

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ISSN 1729-5068

НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

№ 3 (77)
2019

МОДЕЛИРОВАНИЕ
СЛОЖНЫХ
ОБЪЕКТОВ И СИСТЕМ

ОПТИМИЗАЦИЯ
И ПРИНЯТИЕ
РЕШЕНИЙ

ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ
И ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ



Содержание

Раздел 1. Моделирование сложных объектов и систем (шеф-редактор**В.Л.Бурковский)**

Атласов И.В. Надежность работы системы, состоящей из нескольких параллельных устройств.....	4
Батаронов И.Л., Шунин Г.Е., Кострюков С.А., Пешков В.В., Писарев С.В. Конечно-элементный анализ динамики резонатора волнового твердотельного гироскопа	10
Ежова Н.А., Соколинский Л.Б. Модель параллельных вычислений BSF-MR	15
Кацюба О.А., Юрлов В.А. Асимптотические свойства нелинейных МНК-оценок параметров нелинейных разностных уравнений с помехами в выходных параметрах	21
Нуртазина К.Б., Райхельгауз Л.Б. Определение собственных значений разностного аналога задачи Штурма-Лиувилля с неизвестным оператором	23

Раздел 2. Оптимизация и принятие решений (шеф-редактор Т.М.Леденева)

Бондаренко Ю.В., Свиридова Т.А. Разработка двухуровневого механизма формирования компромиссной системы ставок налога на прибыль предприятий региона	27
Буйвис В.А., Новичихин А.В. Подход к распределению ресурсов в автодорожном комплексе	32
Еременко Ю.И., Супруненко В.В. Оценка грансостава руды методами машинного зрения	39
Орлов В.И., Шкаберина Г.Ш., Рожнов И.П., Ступина А.А., Казаковцев Л.А. Применение алгоритмов кластеризации с особыми мерами расстояния для задачи автоматической группировки электрорадиоизделий.....	42
Прилуцкий М.Х., Нетронин И.В. Задачи календарного планирования для предприятий с единичным и мелкосерийным характером производства	46

Раздел 3. Прикладные задачи и информационные технологии (шеф-редактор Е.С.Подвальный)

Алексеев Д.М., Минюк А.Н., Понимаш З.А., Шумилин А.С. Разработка и описание структуры и функционала облачной платформы хранения, систематизации и обработки медицинских данных: интеграция системы автоматического поиска участков эпилептической активности	52
Данилов А.Д., Терехов Д.В. Сравнительный анализ СУБД для выбора операционной базы данных	56
Зимин А.В., Буркова И.В., Зимин В.В. Оргмеханизмы формирования программ обучения пользователей ИТ-сервисов	63
Киселева Т.В., Кораблина Т.В., Пермьякова Е.П., Гусев М.М., Гусева А.Н. Формирование эффективных проектных команд на основе МvПРОР-технологии.....	67
Руцков А.Л., Бурковский В.Л., Акиндинова Е.В. Структурно-алгоритмическая реализация программного комплекса оптимизации производственных показателей территориальных сетевых организаций.....	71

Раздел 4. Перспективные исследования (шеф-редактор О.Я.Кравец)

Авксентьева Е.Ю., Анисимов Д.А., Шульмина В.Е. Разработка платформы с сервис-ориентированной архитектурой для образования	74
Киселева Т.В., Конюхова Е.С. Информационное воздействие и репутация членов групп социальных сетей на примере предприятия-провайдера	76
Мевис Ф.А. Определение точности позиционирования промышленных манипуляторов при помощи цифровой фото/видео камеры.....	79
Терехов Д.В. Программное управление целевыми характеристиками метода синхронизации базы данных	82
Зимин А.В., Буркова И.В., Зимин В.В. Игровые модели и механизмы формирования программ повышения компетенций пользователей ИТ-сервисов	86

Киселева Т.В., Кораблина Т.В., Пермязкова Е.П., Гусев М.М., Гусева А.Н.

ФОРМИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ПРОЕКТНЫХ КОМАНД НА ОСНОВЕ МВПРОР-ТЕХНОЛОГИИ

Сибирский государственный индустриальный университет

Исследована возможность формирования эффективных проектных команд, взаимодействие которых проходит внутри социальных сетей, с использованием комплексного подхода, основанного на многовариантной технологии профориентации (МвПРОП-технологии).

