

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра Экономическая теория и окружающей среде

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой Т.И. и С.С.
Триходкин Н.Т. д.т.н. профессор
(Ф.И.О., ученая степень, звание)
« » 20__ г.
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Анализ и оценка риска воздействия
электромагнитного поля ЛЭП 220-500 кВ.

Специальность Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды

Выполнил (а) Спазхан А.Б. ЭЭР-10-1
(Фамилия и инициалы) группа

Научный руководитель Дусебаев М.Ж. д.т.н. профессор
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

Консультанты:

по экономической части:

Самыгин Л.М. к.т.н.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Л.М. « 07 » 06 2014 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:

Дусебаев М.Ж. д.т.н. профессор
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
М.Ж. « 06 » июля 2014 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:

Дусебаев М.Ж. д.т.н. профессор
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
М.Ж. « 06 » июля 2014 г.
(подпись)

(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
« » 20__ г.
(подпись)

Нормоконтролер: Ханымжанов М.Е. д.т.н. профессор
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
М.Е. « 06 » июня 2014 г.
(подпись)

Рецензент: _____
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
« » 20__ г.
(подпись)

Алматы 2014 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет Электротехники
Специальность Электрические технологии и качество окружающей среды
Кафедра Электротехники и электротехнической среды

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Сраулин Жас Бектисбаевич
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта Анализ и оценка риска воздействия электромагнитного поля ЛЭП 220-500кВ

утверждена приказом ректора № 115 от «24» сентября 2013 г.

Срок сдачи законченной работы « » 15 2014 г.

Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов проектирования (исследования) и исходные данные объекта

Перечень подлежащих разработке дипломного проекта вопросов или краткое содержание дипломного проекта:

1. Анализ влияния воздействия электромагнитного поля на организм человека
2. Анализ риска воздействия электромагнитного поля на организм человека
3. Анализ влияния электромагнитного поля на организм человека
4. Анализ влияния электромагнитного поля на организм человека
5. Анализ влияния электромагнитного поля на организм человека

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

- 1. Карта существующих периодического магнитного поля напряженности H_c Тл
- 2. Картографический индивидуальный риск
- 3. Картографический комплексный риск
- 4. Карта процесса управления рисками
- 5. Структура системы управления природными и техногенными рисками
- 6. Карта распределения напряженности ЭП в ОРЭБ БСЭВ
- 7. Карта существующей напряженности и продолжительности пребывания человека в электрическом поле напряженности $E_{эф}$ кВ/м

Рекомендуемая основная литература

- 1. Энергия электричества. Учебное пособие / Под общей редакцией П. А. Фурманова. М.: Энергостроительство МЭИ, 2003. - 716 с.
- 2. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В. В. Павлов, В. А. Жукович, А. Е. Зенков и др. - М.: Издательский центр "Академия", 2008. - 336 с.
- 3. Электронные риски: расчет, управление, страхование: Учеб. пособие / В. Н. Фокин. - М.: ВНИИЭТ, 2007. - 360 с.
- 4. Оценка существующей среды в энергетике Учебное пособие / Под редакцией А. И. Савицкого. Изд. МЭИ, 1988, 89 с.
- 5. Вопросы техники безопасности в электростанциях. Учебное пособие для студентов вузов / Л. А. Дашин. Москва Энерг.-т, 1984. 442 с.

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
технического риска	Амиханова Л. И.	07.01.2014	<i>Л. И. Амиханова</i>
природного	Амосов А. К.	17.03-06.06.14	<i>А. К. Амосов</i>
техногенного	Амосов А. К.	17.03-06.06.14	<i>А. К. Амосов</i>
общего			

Г Р А Ф И К
подготовки дипломного проекта

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
1	Цели и задачи дипломного проекта	17.03.2014	
2	Основные характеристики ЭЭП	18.03.2014	
3	Цели и задачи дипломного проекта	19.03.2014	
4	Цели и задачи дипломного проекта	21.03.2014	
5	Цели и задачи дипломного проекта	24.03.2014	
6	Цели и задачи дипломного проекта	26.03.2014	
7	Цели и задачи дипломного проекта	28.03.2014	
8	Цели и задачи дипломного проекта	31.03.2014	
9	Цели и задачи дипломного проекта	1.04.2014	
10	Цели и задачи дипломного проекта	02.04.2014	
11	Цели и задачи дипломного проекта	04.04.2014	
12	Цели и задачи дипломного проекта	09.04.2014	
13	Цели и задачи дипломного проекта	16.04.2014	
14	Цели и задачи дипломного проекта	30.04.2014	
15	Цели и задачи дипломного проекта	05.05.2014	
16	Цели и задачи дипломного проекта	09.05.2014	
17	Цели и задачи дипломного проекта	13.05.2014	
18	Цели и задачи дипломного проекта	15.05.2014	
19	Цели и задачи дипломного проекта	19.05.2014	

Дата выдачи задания « » 20 г.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Руководитель _____
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению студент _____
(подпись) (Фамилия и инициалы)

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте рассмотрены проблемы воздействия электромагнитного поля на организм человека и основные меры защиты от него. В проекте использована карта ЛЭП-500 кВ. В ходе работы была рассчитана напряженность электрического поля и экранирующее устройство для ВЛ-500 кВ. Также была произведена оценка риска воздействия.

АҢДАТПА

Дипломдық жобада электромагнитті өрістің адам ағзасына әсері және одан қорғану шаралары қарастырылды. Жобада ЭТЖ-500 кВ-дағы карта пайдаланылды. Жұмыс барысында электр өрісінің қуаттылығы ЭЖ-500 кВ үшін экрандау құрылғысы есептелді. Сондай-ақ тәуекелділіктің әсері өңделді.

ANNOTATION

In the degree project problems of influence of an electromagnetic field on a human body and the main measures of protection from it are considered. In the project the map of the high voltage line of 500 kV is used. During work intensity of electric field and the shielding device for AL of 500 kV was calculated. Also the assessment of risk of influence was made.

