величину, обратную приведенным затратам каждого из источников альтернативной энергии;

3) находят сумму величины, обратной приведенным затратам;

4) составляют пропорции:

- сумма величины, обратной приведенным затратам – мощность, необходимая автономному потребителю;

- величина обратная приведенным затратам для одного источника альтернативной энергии – соответствующая ему искомая замещаемая мощность того же источника альтернативной энергии);

5) из составленных пропорций определяют искомую величину (замещаемую мощность по каждому из видов альтернативных источников);

6) численное значение замещаемой мощности передают в программу по рациональному энергоснабжению автономного потребителя в Алтайском регионе, выполненную в среде Excel;

7) получают приведенные затраты на энергоснабжение автономного потребителя для каждого из видов альтернативных источников (рисунок 1).

В составленных пропорциях неизвестной величиной является замещаемая мощность одного из источников альтернативной энергии (например, солнечной). Выражают неизвестную величину через известные нам величины и получают замещаемую мощность по формуле

$$P_{з.и} = \frac{G_{и} \cdot P}{\sum G}, \quad (1)$$

где $P_{з.и}$ - замещаемая мощность одного из источников альтернативной энергии;

P - мощность, необходимая автономному потребителю;

$G_{и}$ - величина, обратная приведенным затратам для одного из видов альтернативных источников энергии;

$\sum G$ - сумма величины, обратной приведенным затратам.

Вычисления по формуле (1) иллюстрируются таблицей 1, данные которой использованы в программе по рациональному энергоснабжению автономного потребителя энергии, разработанной в среде Excel.

Алгоритм замещения электроэнергии альтернативными источниками энергии по минимуму приведенных затрат можно пояснить 6-ю этапами расчета.

1 этап расчета

Определяют мощности при снабжении потребителя электрической энергией от одного из альтернативных источников энергии и от системы электроснабжения. Выбирают соответствующее оборудование (таблица 2).



Рисунок 1 - Определение замещаемой мощности для каждого из видов альтернативных источников энергии по минимуму приведенных затрат

Таблица 1 – Результаты вычислений замещаемой мощности для каждого из видов альтернативных источников

Приведенные затраты, руб.				
Биоэнергия	Энергия рек	Энергия ветра	Солнечная энергия	
6162842,89	3025879,89	1318035,22	7347766	
Величина, обратная приведенным затратам				Сумма величины, обратной приведенным затратам
Биоэнергия	Энергия рек	Энергия ветра	Солнечная энергия	
$1,6 \cdot 10^{-7}$	$3,3 \cdot 10^{-7}$	$7,59 \cdot 10^{-7}$	$1,36 \cdot 10^{-7}$	$1,39 \cdot 10^{-6}$
Замещаемая мощность, кВт				Мощность,

Биоэнергия	Энергия рек	Энергия ветра	Солнечная энергия	необходимая автономному потребителю, кВт
3,66	7,45	17,11	3,07	31,3

Таблица 2

Мощность биоэнергоустановки (БЭУ), кВт	Мощность мини ГЭС, кВт	Мощность ветроэлектростанции (ВЭС), кВт	Мощность фотоэлектростанции (ФЭС), кВт	Полная мощность от СЭС, кВт
X_1	Y_1	Z_1	D_1	F_1

2 этап расчета

Определяют замещаемые от системы электроснабжения мощности мощностями от альтернативных источников энергии и от СЭС по минимуму приведенных затрат (таблица 3).

Таблица 3

Мощность, замещаемая БЭУ, кВт	Мощность, замещаемая мини ГЭС, кВт	Мощность, замещаемая ВЭС, кВт	Мощность, замещаемая ФЭС, кВт	Не замещаемая мощность от СЭС, кВт	Полная мощность потребителя, кВт
X_2	Y_2	Z_2	D_2	F_2	F_1

3 этап расчета

Корректируют замещаемые мощности с учетом их физической реализуемости и выбранного оборудования для конкретного потребителя электроэнергии (таблица 4).

Таблица 4

Скорректированная мощность, замещаемая БЭУ, кВт	Скорректированная мощность, замещаемая мини ГЭС, кВт	Скорректированная мощность, замещаемая ВЭС, кВт	Скорректированная мощность, замещаемая ФЭС, кВт	Скорректированная не замещаемая мощность от СЭС, кВт	Полная мощность потребителя электроэнергии, кВт
X_1	вариант 1: $Y_3 = Y_2 + Y_1 + X_2 - X_1 + Z_3$, (если $X_2 > X_1$) вариант 2: Y_2	$Z_3 = Z_2 - Z_1$ (если $Z_2 > Z_1$)	D_2	вариант 1: F_2 , вариант 2: $F_3 = F_2 + F_1 + X_2 - X_1 + Z_3$, (если $X_2 > X_1$)	F_1

Примечание – выбирается либо вариант 1, либо вариант 2.

4 этап расчета

Производят повторный выбор оборудования для скорректированных замещаемых мощностей альтернативных источников энергии.

5 этап расчета

Определяют капитальные вложения для выбранного оборудования по скорректированным замещаемым мощностям альтернативных источников энергии

6 этап расчета

Проводят сравнение вариантов замещения электроэнергии от системы электроснабжения мощностями от альтернативных источников энергии по минимуму приведенных затрат, вычисляя чистую приведенную стоимость инвестиций и год

окупаемости по каждому из альтернативных источников энергии. При этом принимают за стоимость будущих выплат (отрицательные значения) капитальные вложения для выбранного альтернативного источника энергии, а величину поступлений (положительные значения) в каждом году эксплуатации определяют как стоимость ежегодно замещаемой электрической энергии тем или иным альтернативным источником энергии.