Как показывает практика, создание высокоэффективной проектной команды является одним из факторов успеха любого проекта. Поэтому вопросы, связанные с формированием проектных групп для решения поставленных перед ними задач, являются чрезвычайно актуальными. *Команда проекта* [2] - это специфическая организационная структура, совокупность индивидуумов и / или их групп, часто объединённых в организационную структуру проекта, создаваемую на период осуществления проекта или одной из фаз его жизненного цикла

Часто трудности при формировании эффективной команды кроются в том, что члены команды подбираются без учёта особенностей каждого участника: люди не объединены общими целями, не всегда имеют чётко определённые функции и роли, а если имеют, то роли и функции участников группы распределяются без учёта их социопсихологических особенностей и возможностей эффективного взаимодействия. Более остро данная проблема встает при формировании удаленных проектных команд, так как на расстоянии очень сложно оценить, как человек будет работать в команде, владеет ли он необходимыми навыками коммуникации. При создании распределенной («удаленной») проектной команды практически невозможно сформировать «идеальную» проектную группу из существующих участников. Руководитель проекта всегда будет ограничен не только факторами, связанными с нехваткой времени и ресурсов, но и с необходимостью включать в проектные команды участников с требуемыми компетенциями не зависимо от их местонахождения. Поэтому формирование высокоэффективной проектной команды является одним из значимых достижений для успешной реализации проекта, вне зависимости от того работает команда очно в проектном офисе или ее члены находятся удаленно друг от друга.

Одним из подходов, который успешно обеспечивает инструмент для решения обозначенной проблемы, является МвПРОР-технология

[3]. *МвПРОР-технология* - это автоматизированная система описания и реализации триединой профориентации по видам обеспечения, функциям и объектам деятельности, а также адаптации обучения на базе многовариантного типирования интеллектуальных особенностей человека [3], принципиальными положениями которого является классическая *типология К.Г. Юнга*. Она предусматривает классификацию интеллектуальных особенностей человека в четырёхмерном пространстве признаков-предпочтений:

Интровертный (Ив) или Экстравертный (Эв);

Сенсорный (С) или Интуитивный (И);

Мыслительный (М) или Чувствующий (Ч);

Решающий (Р) или Воспринимающий (В)

На основе этих пар признаков-предпочтений получается 16 символически обозначенных вариантов личностных типов: ИвСМР; ИвСЧР; ИвиЧР; ИвиМР; ИвСМВ; ИвСЧВ; ИвиЧВ; ИвиМВ; ЭвСМВ; ЭвСЧВ; ЭвиЧВ; ЭвиМВ; ЭвСМР; ЭвСЧР; ЭвиЧР; ЭвиМР.

Многовариантное типирование строится на том предположении, что в конкретном человеке отражаются все 16 типов личности (а не один) с разной долей участия каждого типа с их гибким объединением.

По значениям долевых признаковых показателей, значения которых выбираются в пределах от 0 до 1 и в сумме равны 1, рассчитывается результирующий показатель для всех 16 модельно-личностных типов (1):

[illegible]

из которых строится типологическое распределение (типологический спектр) интеллекта конкретной личности в выбранном базисе вариантных типов интеллекта [4].

По информации о типологическом спектре интеллекта конкретной личности и о предпочтительных для базисных типов интеллекта объектах и функционально-обеспечивающих компонентах деятельности для каждого человека определяются наиболее предпочтительным ему виды обеспечения, функции и объекты деятельности [4].

Для определения степени комфортности взаимодействия представителей разных типов

между собой при осуществлении разнообразной деятельности социониками выделены так называемые интертипные отношения [6 - 9]. Они необходимы, чтобы определить совместимость типов между собой. Под совместимостью обычно понимается степень комфортности межличностных отношений, которая необходима при работе проектной команды.

По результатам исследования соционических групп людей, работающих как совместно, так и распределено, был сделан вывод, что в проектные группы предпочтительно набирать по 4 или 8 человек, то есть формировать так называемую квадрату или две квадраты. Это решение, по нашему мнению, подкрепляется общим мнением социоников, что квадрата - это четвёрка наиболее совместимых между собой типов с дуальными, зеркальными и активационными отношениями. Как правило, это прекрасный коллектив единомышленников.