Содержание

Введение	7
1. Состояние проблемы воздействия электромагнитного поля на организм человека	9
1.1. Биологическое действие электромагнитного поля	9
1.2. Основные характеристика электромагнитного поля	12
1.3. Нормативы	16
1.4. Основные меры защиты	25
1.5. Напряженность электрического поля	27
2. Оценка риска воздействия	40
2.1. Понятие «риска», виды и допустимая величина риска	41
2.2. Система управления риском	43
2.3. Методы определение риска	48
3. Электронная карта напряженности электромагнитного поля	52
3.1. «Географическая информационная система» понятие.	52
3.2. Основные понятия и описание программы	57
3.3. Электронная карта ЛЭП-500кВ	59
4. Безопасность жизнедеятельности	60
4.1. Общие положения	60
4.2. Анализ условий труда в помещениях подстанции	60
4.3. Разработка мероприятий по улучшению условий труда	63
5. Экономическая часть	69
5.1. Общая часть	69
5.2. Показатели финансово-экономической эффективности инвестиции	70
Заключение	76
Список использованных литератур	78

ВВЕДЕНИЕ

Технический прогресс, который опирается на использование электроэнергетики, глубоко проник во все сферы деятельности человека. Вместе с тем эксплуатация установок высокого напряжения сопровождается воздействием электромагнитного поля. В настоящее время мировой общественностью признано, что электромагнитное поле искусственного происхождения является важным значимым экологическим фактором с высокой биологической активностью.

Важнейшим же моментом любой электрической энергосистемы является межсистемные электрические сети высокого напряжения. Принимая во внимание огромные масштабы нашей страны, нельзя не отметить значительную протяженность межсистемных сетей, что обуславливает необходимость длительного нахождения обслуживающего персонала в зоне влияния электромагнитного поля, возникающего при работе электроустановок высокого напряжения. Общеизвестно, что такое пребывание вызывает определенные негативные изменения в организме человека.

Электромагнитное поле - вид материи, определяемый во всех точках двумя векторными величинами, которые характеризуют две его стороны, называемые «электрическое поле» и «магнитное поле», оказывающий силовое воздействие на электрически заряженные частицы, зависящее от их скорости и электрического заряда.

Изучения биологического действия ЭМП промышленной частоты, проведенные в нашей стране в 60-70-х годах прошедшего века [1]. Были нацелены и в основном на деяние электрической сочиняющей, так как экспериментальным маршрутом важного био деяния магнитной сочиняющей при обычных уровнях никак не было найдено. В 70-х годах для народонаселения сообразно электрическому полю промышленной частоты были введены нормативы и сообразно истиннее время считаются одними из самых твёрдых в мире. Вдогон из-за этим, в 80-е годы XX века на складе глобальных эпидемиологических обследований народонаселения, живущего и критериях облучения магнитными полями высоковольтных рядов, как неопасный степень для критерий длительного облучения, никак не погружающий к онкологическим болезням, самостоятельно приятель от приятеля шведскими и южноамериканскими спецами была рекомендована размер плотности потока магнитной индукции. Данный зарубежный эталон и явился основой для вступления норматива сообразно магнитному полю в государствах СНГ . «Препядствия электромагнитного мониторинг» технических средств, являющихся источниками ЭМП разного возникновения, деятельно исследуются с середины прошедшего века. Изучениям в данной области посвящено много дел.

В настоящее время методическая база электромагнитного мониторинга объектов энергосистем практически отсутствует. Вопросы электромагнитной обстановки территорий, зданий и помещений с точки зрения загрязнения

полями элементов энергосистем рассматриваются лишь эпизодически. В связи с этим возникает необходимость проведения исследований и накопления опыта в области создания технологий электромагнитного мониторинга окружающей среды по фактору электрических и магнитных полей промышленной частоты.

Таким образом, исследования, направленные на обеспечение экологической безопасности при эксплуатации электрооборудования ЛЭП и подстанций высокого напряжения, на разработку способа прогнозирования степени опасности на организм обслуживающего персонала при воздействии электромагнитного поля, на составление карт распределения уровней напряженности электромагнитного поля на исследуемых энергетических объектах являются актуальными и отличаются новизной.

1. Состояние проблемы воздействия ЭМП на организм человека

1.1. Биологические действие

В загрязнение находящегося вокруг места электрическими и магнитными полями промышленной частоты конкретный взнос вносят объекты электроэнергетики, в первую очередь ВЛ и подстанции высочайшего напряжения, электрифицированный автотранспорт, массивные промышленные установки, а еще различные домашние электроприборы. Проблема электромагнитной обстановки как фактора отрицательного воздействия на настроение и самочувствие человека привлекает все наибольшее интерес населения, при данном нередко опасность преувеличивается сообразно фактору недочета познаний в данном вопросе или сообразно контурным суждениям, таковым как рвение отыскать рынки реализована приборов для измерения характеристик полей либо приборов и способов падения напряженности полей.

В взаимосвязи с развитием электроэнергетики, постоянно расширяющимся использованием массивных электротехнических и электрических приборов на производстве, транспорте и в обиходе преломления электромагнитной обстановки становятся все наиболее видными, а напряженности электра и магнитных полей на трудящихся местах, к образцу на объектах электроэнергетики, имеют все шансы значительно превосходить напряженности природных полей. Исследованию воздействия электромагнитной обстановки на положение самочувствия человека в крайние годы придается все огромное смысл. Наверное обусловлено, в частности, выходом в свет известий о завышенном риске раковых болезней у людей, продолжительно живущих поблизости легких ЛЭП высочайшего напряжения, будто связывается с воздействием на организм человека электромагнитного поля, творимого токами в проводах рядов; претензиями персонала объектов электроэнергетики напряжением больше 220 кВ на смещение в худшую сторону здоровья при продолжительном действии электро и магнитных полей промышленной частоты на трудящихся местах и т.д.

Воздействие на сердитую систему

На уровне сердитой клеточки, структурных образований сообразно передачи сердитых импульсов (синапсе), а еще на уровне отделенных сердитых текстур появляются значительные отличия при действии ЭМП маленькой интенсивности. Меняется верховная сердитая активность, память у людей, имеющих контакт с ЭМП. Данные личика имеют все шансы обладать расположение к развитию стрессовых реакций. Изучение проявили будто конкретные текстуры головного мозга имеют завышенную аффектация к ЭМП. Конфигурации проницаемости гематоэнцефалического барьера имеет возможность привести к неожиданным и негативным результатам [1].