Предложенный метод позволяет адекватно выбрать оборудование для скорректированных замещаемых мощностей альтернативных источников энергии, а тем самым в несколько раз уменьшить срок окупаемости инвестиций по некоторым из альтернативных источников энергии при минимальных затратах на электроснабжения автономного потребителя.

Литература

1. Воробьев Н.П., Определение замещаемой мощности альтернативных источников энергии и источника традиционного электроснабжения / Н.П. Воробьев, С.Н. Воробьева // Материалы двенадцатой международной научно-практической интернет-конференции, 15 марта по 30 июня 2014 г. г. Орёл, / Секция № 6. Энерго – и ресурсосбережение в агропромышленном комплексе. С. 115-118 [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., [2014]. – Режим доступа: <http://www.gu-unpk.ru/file/science/confs/2014/ee/publ/МК-2014.pdf> - Загл. с экрана.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАМЕЩАЕМОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ КАЖДОГО ИЗ ВИДОВ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ПО МИНИМУМУ ВРЕМЕНИ ОКУПАЕМОСТИ

Татарников Н. С. – студент, Воробьева С.Н. – инженер,
Воробьев Н.П. – д.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Известен метод определения замещаемой мощности альтернативных источников энергии и источника традиционного электроснабжения [1]. Однако применение упомянутого метода приводит к неоправданному завышению мощности выбранного оборудования и, как следствие, к уменьшению чистой приведенной стоимости инвестиций и увеличению срока окупаемости по каждому из альтернативных источников энергии.

Суть предложенного нами метода определения приведенных затрат по минимуму времени окупаемости заключается в том, что:

1) берут срок окупаемости на основании вычислений в программе по рациональному энергоснабжению автономного потребителя энергии;

2) вычисляют величину, обратную сроку окупаемости каждого из источников альтернативной энергии;

3) находят сумму величин, обратной сроку окупаемости;

4) составляют пропорции:

- сумма величины обратной сроку окупаемости – мощность, необходимая автономному потребителю;

- величина обратная сроку окупаемости для одного источника альтернативной энергии – соответствующая ему замещаемая мощность того же источника альтернативной энергии;

5) из составленных пропорций определяют искомую величину (замещаемую мощность по каждому из видов альтернативных источников);

6) численное значение замещаемой мощности передают в программу по рациональному энергоснабжению автономного потребителя в Алтайском регионе, выполненную в среде Excel;

7) получают приведенные затраты на энергоснабжение автономного потребителя для каждого из видов альтернативных источников.

В составленных пропорциях неизвестной величиной является замещаемая мощность

одного из источников альтернативной энергии. Выражают неизвестную величину через известные величины и получают замещающую мощность по формуле

$$P_{з.и} = \frac{T_{и} \cdot P}{\sum T}, \quad (1)$$

где $P_{з.и}$ - замещающая мощность одного из источников альтернативной энергии;

P - мощность, необходимая автономному потребителю энергии;

$T_{и}$ - величина, обратная сроку окупаемости для одного из видов альтернативных источников энергии;

$\sum T$ - сумма величины, обратной сроку окупаемости.

Предложенное определение замещающей мощности для каждого из видов альтернативных источников энергии по минимуму времени окупаемости производят в соответствии с алгоритмом, приведенным на рисунке 1.

Вычисления по формуле (1) иллюстрируются таблицей 1, данные которой использованы в программе по рациональному энергоснабжению автономного потребителя энергии, разработанной в среде Excel.

Алгоритм замещения электроэнергии альтернативными источниками энергии по минимуму времени окупаемости можно пояснить 6-ю этапами расчета.

1 этап расчета

Определяют мощности при снабжении потребителя электрической энергией от одного из альтернативных источников энергии и от системы электроснабжения. Выбирают соответствующее оборудование (таблица 2).