Согласно закону сменяемости соционических квадратов Альфа, Бета, Гамма и Дельта:

в квадрату «Альфа» входят [(ЭвИМВ, ИвСЧВ), (ЭвСЧР, ИвИМР)];

в квадрату «Бета» входят [(ЭвИЧР, ИвСМР), (ЭвСМВ, ИвИЧВ)];

в квадрату «Гамма» входят [(ЭвСЧВ, ИвИМВ), (ЭвИМР, ИвСЧР)];

в квадрату «Дельта» входят [(ЭвСМР, ИвИЧР), (ЭвИЧВ, ИвСМВ)].

При реализации различных проектов предпочтительно формировать коллективы типа «рабочая команда» и «исследовательская команда».

Согласно работе [9] в коллективе «рабочая команда» складываются следующие типы отношений.

1. *Деловое*. В деловом коллективе собираются люди точного расчёта, которые чётко осознают стоящие перед ними цели.

2. *Заказ*. В интеллектуальном отношении коллектив «заказного» типа преисполнен уверенности в разумности своих методов действия и их образцовости для всех аналогичных коллективов.

3. *Полудуальное*. В полудуальном коллективе складываются комфортные, теплые отношения, хотя им сопутствует некоторое опасение недолговечности.

4. *Ревизируемость*. Такой коллектив наиболее дисциплинирован, во всем полагается на распоряжения вышестоящих органов.

В коллективе «исследовательская команда» складываются следующие типы отношений.

1. *Тожественное*. В тождественном коллективе царит очень демократичная интеллектуальная атмосфера, которая основывается на

прочной традиции понимания друг друга с полуслова.

2. *Зеркальное*. Коллектив с «зеркальным» типом строится по системе информационного отражения всей картины событий - всестороннего анализа происходящего вокруг с исключаяющих друг друга точек зрения. Это коллектив реформаторов.

3. *Погашение*. В коллективе с «погашающим» интегральным социотипом происходит постоянное сопоставление различных сведений, накопление информации самого различного характера и отсеивание нелогичного, тривиального, уже встречавшегося.

4. *Квазитождество*. Квазитождественный коллектив довольно энергично воздействует на окружающих, подталкивая их к активной деятельности по внедрению своих разработок.

Среди всех интертипных отношений есть такие, которые в соответствии с таблицей комфортности отношений [10], не являются таковыми - это отталкивающие отношения (рис. 1). Однако именно эти некомфортные отношения в группах, порождающие продуктивные конфликты, позволяют найти оптимальное решение поставленной задачи в условиях различных ограничений. Следовательно, при формировании рабочих и исследовательских команд необходимо избегать только наиболее дискомфортных отношений: полной противоположности, конфликтных и суперэго.

Отношения	Коэффициент комфортности
Притяжение	
дуальные	7
активные	5
зеркальные	3
полудуальные	2
миражные	2
социального заказа	2
тождество	1
Отталкивание	
квазитождества	-1
родственные	-2
деловые	-2
ревизии	-2
полной противоположности	-3
супер-эго	-5
конфликтные	-7

Рис. 1. Таблица комфортности отношений

Для компактного и чёткого представления всех интертипных отношений вместе с уровнями их комфортности на рис. 2 приведена таблица, которая наглядно демонстрирует все интертипные отношения в цветах комфортности [10].