Главные исследования, произведенные в Казахстане, и изготовленные монографические обобщения, предоставляют базу отнести сердитую систему

к одной из более восприимчивых систем в организме человека к действию ЭМП. На уровне сердитой клеточки, структурных образований сообразно передачи сердитых импульсов (синапсе), на уровне отделенных сердитых текстур появляются значительные отличия при действии ЭМП маленькой интенсивности. N – численность обследованных лиц; M – среднее смысл отклонений от общепризнанных мерок, %; m – среднеквадратичное аномалия, % общепризнанных мерок.

Воздействие на иммунную систему

В наше время накоплено довольно этих, предписывающих на негативное воздействие ЭМП на иммунологическую реактивность организма. Исходя из итогов изучений экспертов Казахстана разрешено отдать базу чтоб полагать, будто при действии ЭМП нарушаются процессы иммуногенеза, почаше в сторону их подавления. Выявлено еще , будто у животных, облученных ЭМП, меняется нрав инфекционного процесса – движение инфекционного процесса отягощается. Происхождение аутоиммунитета связывают никак не столько с конфигурацией антигенной текстуры тканей, насколько с патологией иммунной системы, в итоге что она откликается супротив обычных тканевых антигенов. Исходя из данной концепции, базу всех аутоиммунных состояний сочиняет в первую очередность иммунодефицит сообразно тимусзависимой клеточной популяции лимфоцитов.

Воздействие ЭМП больших интенсивностей на иммунную систему организма имеет место быть в угнетающем результате на T-систему клеточного иммунитета. ЭМП имеют все шансы содействовать неспецифическому подавлению иммуногенеза, ужесточению воспитания антител к тканям фрукта и стимуляции аутоиммунной реакции в организме беременной самки.

Воздействие на эндокринную систему и нейрогуморальную реакцию. В работах экспертов еще в 60-е годы в трактовке приспособления многофункциональных нарушений при действии ЭМП водящее пространство отводилось переменам в гипофиз-надпочечниковой системе. Изучения экспертов проявили, будто при деянии ЭМП, как верховодило, происходила активизация гипофизарно-адреналиновой системы, будто было сопровождаемым повышением содержания адреналина в крови, активацией действий свертывания крови. Было выявлено и признано, будто одной из систем, раненко и закономерно привлекающей в ответную реакцию организма на действие разных причин наружной среды, считается система гипоталамус-гипофиз-кожура надпочечников. Итоги этих изучений доказали наверное состояние [1].

Аномалия душевно-сосудистой системы, диагностируемая у людей, работающих в критериях действия электромагнитных полей маленькой интенсивности, предоставлена нейроциркуляторной дистонией, гипертонической болезнью, нарушением сердечного ритма, атеросклерозом и миокардиосклерозом. Сообразно этим изучений, отмечается

маленькое повышение систолического выброса и минутного размера крови, еще понижение периферического сосудистого противодействия, условно маленькое поднятие тонуса артерий мышечного вида, никак не грубо воплощенные конфигурации ЭКГ (небольшие нарушения атриовентрикулярной и внутри желудочковой проводимости, нерезкие диффузные мышечные конфигурации, симптомы коронарной недостаточности).

Таблица 1.1. Показатели сердечно-сосудистой системы [1]

Показатель сердечно-сосудистой системы	Значение показателя	Случаи отклонения от нормы, %, на ПС	
		220 кВ	500 кВ
Максимальное артериальное давление, мм рт.ст.	Ниже 100	3,1	16,9
	Выше 130	4,7	8,8
Минимальное артериальное давление, мм рт.ст.	Ниже 60	6,3	20,1
	Выше 90	4,7	9,6
Пульс, удары в минуты	Ниже 60	7,9	23,3
	Выше 80	7,9	15,3

В настоящее время учеными разных стран изучено влияние сверхвысоких частот электромагнитного излучения на клеточном уровне на состояние кардиомиоцитов и разработаны математические модели влияния ЭМП на клетки сердца и сосудов.

Таблица 1.2. Допустимые уровни воздействия электрического поля ЛЭП [7]

ПДУ, кВ/м	Условия облучения
1	2
0,5	внутри жилых зданий
1,0	на территории зоны жилой застройки
5,0	в населенной местности вне зоны жилой застройки; (земли городов в пределах городской черты в границах их перспективного развития на 10 лет, пригородные и зеленые зоны, курорты, земли поселков городского типа в пределах поселковой черты и сельских населенных пунктов в пределах черты этих пунктов) а также на территории огородов и садов;
10,0	на участках пересечения воздушных линий электропередачи с автомобильными дорогами I – IV категорий;

1	2
15,0	в ненаселенной местности (незастроенные местности, хотя бы и часто посещаемые людьми, доступные для транспорта, и сельскохозяйственные угодья);
20,0	в труднодоступной местности (недоступной для транспорта и сельскохозяйственных машин) и на участках, специально выгороженных для исключения доступа населения.

В пределах санитарно-защитной зоны ВЛ строго запрещается:

- размещать жилые и общественные здания и сооружения;
- устраивать площадки для стоянки и остановки всех видов транспорта;
- размещать предприятия по обслуживанию автомобилей и склады нефти и нефтепродуктов;
- производить операции с горючим, выполнять ремонт машин и механизмов.

Можно, хотя это не всегда обоснованно, делать выводы о влиянии МП на здоровье человека на основе экспериментов с живыми клетками вне организма и даже с подопытными животными. Так, например, индийскими учеными были проведены исследования влияния МП на крыс, куриные эмбрионы и растения. Установлено (рис. 2.3), что МП с напряженностью более 4 А/м (соответствует индукции 5 мкТл) увеличивает жизнеспособность лимфоцитов (T_d), что соответственно неблагоприятно отражается на составе крови.

Некоторые нарушения и последствия воздействия ЭМП на человека



Рисунок 1.1.