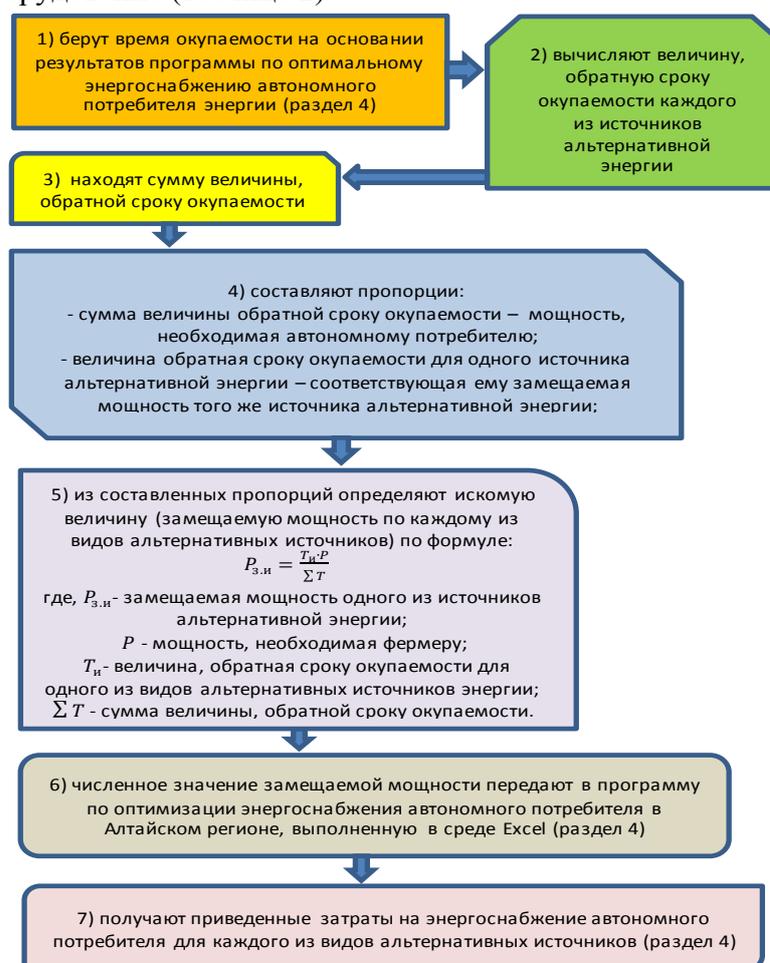


Рисунок 1 – Определение замещающей мощности для каждого из видов альтернативных источников энергии по минимуму времени окупаемости

Таблица 1 – Результаты вычислений замещающей мощности для каждого из видов

альтернативных источников

Срок окупаемости, лет				
Биоэнергия	Энергия рек	Энергия ветра	Солнечная энергия	
3	2	9	13	
Величина обратная сроку окупаемости				Сумма величины обратной сроку окупаемости
Биоэнергия	Энергия рек	Энергия ветра	Солнечная энергия	
0,333	0,5	0,111	0,077	1,021
Замещаемая мощность, кВт				Мощность, необходимая автономному потребителю, кВт
Биоэнергия	Энергия рек	Энергия ветра	Солнечная энергия	
10,21	15,33	3,4	2,36	

Таблица 2

Мощность биоэнергоустановки (БЭУ), кВт	Мощность мини ГЭС, кВт	Мощность ветроэлектростанции (ВЭС), кВт	Мощность фотоэлектростанции (ФЭС), кВт	Полная мощность от системы электроснабжения (СЭС), кВт
X_1	Y_1	Z_1	D_1	F_1

2 этап расчета

Определяют замещаемые от системы электроснабжения мощности мощностями от альтернативных источников энергии и от СЭС по минимуму времени окупаемости (таблица 3).

Таблица 3

Мощность, замещаемая БЭУ, кВт	Мощность, замещаемая мини ГЭС, кВт	Мощность, замещаемая ВЭС, кВт	Мощность, замещаемая ФЭС, кВт	Не замещаемая мощность от СЭС, кВт	Полная мощность потребителя электроэнергии, кВт
X_2	Y_2	Z_2	D_2	F_2	F_1

3 этап расчета

Корректируют замещаемые мощности с учетом их физической реализуемости и выбранного оборудования для конкретного потребителя электроэнергии (таблица 4).

Таблица 4

Скорректированная мощность, замещаемая БЭУ, кВт	Скорректированная мощность, замещаемая мини ГЭС, кВт	Скорректированная мощность, замещаемая ВЭС, кВт	Скорректированная мощность, замещаемая ФЭС, кВт	Скорректированная не замещаемая мощность от СЭС, кВт	Полная мощность потребителя электроэнергии, кВт
X_1	вариант 1: $Y_3 = Y_2 + Y_1 + X_2 - X_1 + Z_3$, (если $X_2 > X_1$)	$Z_3 = Z_2 - Z_1$ (если $Z_2 > Z_1$)	D_2	вариант 1: F_2 , вариант 2: $F_3 = F_2 + F_1 + X_2 - X_1$	F_1

	вариант 2: Y2			+Z3, (если $X_2 > X_1$)	
Примечание – выбирается либо вариант 1, либо вариант 2.					

4 этап расчета

Производят повторный выбор оборудования для скорректированных замещаемых мощностей альтернативных источников энергии.

5 этап расчета

Определяют капитальные вложения для выбранного оборудования по скорректированным замещаемым мощностям альтернативных источников энергии

6 этап расчета

Проводят сравнение вариантов замещения электроэнергии от системы электроснабжения мощностями от альтернативных источников энергии по минимуму времени окупаемости, вычисляя чистую приведенную стоимость инвестиций и год окупаемости по каждому из альтернативных источников энергии. При этом принимают за стоимость будущих выплат (отрицательные значения) капитальные вложения для выбранного альтернативного источника энергии, а величину поступлений (положительные значения) в каждом году эксплуатации определяют как стоимость ежегодно замещаемой электрической энергии тем или иным альтернативным источником энергии.

Предложенный метод позволяет адекватно выбрать оборудование для скорректированных замещаемых мощностей альтернативных источников энергии, а тем самым в несколько раз уменьшить срок окупаемости инвестиций по каждому (или некоторым) из альтернативных источников энергии при по минимуме времени окупаемости на электроснабжения автономного потребителя.

Литература

1. Воробьев Н.П., Определение замещаемой мощности альтернативных источников энергии и источника традиционного электроснабжения / Н.П. Воробьев, С.Н. Воробьева // Материалы двенадцатой международной научно-практической интернет-конференции, 15 марта по 30 июня 2014 г. г. Орёл, / Секция № 6. Энерго – и ресурсосбережение в агропромышленном комплексе. С. 115-118 [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., [2014]. – Режим доступа: <http://www.gu-unpk.ru/file/science/confs/2014/ee/publ/MIK-2014.pdf> - Загл. с экрана.

СИСТЕМА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЙТИНГА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРУЮЩЕГО ПАКЕТА SCILAB

Татарников Н. С. – студент, Воробьева С.Н. – инженер,

Воробьев Н.П. – д.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

При рациональном энергоснабжении автономных потребителей в Алтайском регионе с учетом альтернативных источников энергии возникает проблема адекватного распределения мощности потребителя по альтернативным видам энергии, которая заключается в следующем.