	ЭвИМВ	ИвСЧВ	ЭвСЧР	ИвИМР	ЭвИЧР	ИвСМР	ЭвСМВ	ИвИЧВ	ЭвСЧВ	ИвИМВ	ЭвИМР	ИвСЧР	ЭвСМР	ИвИЧР	ЭвИЧВ	ИвСМВ
ЭвИМВ	Т	Д	А	З	/з	/р	де	ми	сз	пп	кт	ко	з	р	ро	пд
ИвСЧВ	Д	Т	З	А	/р	/з	ми	де	пп	сз	ко	кт	р	з	пд	ро
ЭвСЧР	А	З	Т	Д	ро	пд	з	р	кт	ко	сз	пп	де	ми	/з	/р
ИвИМР	З	А	Д	Т	пд	ро	р	з	ко	кт	пп	сз	ми	де	/р	/з
ЭвИЧР	з	р	ро	пд	Т	Д	А	З	/з	/р	де	ми	сз	пп	кт	ко
ИвСМР	р	з	пд	ро	Д	Т	З	А	/р	/з	ми	де	пп	сз	ко	кт
ЭвСМВ	де	ми	/з	/р	А	З	Т	Д	ро	пд	з	р	кт	ко	сз	пп
ИвИЧВ	ми	де	/р	/з	З	А	Д	Т	пд	ро	р	з	ко	кт	пп	сз
ЭвСЧВ	сз	пп	кт	ко	/з	р	ро	пд	Т	Д	А	З	/з	/р	де	ми
ИвИМВ	пп	сз	ко	кт	р	/з	пд	ро	Д	Т	З	А	/р	/з	ми	де
ЭвИМР	кт	ко	сз	пп	де	ми	/з	/р	А	З	Т	Д	ро	пд	з	р
ИвСЧР	ко	кт	пп	сз	ми	де	/р	/з	З	А	Д	Т	пд	ро	р	з
ЭвСМР	/з	/р	де	ми	сз	пп	кт	ко	з	р	ро	пд	Т	Д	А	З
ИвИЧР	/р	/з	ми	де	пп	сз	ко	кт	р	з	пд	ро	Д	Т	З	А
ЭвИЧВ	ро	пд	з	р	кт	ко	сз	пп	де	ми	/з	/р	А	З	Т	Д
ИвСМВ	пд	ро	р	з	ко	кт	пп	сз	ми	де	/р	/з	З	А	Д	Т

Рис. 2. Таблица интертипных отношений

Наиболее комфортная атмосфера складывается в квадрате «Альфа». Наименее комфортны отношения в квадрате «Гамма», которая является атиподом первой. В квадратах «Бета» и «Дельта» атмосфера промежуточная по своей комфортности [8]. Следовательно, выстраивается обобщённый ряд комфортности, состоящий из четырёх последовательных ступеней:

1. Наиболее комфортные - альфа-отношения.
2. Средней комфортности - дельта-отношения.
3. Комфортность ниже средней - бета-отношения.
4. Наименее комфортные (дискомфортные) - гамма-отношения.

Все шестнадцать отношений образуют ряд, приведённый в табл. 1, где ДУ(Д) - дуальные отношения, АК(А) - отношения активации, ЗЕ(З) - зеркальные, ТО(Т) - тождественные, ПД(пд) - полудуальные, ПЗ(>з) - прямой заказ, РО(р) - родственные, МИ(ми) - миражные, ОЗ(>з) - обратный заказ, ОР(р) - обратная ревизия, ДЕ(де) - деловые, ПО(пп) - погашения, КВ(кт) - квазитожества, КФ(ко) - конфликтные, СЗ(сз) - суперэго.

Таблица 1

Интертипные отношения внутри квадр

ДУ, АК, ЗЕ, ТО	ПД, ПЗ, ПР, РО	МИ, ОЗ, ОР, ДЕ	ПО, КВ, КФ, СЗ
Альфа	Дельта	Бета	Гамма

Проводимые исследования на протяжении более десяти лет на кафедре прикладных информационных технологий и программирования (ПИТиП), направленные на разработку методики формирования команд, показали, что среди обучающихся по направлениям подго-

товки в области информационных технологий крайне редко в учебных группах имеется возможность сформировать коадру. Если такое и происходит, то в основном это коадра типа «Гамма». Поэтому формирование проектной группы только на основе интертипных отношений является нецелесообразным. Чтобы группа выполняла поставленные перед ней проектные задачи, а не занималась только налаживанием межличностных отношений, предложено дополнительно с определением интертипных отношений использовать определяемые для каждого многовариантного типа личности в МвПРОР-технологии [5] наиболее предпочтительные виды обеспечения деятельности обучающихся.

Применительно к направлениям подготовки Института информационных технологий и автоматизированных систем (ИТиАС) (09.03.01 Информатика и вычислительная техника, 09.03.02 Информационные системы и технологии, 09.03.03 Прикладная информатика), где и проводилось данное исследование, с нашей точки зрения, наиболее значимыми для реализации именно информационных проектов (разработка информационных систем и технологий, программно-аппаратных комплексов и т.п.) являются следующие виды обеспечения: информационное, алгоритмическое, программное и техническое.

Если взять за основу классическую последовательность стадий проектирования, приведённую в ГОСТ 34.601-90 «Автоматизированные системы. Стадии создания», информационный проект, который может быть реализован обучающимися института ИТиАС, будет иметь структуру, представленную в табл. 2.