1.2. Основные характеристика ЭМП

Электромагнитное поле — базовое физическое поле, взаимодействующее с электрически заряженными телами, а еще с телами, имеющими личные дипольные и мультипольные электрические и магнитные факторы. Электромагнитное поле дает собой совокупность электрического и магнитного полей, которые имеют все шансы, при конкретных критериях, вызывать друг-друга, а сообразно сущности считаются одной сутью, формализуемой через тензор электромагнитного поля. Электромагнитное поле (и его модифицирование со временем) описывается в электродинамике в традиционном приближении по средствам системы уравнений Максвелла. При переходе от одной инерциальной системы отсчета к иной электрическое и магнитное поле в новейшей системе отсчета—любое находится в зависимости от двух—электрического и магнитного—в старенькой, и наверное еще 1 из обстоятельств, принуждающая разглядывать электрическое и магнитное поле как проявления одного электромагнитного поля. В наши дни формулировка электромагнитного поля представлено тензором электромагнитного поля, составляющими которого считаются 3 составляющая напряжённости электрического поля и 3 составляющая напряжённости магнитного поля (либо—магнитной индукции), а еще четырёхмерным электромагнитным потенциалом — в конкретном отношении еще наиболее принципиальным [2]. Деяние электромагнитного поля на заряженные тела описывается в традиционном приближении средством силы Лоренца. Квантовые характеристики электромагнитного поля и его деяния с заряженными частичками (а еще квантовые исправления к традиционному приближению) —предмет квантовой электродинамики, хотя часть квантовых параметров электромагнитного поля наиболее либо менее удовлетворительно описывается упрощённой квантовой теорией, исторически появившейся приметно ранее. Недовольство электромагнитного поля, распространяющееся в месте, именуется электромагнитной волной (электромагнитными волнами). Неважно какая электромагнитная волна распространяется в порожнем месте (вакууме) с схожей скоростью — скоростью света (свет еще считается электромагнитной волной). В зависимости от длины волны электромагнитное излучение разделяется на радиоизлучение, свет (в том количестве инфракрасный и солнечное излучение), рентгеновское излучение и гамма-излучение[4].

ЭМП характеризуются ниже перечисленными параметрами. Период и частота. Временем T электромагнитного колебания именуют меньший промежуток времени, сообразно истечению которого повторяются смысла всех величин, описывающих сомнение. Количество полных шатанийиз-за штуку медли T именуется частотой f электромагнитных колебаний:

$$f = \frac{1}{T} \quad (1.1)$$

Частота электромагнитного колебания (частота переменного ЭМП) имеет размерность герц (Гц). Кратными единицами являются килогерц (1 кГц = 10³ Гц), мегагерц (1 МГц = 10⁶ Гц) и гигагерц (1 ГГц = 10⁹ Гц).

Круговой частотой ω переменного ЭМП называют число колебаний, которые совершаются за 2π единиц времени:

$$\omega = 2\pi f = 2\pi/T \quad (1.2)$$

Угловая частота имеет размерность радиан в секунду. Электромагнитные поля частотой, равной нулю, называются статическими (электростатическими и магнитостатическими) [6].

В современной технике чаще всего используют электротехническую шкалу источников ЭМП:

низкочастотные (НЧ) - от 0 до 60 Гц;

среднечастотные (СЧ) - от 60 Гц до 10 кГц;

высокочастотные (ВЧ) - от 10 кГц до 300 МГц;

сверхвысокочастотные (СВЧ) - от 300 МГц до 300 ГГц.

Скорость и длина волны. Электромагнитной волной называется распространяющееся в пространстве (или среде) переменное электромагнитное поле. Скорость v , м/с, распространения электромагнитной волны определяется свойствами среды:

$$v = 1/\sqrt{\epsilon\mu}, \quad (1.3)$$

где, ϵ - абсолютная диэлектрическая проницаемость среды, имеющая размерность фарада на метр (Ф/м);

μ - абсолютная магнитная проницаемость среды, имеющая размерность генри на метр (Гн/м). В вакууме $\epsilon = \epsilon_0$, $\mu = \mu_0$, где $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м - электрическая постоянная; $\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6}$ Гн/м - магнитная постоянная. В вакууме скорость волны, м/с, в соответствии с (5.12) равна:

$$v = 1/\sqrt{\epsilon_0\mu_0} = c = 2,998 \cdot 10^8.$$

Длиной волны λ называется расстояние, на которое распространяется фронт электромагнитной волны за время T , равное периоду колебаний в источнике (длину волны можно также определять как ближайшее расстояние между точками ЭМП с одинаковыми фазами, м):

$$\lambda = v/f \quad (1.4)$$

Интенсивность. В гигиене труда интенсивность ЭМП характеризуется следующими величинами в диапазоне частот 0...300 МГц:

E - среднеквадратическое значение напряженности электрического поля, выражаемой в вольтах на метр (В/м);

H - среднеквадратическое значение напряженности магнитного поля, имеющее размерность ампер на метр (А/м), либо B - магнитная индукция, выраженная в тесла (Тл).

Для поля в вакууме справедливо соотношение

$$B = \mu_0 H \quad (1.5)$$

В воздухе на расстояниях от источника, больших длины волны (в дальней зоне), напряженности E и H связаны простым соотношением

$$E/H = Z_0, \quad (1.6)$$

где, Z_0 - волновое сопротивление свободного пространства, равное 377 Ом.

В диапазоне частот 300 МГц...300 ГГц интенсивность ЭМП характеризуется S - плотностью потока энергии, выраженной в ваттах на квадратный метр (Вт/м²). Для дальней зоны справедлива формула:

$$S = E^2/377 = 377 H^2. \quad (1.7)$$

Пространство кругом источника (излучателя) ЭМП разделяют на ближайшую (индукции) и далекую (излучения) зоны действия. Ближайшая зона (зона индукции). Перед близкой зоной действия воспринимается зона, в которой электромагнитное (волновое) поле еще никак не сформировано на расстоянии. В случае одновременной работы нескольких источников в данной зоне принимается суммарное значение квадратов напряженности поля:

$$E_{\Sigma}^2 = \sum_{i=1}^N E_i^2, \quad (1.8)$$

где E_i - напряженность электрического поля i -го источника в точке измерения.

Дальняя зона (зона излучения). В дальней зоне на расстояниях существует и распространяется электромагнитное поле, и здесь выражены обе его составляющие - электрическая и магнитная, исходя из этого в диапазонах 9...11 частот ЭМП оценивается поверхностной плотностью потока энергии (ППЭ), выраженной в ваттах на квадратный метр - Вт/м² (1 Вт/м² = 0,1 мВт/см² = 100 мкВт/см²).