Входные данные, касающиеся альтернативных источников, представлены, как правило, как в цифровой форме, с различной размерностью, так и в нечетких терминах (низкий, средний, высокий). Интерпретировать такие данные с целью оценки рейтинга (цифрового значения, зависящего как от цифр, так и от нечеткой термов) альтернативных источников сложно без использования нечеткой логики.

В отличие от традиционной формальной логики, оперирующей точными и четкими понятиями типа истина и ложь, да и нет, ноль и единица, нечеткая логика имеет дело со

значениями, лежащими в некотором (непрерывном или дискретном) диапазоне.

Функция принадлежности элементов к заданному множеству также представляет собой не жесткий порог "принадлежит - не принадлежит", а плавную сигмоиду, проходящую все значения от нуля до единицы. Понятно, что оперировать такими вещественными величинами значительно сложнее, чем двоичными разрядами, однако для этого есть веские основания. Многие понятия не укладываются в рамки традиционной бинарной логики.

Так есть ряд дополнительных соображений, влияющих на целесообразность и надежность получения энергии тем ли иным альтернативным или традиционным источником.

Это энергетический ресурс (количество энергии), среднесуточное количество энергоресурса в течение года (вероятность наличия энергоресурса в течение года), экономический потенциал вида энергии, возможности автономного потребителя энергии в плане размещения оборудования для получения энергии, воздействие на окружающую среду и на человека.

Попытки "загнать" некоторые из приведенных понятий в конкретные числовые рамки либо недопустимо огрубят предметную область, либо чрезмерно усложнят решение задачи.

Нечеткая логика предлагает более элегантное решение для подобных ситуаций. Сначала описывают какое-либо качественное понятие (низкий, средний, высокий) некоторой функцией распределения, подобной вероятностным функциям, которое далее используют уже как точное, не заботясь более о его "нечеткой" природе.

Теория нечеткой логики позволяет выполнять над такими величинами весь спектр логических операций: объединение, пересечение, отрицание и др.

Более того, согласно знаменитой теореме FAT (Fuzzy Approximation Theorem), доказанной Коско, любая математическая система может быть аппроксимирована системой, основанной на нечеткой логике.

В связи, с чем нами разработана система нечеткой логики для определения рейтинга альтернативных источников энергии с помощью теории нечетких множеств.

Структурная схема системы представлена на рисунке 1. Часть влияющих факторов в таблице 1, поясняющей рисунок 1, представлена числовыми значениями, а часть – нечеткими терминами.

Нечеткая модель состоит из одного управляющего sce-файла (sugeno_tip_demo1.sce) и 6-ти файлов нечеткого вывода: sugeno_tip_calculator_.fis, sugeno_tip_calculator_1.fis, sugeno_tip_calculator_2.fis, sugeno_tip_calculator_3.fis, sugeno_tip_calculator_9.fis, sugeno_tip_calculator_q.fis.

Каждый файл нечеткого вывода имеет по 2 входных влияющих фактора, непосредственно влияющих на рейтинг альтернативных источников энергии.

Обоснование выбора влияющих факторов для определения рейтинга альтернативных источников энергии с целью распределения энергетических потребностей автономного потребителя по различным видам энергии представлено в таблице 2.