Таблица 2

Структура информационного проекта

Этап	Вид обеспечения	Кто реализует
Организация проекта	Концептуальное, методическое, организационное	Преподаватель
Техническое задание	Информационное	Обучающийся
Эскизный проект	Информационное, алгоритмическое	Обучающийся
Технический проект	Алгоритмическое, программное	Обучающийся
Рабочий проект	Программное, техническое	Обучающийся

Преподаватель (возможно с участием обучающихся) на начальной стадии проекта формирует задание, определяет состав проектных команд, определяет сроки проектирования и требования к проекту. Остальные стадии реализуют обучающиеся с соответствующими предпочтительными видами обеспечения, определёнными посредством МвПРОР-технологии:

– *информационное обеспечение* включает описание информационных потоков в создаваемой системе, информационных процессов, баз данных;

– *алгоритмическое обеспечение* включает представление работы создаваемой системы в виде блок-схемы, описание спецификаций входных и выходных данных;

– *программное обеспечение* включает программирование модулей системы, их тестирование, отладку и сборку.

– *техническое обеспечение* включает определение требований к аппаратным средствам, определение спецификаций аппаратных средств, на которых система будет реализована, конфигурирование аппаратных средств.

Исходя из этого, в каждую проектную группу должны войти участники с определёнными для них предпочтительными видами обеспечения: ИО - информационное, АО - алгоритмическое, ПО - программное, ТО - техническое.

После предварительного формирования проектных команд для участников с учетом дополняющих видов обеспечения по рис. 2 определяются интертипные отношения. Если в группах наблюдаются некомфортные отношения, то составы групп корректируется, пока не будут исключены эти типы отношений. В табл. 3 приведены сформированные по двум критериям (в группах студенты с дополняющими видами обеспечения, исключены некомфортные интертипные отношения) проектные группы обучающихся 1 курса ИИТиАС, для которых по МвПРОР-технологии определены предпочтительные виды обеспечения и доминирующие типы. В командах наблюдаются в основном только комфортные отношения по шкале комфортности от 7 до 1, за исключением одного отношения квазитожества, имеющего по шкале комфортности значение -1.

Опираясь на проведенные исследования можно утверждать, что формировать эффективные проектные команды следует на основе комплексного подхода, включающего в себя типирование личности с определением предпочтительных видов обеспечения деятельности (МвПРОР-технологии) и определение интертипных отношений. Поскольку влияние руководителя проекта при формировании распределенной команды значительно снижено, то для обеспечения эффективной коммуникации через социальные сети целесообразно использовать этот подход если не как руководство к действию, то хотя бы как рекомендацию для понимания кто работает в команде. Такой подход позволяет исключить контрпродуктивные межличностные конфликты и некомфортные взаи-

моотношения между представителями разных типов личности и достичь поставленные цели в ходе реализации проектов по дисциплине Проектная деятельность.

Таблица 3
Проектные команды студентов
1 курса ИИТиАС

ИВТ-15			
Команды	Виды обеспечения	Доминирующие типы	Интертипные отношения
1 команда			
Фамилия 1	информационное	ИвСМР	Тождество, полудуальные Т ПД
Фамилия 2	программное	ИвСМР	
Фамилия 3	техническое	ЭвСЧР	
Фамилия 4	алгоритмическое	ИвСМР	
2 команда			
Фамилия 5	программное	ИвСМР	Тождество, полудуальные Т ПД
Фамилия 6	техническое	ЭвСЧР	
Фамилия 7	информационное	ИвСМР	
Фамилия 8	алгоритмическое	ИвСМР	
3 команда			
Фамилия 9	информационное	ИвСЧР	Тождество, полудуальные, зеркальные Т ПД З
Фамилия 10	программное	ЭвСМР	
Фамилия 11	техническое	ИвСЧР	
Фамилия 12	алгоритмическое	ИвСМВ	
ИП-15			
1 команда			
Фамилия 13	программное	ИвСМВ	Зеркальные, заказ, полудуальные З з> ПД
Фамилия 14	техническое	ЭвСМР	
Фамилия 15	информационное	ЭвИМВ	
Фамилия 16	алгоритмическое	ИвСМВ	
2 команда			
Фамилия 17	техническое	ЭвСМВ	Тождество, квазитожество Т КТ
Фамилия 18	программное	ЭвСМВ	
Фамилия 19	информационное	ЭвСМР	
Фамилия 20	алгоритмическое	ЭвСМВ	
3 команда			
Фамилия 21	программное	ЭвСМР	Тождество, полудуальные Т ПД
Фамилия 22	техническое	ИвСЧР	
Фамилия 23	информационное	ИвСЧР	
Фамилия 24	алгоритмическое	ЭвСМР	