При одновременном воздействии нескольких источников суммарное значение параметров ЭМП определяют по формуле

$$E^2 = E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_n^2, \quad (1.9)$$

где E_1, E_2, \dots, E_n - напряженности электрического поля, создаваемые каждым передатчиком в контролируемой точке данного диапазона, В/м.

Суммарная ППЭ_Σ от n источников на прилегающей территории для диапазонов 9...11 частот равна:

$$ППЭ_{\Sigma} = ППЭ_1 + ППЭ_2 + \dots + ППЭ_n. \quad (1.10)$$

При работе нескольких источников ЭМП различных диапазонов суммарное действие излучателей должно удовлетворять следующему требованию:

$$\sum_{i=1}^k \frac{E_i^2}{E_{0i}^2} + \sum_{l=1}^m \frac{W_s^l}{W_s^{0l}} \leq 1, \quad (1.11)$$

где, E_{0i} предельно допустимый уровень напряженности электрического поля для i -го источника на границе санитарно-защитной зоны;

W_s^{0l} - предельно допустимый уровень интенсивности излучения для l -го источника на границе санитарно-защитной зоны;

E_i, W_s^l - фактическое значение параметров; $i = 1, 2, \dots, k$; $l = 1, 2, \dots, m$.

1.3. Нормативы

Национальные системы стандартов считаются основой для реализации принципов электромагнитной сохранности. Зачастую, системы стандартов включают в себя нормативы ограничивающие значения электрических полей (ЭП), магнитных полей (МП) и электромагнитных полей (ЭМП) разных частотных диапазонов маршрутом вступления максимально возможных значений действия (ПДУ) для разных критерий облучения и разных контингентов.

Система стандартов сообразно электромагнитной сохранности формируется из Государственных стандартов (ГОСТ) и Санитарных правил и норм (СанПиН). Наверное взаимосвязанные документы, которые считаются неотъемлемыми для выполнения на всей местности Казахстана. Государственные стандарты Казахстана в области электромагнитной безопасности приведены в таблица 1.4

Таблица 1.3 Государственные стандарты в области электромагнитной безопасности Санитарные правила и нормы регламентируют гигиенические требования более подробно и в более конкретных ситуациях облучения [7].

Обозначение	Наименование
ГОСТ 12.1.002-84	Система стандартов безопасности труда. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряжённости и требования к проведению контроля
ГОСТ 12.1.006-84	Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
ГОСТ 12.1.045-84	Система стандартов безопасности труда. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля

В главном, санитарные нормы будут сопровождаемыми Методическими указаниями по проведению контролирования электромагнитной обстановки и проведению защитных событий. В зависимости от дела подвергающегося действию ЭМП человека к источнику излучения в критериях производства в эталон отличаются 2 вида действия: профессиональное и непрофессиональное. Для критерий профессионального действия типично обилие режимов генерации и разновидностей действия. ПДУ для профессионального и делетантского действия различаются друг от друга. Список Санитарных правил и Норм для разных категорий приведен в таблицах 1.5 и 1.4

Таблица 1.4. Санитарные нормы и правила для условий профессионального облучения электромагнитными полями [15]

Обозначение	Наименование
1	2
СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96	Санитарные правила и нормы. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)
СанПиН 2.2.2.542-96	Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электроннычислительным машинам и организации работы
ГН 2.1.8./2.2.4.019-94	Гигиенические нормативы. Временные допустимые уровни (ВДУ) воздействия электромагнитных излучений, создаваемых системами сотовой связи

1	2
ОБУВ № 5060-89	Ориентировочные безопасные уровни воздействия переменных магнитных полей частотой 50Гц при производстве работ под напряжением на воздушных линиях (ВЛ) электропередачи напряжением 220-1150 кВ
СН № 5802-91	Санитарные нормы и правила выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты (50 Гц)
СанПиН 2.2.4.723-98	Переменные магнитные поля промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях
ПДУ № 3206-85	Предельно-допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц
ПДУ № 1742-77	Предельно-допустимые уровни воздействия постоянных магнитных полей при работе с магнитными устройствами и магнитными материалами

Таблица 1.5. Санитарные нормы и правила для условий непрофессионального облучения (население) [16]

Обозначение	Наименование
ГН 2.1.8./2.2.4.019-94	Гигиенические нормативы. Временные допустимые уровни (ВДУ) воздействия электромагнитных излучений, создаваемых системами сотовой связи
СН № 2971-84	Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты
СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03	Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
МСанПиН 001-96	Межгосударственные санитарные нормы допустимых уровней физических факторов при применении товаров народного потребления в бытовых условиях
СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96	Санитарные правила и нормы. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)

На основании установления ПДУ лежит принцип пороговости вредоносного деяния ЭМП. В качестве ПДУ ЭМП употребляются эти смыслы, которые при каждодневном облучении в присутствии для предоставленного источника излучения режимах никак не вызывает у народонаселения в отсутствии ограничения пола и возраста болезней либо отклонений в состоянии самочувствия, обнаруживаемых передовыми способами изучения в период облучения либо в отдаленные сроки после его остановки.

В зависимости от такого в каком месте располагаться человек условно источника ЭМП он имеет возможность подчиняться действию электрической либо магнитной составляющей поля либо их сочетанию, а если присутствия в волновой зоне-действию сформированной электромагнитной волны. На основании вышеизложенного ориентируется нужный аспект контролирования сохранности. В доли притязаний ГОСТов и СанПиН сообразно проведению контролирования фиксировано, будто контроль значений ЭП исполняется сообразно значению напряженности ЭП - Е, В/м. Контроль значений МП исполняется на основании смысла напряженности МП - Н, А/м либо на основании смысла магнитной индукции - В, Тл. В зоне сложившейся волны контроль проводится сообразно плотности потока энергии (ППЭ), Вт/м². Система Санитарно-гигиенического нормирования ПДУ ЭМП для народонаселения ведется на основании принципа вступления ограничений для определенных случаев облучения.