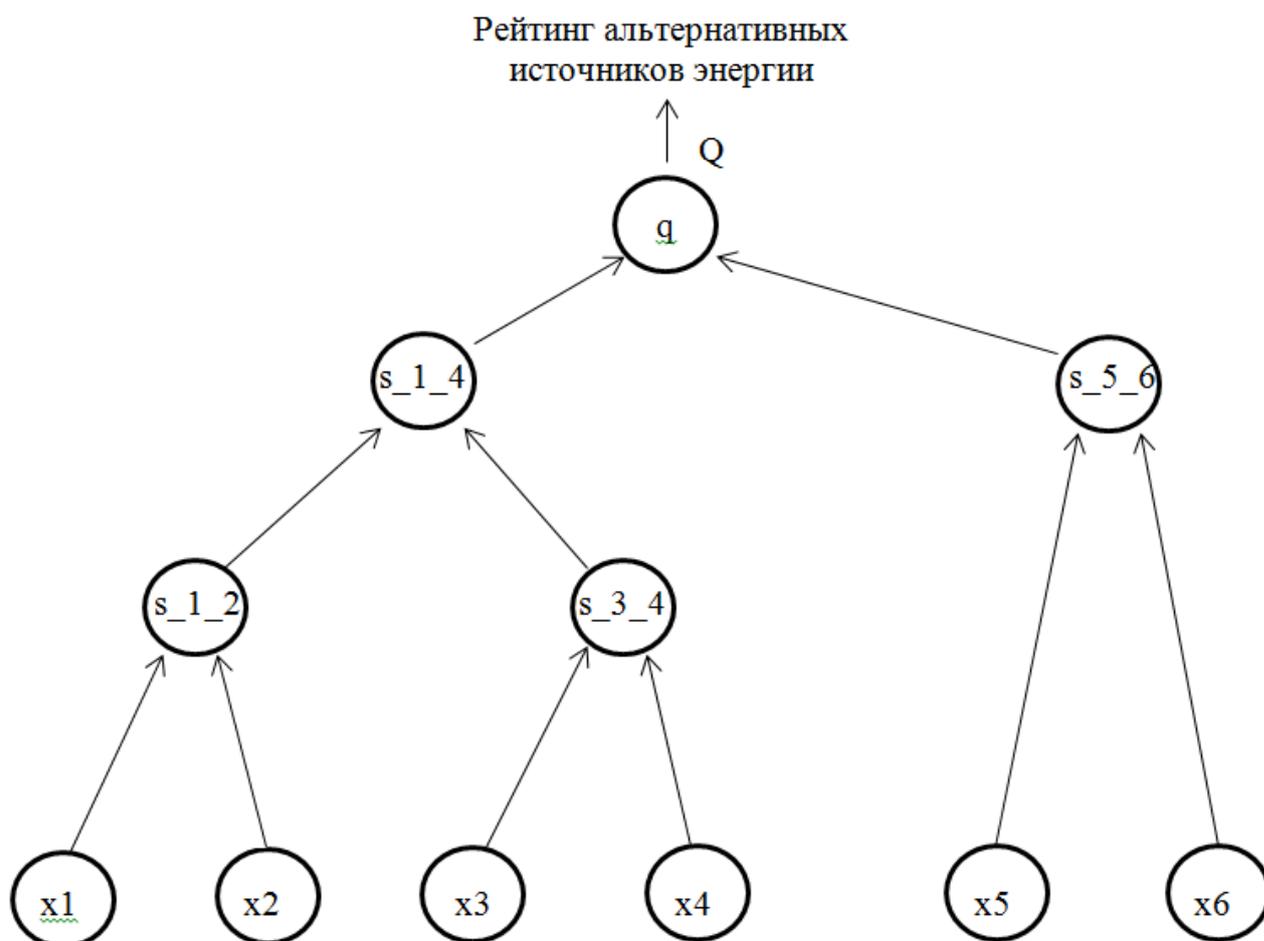


Рисунок 1 - Иерархическая структурная схема нечеткого логического вывода для альтернативных источников энергии

В таблице 1 приведены влияющие факторы к рисунку 1.

Таблица 1 – Совокупность влияющих факторов к рисунку 1

Обозначение фактора	Описание фактора
x1	Энергетический ресурс (количество энергии)
x2	Среднесуточное количество энергоресурса в течение года
x3	Экономический потенциал вида энергии
x4	Себестоимость производства 1 кВт·час
x5	Возможности автономного потребителя энергии в плане размещения оборудования для получения энергии
x6	Воздействие на окружающую среду и на человека
s_1_2, s_3_4, s_5_6, s_1_4, q	Укрупненные влияющие факторы
Q	Корень дерева – рейтинг альтернативных источников энергии

Влияющие факторы, представленные в таблице 2, могут быть использованы и для определения рейтинга традиционных источников энергии. Так как пакет Fuzzy Toolbox 0.4.6 программы Scilab 5.2.2 в нашей системе работает только с величинами в диапазоне от 0 до 10, а значения входных параметров изменяются в различных пределах, то используется дополнительный sce- файл – нормализатор. Единицы измерения влияющих факторов для определения рейтинга альтернативных источников представлены в таблице 3.

Для того чтобы система нечеткой логики работала правильно и достоверно оценивала влияющие факторы, необходимо учесть, в каких диапазонах (таблица 4) изменяются четкие

влияющие факторы для оценки рейтинга альтернативных источников энергии.

Таблица 2 – Обоснование выбора влияющих факторов для определения рейтинга альтернативных источников энергии

Влияющие факторы	Обоснование необходимости учета влияющих факторов при создании системы нечеткой логики, определяющей рейтинг источников энергии
Энергетический ресурс (количество энергии)	Энергетический ресурс - запасы отдельного вида энергии, которые при данном уровне техники могут быть использованы для энергоснабжения конкретного автономного потребителя энергии. Они различны для одного и того же географического местоположения автономного потребителя.
Среднесуточное количество энергоресурса в течение года	Нетрадиционные возобновляемые источники энергии обладают таким свойством, как изменчивость во времени. Например, процесс поступления солнечной энергии, хотя в целом и закономерен, но содержит, тем не менее, значительный элемент случайности, связанный с погодными условиями. Еще более изменчива и
Экономический потенциал вида энергии	Экономический потенциал - совокупная способность отраслей народного хозяйства производить промышленную и с/х продукцию, осуществлять капитальное строительство, перевозки грузов, оказывать услуги населению, вырабатывать энергию в определенный исторический момент. Для различных видов энергии он не одинаков.
Себестоимость производства 1кВт·час мощности	Себестоимость производства электроэнергии – удельная величина затрат, необходимых для работы энергоустановки на условиях самокупаемости. Хотя нетрадиционные возобновляемые источники энергии (НВИЭ) и являются «бесплатными» (отсутствует необходимость использования топливных ресурсов) этот
Возможности автономного потребителя энергии в плане размещения оборудования для получения энергии	У НВИЭ есть отрицательное качество - это малая плотность потока (удельная мощность). Это заставляет создавать большие площади энергоустановок, «перехватывающие» поток используемой энергии (приемные поверхности солнечных установок, площадь
Воздействие на окружающую среду и на человека	Вред окружающей среде наносят не только традиционные источники энергии, но НВИЭ. Вклад их различен как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе и

Таблица 3 - Единицы измерения влияющих факторов

Влияющие факторы	Единицы
Энергетический ресурс (количество энергии)	Дж
Экономический потенциал вида энергии	низкий, средний,
Себестоимость производства 1кВт·час мощности	руб./кВт·час
Возможности автономного потребителя энергии в плане размещения оборудования для получения энергии	низкий, средний, высокий
Воздействие на окружающую среду и на человека	низкое, среднее, высокое
Среднесуточное количество энергоресурса в течение года	вероятность, %

Таблица 4 – Диапазоны изменения четких влияющих факторов для определения рейтинга альтернативных источников

Влияющие факторы, определяющие рейтинг альтернативных источников	Диапазоны изменения влияющих факторов
Вероятность наличия энергоресурса в течение года	От 0 % до 100 %
Себестоимость производства 1кВт·час мощности	От 0,4 руб. / кВт·час до 10 руб. /кВт·час

Модельные эксперименты, проведенные с разработанной системой нечеткой логики «Sugeno_tip_demo1», подтвердили возможность определения рейтинга альтернативных источников энергии в диапазоне от 0 до 10 с погрешностью +/-2%, в основном, из-за нелинейности функции преобразования нечетких факторов.