Список использованных источников

1. Прохоров А. Социальные сети и Интернет // Компьютер пресс. - 2006. - № 10. - С. 80-85.
2. Воропаев В.И. (ред.) Управление проектами: Основы профессиональных знаний. На-

циональные требования к компетенции специалистов. - М.: ЗАО «Проектная практика», 2010. - 256 с.

3. Авдеев В.П. и др. Многовариантная технология профессиональной ориентации и адаптации обучения // Изв. вузов. Чёрная металлургия, 1998, № 6. С. 44-53.

4. К вопросу о многовариантных типах и коллективах людей/ В.П.Авдеев, Е.П. Пермякова (Фетинина), С.Д. Коткин// Изв. вуз. Чёрная металлургия, 1996, № 4. С.55-60.

5. Фетинина Е.П. Человеческая многовариантность в познании и созидании: монография. - Новокузнецк: Изд. СибГИУ, 2001. - 136 с.

6. Гуленко В.В. Гуманитарная соционика. - М.: Чёрная белка, 2009. - 344 с.

7. Микелсоне В.Л. Соционика. - Рига: Общество SOCIONIKA, 2011. - 224 с.

8. Гуленко В.В. Построение шкалы комфортности интертипных отношений. 2011. <http://www.socioniko.net/article/?id=102>.

9. Гуленко В.В. Менеджмент слаженной команды. - М.: Астрель, 2008. - 190 с.

10. Мальская Е.Н. Методика подсчёта коэффициента комфортности для малых социальных групп // Соционика, ментология и психология личности, 2005, № 2. - С. 3-6.

УДК 681.3

Руцков А.Л., Бурковский В.Л., Акиндинова Е.В. СТРУКТУРНО-АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СЕТЕВЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Филиал ПАО «МРСК Центра» - «Воронежэнерго»
Воронежский государственный технический университет
Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

В статье рассматриваются структурная и алгоритмическая реализации элементов программного комплекса оптимизации производственных показателей территориальных сетевых организаций с использованием нечётких нейронных регуляторов.

Территориальные сетевые организации (ТСО) являются физической базой организации технологического процесса передачи и потребления электроресурсов. Одним из основных показателей эффективности в данном случае (наряду с уровнем напряжения и частотой питающей сети) является степень минимизации потерь активной мощности.

Оптимизация производственных показателей ТСО по критерию минимума потерь мощности в наиболее общем виде основывается на применении целевой функции (1), в выражении которой использованы следующие обозначения:

W - потери мощности в элементах ТСО;

R_{Σ} , L - соответственно эквивалентное активное сопротивление и длина элементов транспорта энергоресурсов ТСО (ЛЭП, шины);

$\Delta U_{\%}$ - изменение величины питающего напряжения в процентном выражении от номинального значения;

ΔP_{xxi} - мощность потерь холостого хода элементов ТСО;

T_{pi} - число часов работы ТСО;

Δp_{kopi} - средние удельные потери на корону;

k_{Ukopi} - коэффициент потерь на корону:

$$F_j = \sum_{i=1}^k W_i = \sum_{i=1}^k \left[\frac{\left(\sqrt{P_i(U)^2 + Q_i(U)^2} \right) \cdot R_{\Sigma i}}{U_i^2} \cdot \left(\frac{1}{\left(1 - \frac{\Delta U_{\%i}}{100} \right)^2} - 1 \right) + \Delta P_{xxi} \cdot T_{pi} \cdot \left(\frac{U_i}{U_{номi}} \right)^2 + \Delta p_{kopi} \cdot L_i \cdot k_{Ukopi} \right] \rightarrow \min, \quad (1)$$

При этом должны выполняться следующие ограничения:

$$\begin{cases} |P_{vni} + P_{ci}| > 0; \\ |Q_{vni} + Q_{ci}| > 0; \\ i = 1, \dots, k; \end{cases} \quad (2)$$

где P_{vni} , Q_{vni} - значения внутренних перетоков активной и реактивной мощности элементов