Таблица 1.6. Предельно допустимые уровни электромагнитного поля для потребительской продукции, являющейся источником ЭМП [16]

Источник	Диапазон	Значение ПДУ	Примечание
Индукционные печи	20 - 22 кГц	Е=500 В/м Н=4 А/м	Условия измерения: расстояние 0,3 м от корпуса
СВЧ печи	2,45 ГГц	ППЭ=10 мкВт/см ²	Условия измерения: расстояние 0,50 ± 0,05 м от любой точки, при нагрузке 1 литр воды
	5 Гц - 2 кГц	Е _{пду} = 25 В/м	

Видеодисплейный терминал ПЭВМ		$V_{\text{пду}} = 250 \text{ нТл}$	Условия измерения: расстояние 0,5 м вокруг монитора ПЭВМ
	2 - 400 кГц	$E_{\text{пду}} = 2,5 \text{ В/м}$ $V_{\text{пду}} = 25 \text{ нТл}$	
	поверхностный электростатический потенциал	$V = 500 \text{ В}$	Условия измерения: расстояние 0,1 м от экрана монитора ПЭВМ
Прочая продукция	50 Гц	$E = 500 \text{ В/м}$	Условия измерения: расстояние 0,5 м от корпуса изделия
	0,3 - 300 кГц	$E = 25 \text{ В/м}$	
	0,3 - 3 МГц	$E = 15 \text{ В/м}$	
	3 - 30 МГц	$E = 10 \text{ В/м}$	
	30 - 300 МГц	$E = 3 \text{ В/м}$	
	0,3 - 30 ГГц	$\text{ППЭ} = 10 \text{ мкВт/см}^2$	

Таблица 1.7. Допустимые уровни воздействия ЭП ПЧ на населения от ЛЭП[7]

ПДУ ЭП ПЧ, кВ/м	Условия облучения
0,5	внутри жилых зданий
1,0	на территории зоны жилой застройки
5,0	в населенной местности вне зоны жилой застройки; (земли городов в пределах городской черты в границах их перспективного развития на 10 лет, пригородные и зеленые зоны, курорты, земли поселков городского типа в пределах поселковой черты и сельских населенных пунктов в пределах черты этих пунктов) а также на территории огородов и садов;
10,0	на участках пересечения воздушных линий электропередачи с автомобильными дорогами I – IV категорий;
15,0	в ненаселенной местности (незастроенные местности, хотя бы и часто посещаемые людьми, доступные для транспорта, и сельскохозяйственные угодья);
20,0	в труднодоступной местности (недоступной для транспорта и сельскохозяйственных машин) и на участках, специально выгороженных для исключения доступа населения.

Нормативы действия ЭМП. Электромагнитное поле, которая считается особенной формой существования материи, владеет цельный разряд характеристик - частота, интенсивность электрического и магнитного полей, фаза, поляризация, разряд модуляции, конструкция и т. д. Био активность не считая неких перечисленных характеристик теснее подтверждена и ступень их действия предусмотрена в поставленных максимально возможных уровнях.

Протяженность электромагнитных волн от 107 км до 10-11 см. В зависимости от их длин и частот принято отделять ионизирующие излучения (палитра- и рентгеновские), излучения оптического спектра (ультрафиолетовое, видимый свет, инфракрасное), радио- и низкочастотный спектр.

В истиннее время принято нормализовать электромагнитные поля отдельно для производственного персонала и народонаселения, т.е. людей мастерски связанных и несвязанных с созданием и работой в электромагнитных полях. При данном предусматривается, будто облучение народонаселения имеет возможность изготавливаться круглые сутки, а производственный персонал угождает в поле деяния электромагнитных полей лишь на производстве. На основании данного максимально возможные значения для производственного персонала в 2...3 раза больше, нежели для народонаселения.

Максимально возможные значения электромагнитных полей на производстве никак не обязаны превосходить на трудящихся местах производственного персонала, а для народонаселения - на селитебной местности, перед которой понимается земля населенного пт, отведенная перед жилые кварталы, публичные строения, парки, бульвары и т.п. Обобщенные санитарно-гигиенические нормативы действия электромагнитных полей приведены в матрица 1.10.

Таблица 1.8. Санитарно-гигиенические нормативы воздействия электромагнитных полей [15]

Диапазон, области применения	Нормируемые параметры	Допустимые значения
Постоянное магнитное поле, условия труда	В, мкТл	ПДУ – 10
Электростатическое поле, условия труда	Е, В/м	ПДУ – 60; ДУ = $60/t^{0.5}$, где $t = 1,2,3,...,9$ ч, в остальное время $E \leq 20$
Переменные электромагнитные поля 50 Гц, условия труда	Е, В/м	ПДУ – 25 (без средств защиты) <5-2 ч 5...10 – 3 ч > 10... 15 – 90 мин 15...20 – 10 мин

		> 20...25 – 5 мин
20...22 кГц, население	Е, В/м	Е _{пду} = 0,5
0,06...300 МГц, условия труда	В, мкТл Е, В/м В, мкТл	$V_{пду} = 5$ $E_{пду} = 50$ (0,06...3 МГц) $E_{пду} = 20$ (3...30 МГц) $E_{пду} = 10$ (30...50 МГц) $E_{пду} = 5$ (50...300 МГц) $V_{пду} = 6,3$ (0,06... 1,5 МГц) $V_{пду} = 0,38$ (30...50 МГц)
0,3...300 ГГц, условия труда	ППЭ (предельная поглощаемая энергия), Вт/м ²	$ППЭ_{26 дУ} = 10$ Дж/м ² (энергетическая нагрузка) $ППЭ_{26 дУ} = 20$ (от вращающихся и сканирующих антенн) $ППЭ_{26 дУ} = 2$ (в других случаях)

В современном обществе производственные и домашние условия оказывают просторный диапазон электромагнитных полей и излучений (ЭМП и ЭМИ). В качестве максимально возможного значения (ПДУ) облучения народонаселения воспринимаются эти смыслы электромагнитных полей, которые при каждодневном облучении в характерных для предоставленного источника излучения режимах никак не вызывают у народонаселения в отсутствии ограничения пола и возраста болезней либо отклонений в состоянии самочувствия.

Обнаруживаемых передовыми способами изучения в период облучения либо в отдаленные сроки после его остановки.