КОМПЛЕКСНАЯ КАРТИНА ОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Титов Е.В. - к.т.н., старший преподаватель, Мигалёв И.Е. - инженер,

Чунихин В.А. - студент, Вагайцев А.Э. - студент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В Советском Союзе организованные исследования электромагнитных полей были начаты в 60-е годы. Был накоплен большой клинический материал о неблагоприятном действии электромагнитных полей, было введено новое нозологическое заболевание «Радиоволновая болезнь». В дальнейшем, работами ученых в России было установлено, что, во-первых, нервная система человека, особенно высшая нервная деятельность, чувствительна к электромагнитному полю, и, во-вторых, что это поле обладает так называемым «информационным действием» при воздействии на человека в интенсивностях ниже пороговой величины теплового эффекта. Результаты этих работ были использованы при разработке нормативных документов и средств защиты от электромагнитных излучений (ЭМИ) [1].

Выбрать защитные мероприятия в соответствии с материальными, техническими и организационными возможностями можно на основе модернизированной концепции комплексных исследований электромагнитной обстановки, разработанной в Алтайском государственном техническом университете им. И.И. Ползунова (АлтГТУ), предусматривающей получение пространственной картины электромагнитной опасности, которая представляет собой карту допустимого времени пребывания человека в зонах влияния нескольких источников электромагнитного излучения.

Измеренные значения напряженностей электрических и магнитных полей для каждого нормируемого частотного диапазона используют для формирования пространственных картин электрических и магнитных полей в зависимости от данных характеристик этих полей в исследуемом объекте.

Об уровне электромагнитной безопасности судят по полученным пространственным картинам опасности электромагнитного излучения, преобразуя узловые значения шкалы напряженности электрического и магнитного полей в узловые значения допустимого времени пребывания, формируя шкалу допустимого времени и заменяя шкалу напряженностей электрического и соответственно магнитного полей на шкалу допустимого времени пребывания в опасных зонах объекта [2].

На рисунках 1-3 показаны зоны допустимого времени пребывания людей в аудитории 501 Главного корпуса АлтГТУ в виде изоповерхностей, окрашенных в различные цвета в зависимости от числового значения допустимого времени. На рисунке 1 представлена полученная картина допустимого времени пребывания в электрическом поле на частоте 50 Гц, на рисунке 2 – на частоте 30 кГц. На рисунке 3 показана комплексная картина опасности

ЭМИ в исследуемом помещении. Справа от картин указана шкала допустимого времени пребывания в различных зонах аудитории, с помощью которой можно визуально определить потенциально опасные зоны.