К образцу, максимально возможные смыслы напряженности электрического поля в спектре от 48,4 по 300 МГц в зоне размещения радиотелевизионных передающих станций находятся в зависимости конкретно от частоты и ориентируются сообразно формуле:

$$E_{пду} = 21f^{0,37}, \quad (1.12)$$

где, Е – предельно допустимое значение напряженности электромагнитного поля. В/м;

f – нормируемая частота электромагнитного поля, МГц.

Способы и средства охраны от ЭМП. Сообразно фактору с засорением находящейся вокруг среды таковыми физиологическими полями, как

электромагнитные излучения, нужна и охрана от них. Для верного выбора хороших средств охраны от электромагнитных полей необходимо найти главные свойства источников ЭМП: спектр частот, энергия и емкость излучения, режим работы, диаграмма направления, индивидуальности распространения в атмосфере, био действие, вид поляризации, их предназначение и т.п.

На основании характеристик частоты родника ЭМП, его силы и режима работы избирают те либо другие средства охраны от действия электромагнитных полей на человеческий организм.

События сообразно охране биологических объектов от ЭМП разделяются на организационные, инженерно-технические, медицинско-профилактические и целительные.

К главным организационным мероприятиям относятся :

нормирование характеристик электромагнитных действий;
периодический контроль облучаемости;

разумное расположение источников и приемников излучения (территориальный разнос);

ограничение времени присутствия в ЭМП;

вежливые надписи и знаки.

Главными инженерно-техническими событиями считаются убавление силы излучения конкретно в роднике и электромагнитное экранирование.

Неизменное и низкочастотное магнитное поле. Охрана от действия магнитного поля объединяется к охране промежутком и экранированием. Во время с неизменными магнитами, магнитными дефектоскопами, станками с магнитным креплением обрабатываемых подробностей охрана объединяется к выведению работающего из зоны завышенного значения магнитного поля. Установки намагничивания и размагничивания при внесении в их подробностей надлежит обесточивать.

Электростатические поля. Способы, исключают либо снижающие напряженность генерации зарядов:

увлажнение воздуха по условной влаги 65...75%;

химическая переработка плоскости электропроводными покрытиями;

построение на плоскость антистатических препаратов;

компенсация зарядов с использованием индукционных, высоковольтных, высокочастотных, радиоактивных нейтрализаторов.

Очищение жидкостей от нерастворимых жестких и водянистых примесей;

убавление скоростей отделки, транспортирования и слива;

Способы, ликвидирующие возникающие заряды: заземление электропроводных частей оснащения с противодействием заземления никак не более 100 Ом;

использование средств персональной охраны (электростатические халатики и обувь, антистатические браслеты);

изготовка полов во взрывоопасных помещениях электропроводными с удельным электрическим противодействием никак не более 106 Ом • м.

Для охраны от погодного статического электро энергии, достигающего потенциала в некоторое количество млн. вольт и силы тока в ряде молнии 10 000 А, используются единичные либо массовые заземленные молниеотводы [4].

Домашние электроприборы и индивидуальные компы. Электромагнитная сохранность электробытовых устройств и компьютеров (ПК) обязана существовать доказана гигиеническим сертификатом. Запросы сохранности при труде на индивидуальных электронно-вычислительных машинках представлены в СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические запросы к видеодисплейным терминалам, индивидуальным электронно-вычислительным машинкам и организации работы» [16].

Охрана от действия ЭМИ РЧ. Во время размещении радиотехнических построек и объектов (РТО) на селитебной местности с целью получения значений действия ЭМП, никак не превышающих ПДУ, предусматриваются:

емкость и спектр частот родника ЭМП; плодотворные индивидуальности, характеристику направлению и вышину размещения антенны излучателя;

лучший режим работы родника ЭМП; рельеф территории;

активное смысл прилегающих территорий; этажность и изюминка стройки и т.п.

Для охраны народонаселения от действия ЭМП при постройке РТО в случае надобности творят санитарно-защитную зону и зону лимитирования стройки.

В санитарно-защитной зоне и зоне ограничений воспрещается стройку жилых зданий полностью всех видов, стационарных врачебно профилактических и санитарно-курортных учреждений, ребяческих дошкольных учреждений, средних учебных заведений всех видов, интернатов и остальных

зданий, специализированных для круглосуточного присутствия людей.

Информаторы ЭМИ РЧ обязаны размещаться в производственных помещениях с учетом недопустимости завышенного электромагнитного действия на окрестные рабочие места, здания, строения и прилегающие местности. Позволяется располагать антенны на крышах жилых, публичных и остальных зданий, ежели при данном снутри зданий и на прилегающей местности напряженность ЭМИ РЧ никак не превосходит максимально возможных значений.

Жить охрану людей от внутренних источников излучений более отлично конкретно в месте проникания электромагнитной энергии из экранирующих кожухов, делая лучше способы радиогерметизации стыков и сочленений.

При охране помещений от наружных излучений с огромным фуррором

используют покрытие стенок особыми металлизированными обоями, засетчивание окошек, особые металлизированные шторы и т.п.

К «функциональным» способам охраны человека от действия электромагнитных полей надлежит отнести способы измерения энергетических характеристик технических средств радиосвязи, радиовещания и ТВ. Использование данных способов подключает управление мощностью передатчиков, модифицирование черт направлению антенн на наиболее «экологически незапятнанные». Главная сущность способа содержится в изменении диаграммы направлению антенн в вертикальной плоскости маршрутом конфигурации расстояния меж этажами антенны.

Конструирование хоть какой системы охраны наступает со сопоставления возможного значения электромагнитного поля, характеризуемого в согласовании с принятыми нормативами ПДУ, с уровнями, приобретенными способами мониторинга либо измерения. В итоге такового сопоставления получают значение нужного падения значения электромагнитного поля (электромагнитной энергии).

Более подходящим методом понижения интенсивности ЭМП считается экранирование. Данный разряд защиты от электромагнитных излучений содержится в отражении и поглощении электромагнитных волн.

Экранирование источников ЭМИ РЧ либо трудящихся мест исполняется при поддержке отображающих либо поглощающих экранов (стационарных либо переносных). Отражающие экраны исполняют из железных листов, сетки, ткани с микропроводом и др. В поглощающих экранах употребляют особые которые были использованы, обеспечивающие слияние излучения соответственной длины волны. В зависимости от излучаемой силы и обоюдного месторасположения родника и трудящихся мест плодотворное заключение экрана имеет возможность существовать разным (закрытая комната, щит, чехол, штора и т. д.).