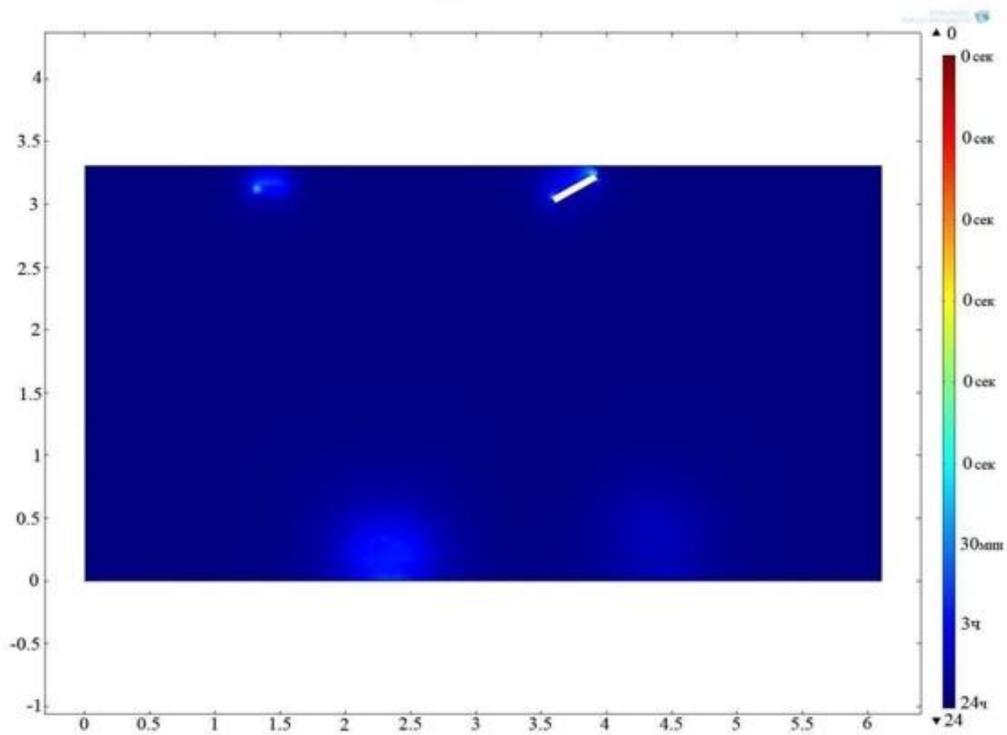


Рисунок 1 – Зоны допустимого времени пребывания на частоте 50 Гц

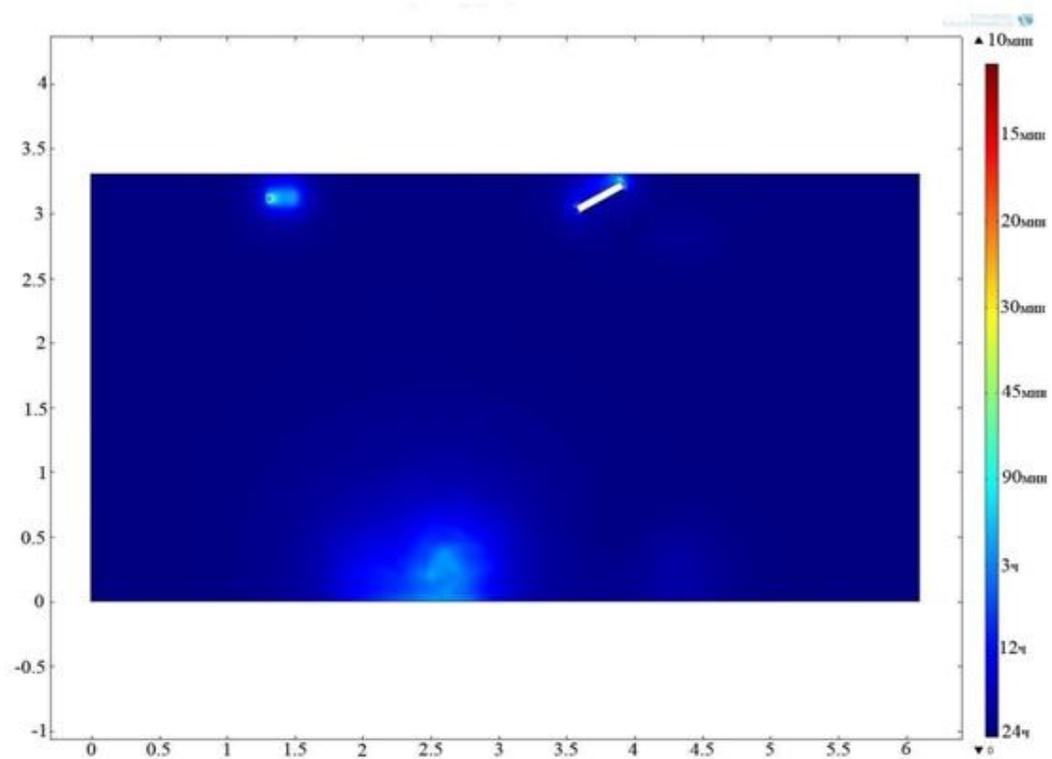


Рисунок 2 – Зоны допустимого времени пребывания на частоте 30 кГц

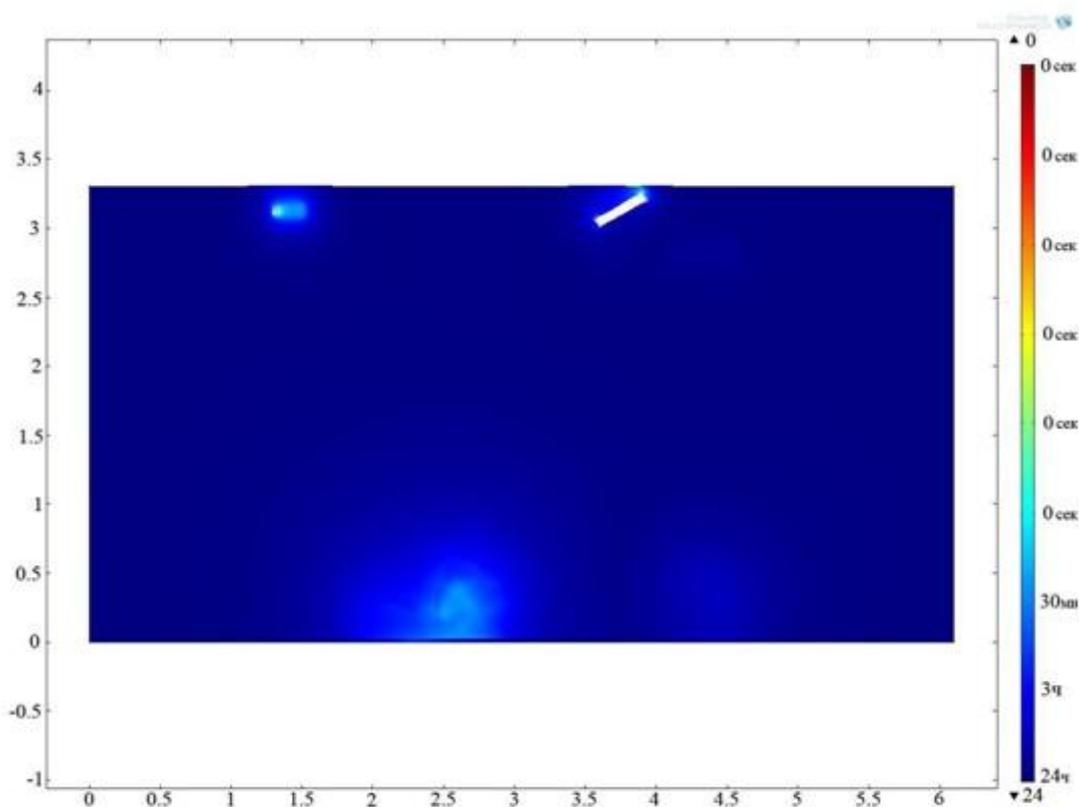


Рисунок 3 – Комплексная карта опасности ЭМИ

Модернизированная концепция расширяет спектр отображаемых опасных зон на полученной комплексной карте опасности ЭМИ в результате одновременного синтеза картин допустимого времени пребывания в электрических, магнитных и электромагнитных полях на всех нормируемых частотах.

Сформированную комплексную картину опасности ЭМИ можно использовать в качестве карты допустимого времени пребывания в зонах влияния нескольких источников электромагнитного излучения, создающих опасные уровни электромагнитных полей в разных частотных диапазонах, а также для обоснования организационно-технических мероприятий по нормализации электромагнитной обстановки.

Использованные литературные источники

1. Электромагнитные поля // Наука. Электромагнитные поля. История исследований. Дом солнца [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – [2010]. – Режим доступа: <http://www.sunhome.ru/journal/519237>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Пат. 2476894. Российская федерация МПК7 G 01 R 29/08. Способ контроля электромагнитной безопасности [Текст] / Н.П. Воробьев, О.К. Никольский, А.А. Сошников, Е.В. Титов / патентообладатель: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ). – № 2011113569/28; заявл. 07.04.2011; опубл. 27.02.2013.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ОТ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Титов Е.В. - к.т.н., старший преподаватель, Мигалёв И.Е. - инженер,
Нурбатырова Л.Н. - студент, Овечкина Ю.А. - студент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Проблема воздействия электромагнитных излучений на человека в настоящее время является достаточно актуальной. Количество используемых электронных средств, оргтехники и бытовых приборов постоянно возрастает, а также пропорционально увеличиваются случаи раковых заболеваний.

Все бытовые электроприборы являются источниками электромагнитного излучения, среди которых наиболее опасными являются СВЧ печи, персональные компьютеры и мобильные телефоны.

С целью изучения состояния электромагнитной безопасности мобильных устройств нами проведены экспериментальные исследования параметров электромагнитных излучений следующих сотовых телефонов: марки LG-E612 заводской сборки и копии iPhone 4.0 (модель MC610LL). В процессе данного исследования осуществлялось измерение уровней ЭМИ на расстояниях 3 см и 10 см от телефонов в режиме входящего вызова.

В таблицах 1, 2 приведены результаты измерения напряженности электрического поля (E) и плотности потока энергии (ППЭ) электромагнитного поля указанных выше мобильных устройств в разных частотных диапазонах с помощью прибора ПЗ - 41.

Предельно-допустимый уровень (ПДУ) напряженности электрического поля и плотности потока энергии определен в санитарных нормах [1, 2].

Таблица 1 – Результаты измерения напряженности электрического поля и ППЭ сотового телефона LG-E612

Объект	Расстояние от прибора до объекта	E, В/м		ППЭ, мкВт/см ²				
		частоты						
		0,03 МГц	3 МГц	30 МГц	85 МГц	90 МГц	95 МГц	180 МГц
LG-E612	3 см	17,4 2	5, 90	0,2 4	0,2 8	0,2 5	0,3 2	0,32
	10 см	17,3 1	4, 75	0,3 2	0,3 0	0,2 8	0,5 1	0,66
ПДУ [1, 2]		2,5	1 5	10				

По результатам измерения телефона LG-E612 (таблица 1) ППЭ электромагнитного поля не превышает ПДУ [1, 2] на исследуемых частотах, а напряженность электрического поля на расстоянии 10 см превышает ПДУ на частоте 0,03 МГц в 7 раз.

Согласно полученным результатам экспериментальных исследований мобильного устройства iPhone 4.0 (таблица 2) ППЭ также не превышает ПДУ [1, 2] на исследуемых частотах, а напряженность электрического поля на расстоянии 10 см превышает ПДУ на частоте 0,03 МГц в 16 раз.

Анализ полученных результатов измерений показывает, что мобильное устройство копии iPhone 4.0 создает уровень ЭМИ в 2 раза выше, чем - LG-E612.

Таблица 2 – Экспериментальные данные измерения ППЭ электромагнитного поля от мобильного устройства iPhone 4.0

Объект	Расстояние от прибора до объекта	Е, В/м		ППЭ, мкВт/см ²				
		частоты						
		0,03 МГц	3 МГц	30 0 МГц	85 0 МГц	90 0 МГц	95 0 МГц	180 0 МГц
Копия iPhone 4.0	3 см	76,6 1	2 4,31	3,1 0	3,6 9	5,9 5	3,5 7	7,25
	10 см	39,7 4	1 2,48	1,1 9	1,1 6	1,2 4	1,1 9	1,35
ПДУ [1, 2]		2,5	1 5	10				

Результаты экспериментальных измерений также показывают, что мобильные устройства создают опасные уровни электромагнитных излучений. Накопленные знания о влиянии электромагнитного поля на организм человека позволяют однозначно говорить, что электромагнитное излучение сотового телефона оказывает влияние на физиологическое состояние и здоровье человека, находящегося с ним в контакте. Сравнивая уровни ЭМИ телефонов с предельно допустимыми уровнями, можно сделать лишь общий вывод: возможно, чем выше качество мобильного устройства, тем больше вероятность того, что он оказывает менее опасное воздействие на организм человека.

Использованные литературные источники

1. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы [Текст]. Изд-во стандартов, 2003.
2. СанПиН 2.1.2.1002-00. Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям [Текст]. Изд-во стандартов, 2001.