Экраны имеют все шансы размещаться поблизости от родника, на магистрали распространения (экранированные здания, лесонасаждения), поблизости оберегаемого человека (средства персональной охраны – очки, фартуки, халатики).

Деяние электромагнитного экрана как линейной системы ориентируется несколькими чертами, главной из каких считается отдача экранирования:

$$\mathcal{E} = E \setminus E, \text{ или } \mathcal{H} = H \setminus H_0, \quad (1.13)$$

где E_0 , H_0 , и E , H – напряженности электрического и магнитного полей в какой-никакой-или точке экранированного места при наличии и при отсутствии экрана.

Отдача экранирования указывает, во насколько раз уменьшается напряженность поля на предоставленном участке при экранировании источника. Из-за частую эффективность экранирования выражают в децибелах:

$$\mathcal{E}_{об} = 20 \lg \mathcal{E} \quad (1.14)$$

Эффективность экранирования рассчитывают, исходя из требований норм на значения облучения людей. По отысканному значению эффективности экранирования характеризуют материал и геометрические габариты экрана.

1.4. Основные меры защиты

При несоответствии характеристик электромагнитных полей нормам в зависимости от рабочего спектра частот, нрава исполняемых дел, значения облучения и нужной отдачи охраны используют последующие методы и средства охраны либо их композиции: охрана порой и промежутком; убавление характеристик излучения конкретно в самом родника излучения; экранирование родника излучения; экранирование рабочего места; разумное расположение установок в рабочем помещении; введение оптимальных режимов эксплуатации установок и работы обслуживающего персонала; использование средств предохраняющей сигнализации; различение зон излучения; использование средств персональной охраны [4].

Охрана порой предугадывает ограничение времени присутствия человека в рабочей зоне, ежели напряженность облучения превосходит нормы, поставленные при условии облучение в движение замены. Она используется в тех вариантах, как скоро недостает способности понизить напряженность облучения по возможных значений иными методами. Возможное время присутствия находится в зависимости от интенсивности облучения.

К главным организационным событиям сообразно охране от деяния ЭМП относятся: отбор режимов работы излучающего оснащения, обеспечивающего степень излучения, никак не превышающий максимально возможный, лимитирование места и медли нахождения в зоне деяния ЭМП (охрана промежутком и порой), обозначение и огораживание зон с завышенным уровнем ЭМП.

В главном охрана порой используется, как скоро недостает способности понизить напряженность излучения в предоставленной точке по максимально возможного значения. В работающих ПДУ учтена подневольность меж интенсивностью плотности потока энергии и порой облучения.

Охрана промежутком базируется на падении интенсивности излучения, которое назад сообразно квадрату расстояния и используется, лишь ежели нереально обессилить ЭМП иными мерами, в том количестве и охраной порой. Охрана промежутком положена в базу зон нормирования излучений для определения нужного разрыва меж источниками ЭМП и жилыми жилищами, казенными помещениями и т.п. Для всякой имеющейся установки, излучающей электромагнитную энергию, обязаны складываться санитарно-защитные зоны в каких напряженность ЭМП превосходит ПДУ.

Рубежа зон ориентируются расчетным способом для всякого определенного варианта размещения излучающей установки при труде их на наибольшую емкость излучения и контролируются с поддержкою устройств. В согласовании с ГОСТ 12.1.026-80 зоны излучения ограждаются или инсталлируются предостерегающие знаки с надписями: «Никак не заходить, щекотливо!» [14].

Организационные события сообразно охране от ЭМП К главным организационным событиям сообразно охране от деяния ЭМП относятся: отбор режимов работы излучающего оснащения, обеспечивающего степень излучения, никак не превышающий максимально возможный, лимитирование места и медли нахождения в зоне деяния ЭМП (охрана промежутком и порой), обозначение и огораживание зон с завышенным уровнем ЭМП [5].

Охрана порой используется, как скоро недостает способности понизить напряженность излучения в предоставленной точке по максимально возможного значения. В работающих ПДУ учтена подневольность меж интенсивностью плотности потока энергии и порой облучения.

Защищающий костюмчик считается личным защитным средством от действия электромагнитного поля при работах работающих электроустановках промышленной частоты сверхвысокого напряжения, а еще при работах работающих электроустановках промышленной частоты высочайшего напряжением на легких чертах электропередачи высочайшего напряжения.

На ВЛ 500 кВ в отсутствии лимитирования сообразно медли при производстве дел в пределах 20 м оси опоры хоть какого вида и в течении не наиболее 90 мин при производстве работ в пролете.

На рисунке 1.2 - показано общее конструктивное особенности экранирующего костюма.

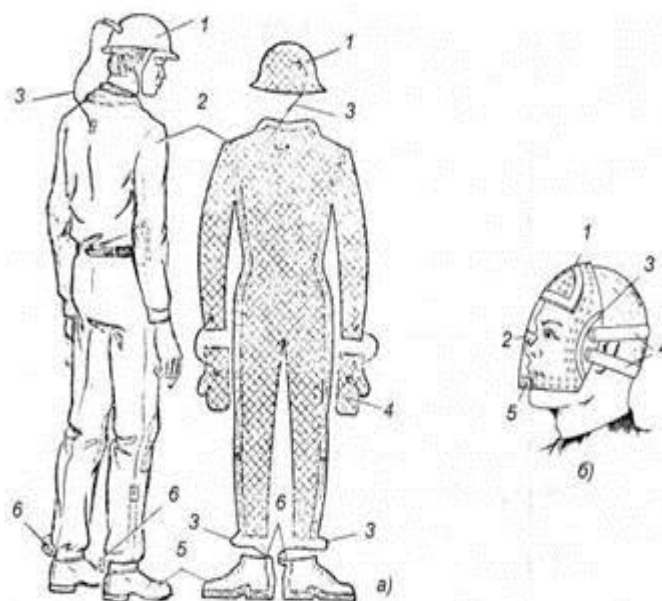


Рисунок 1.2 - Средство от ЭМИ

а) радиозащитный костюм: 1 – металлическая каска; 2 – комбинезон из токопроводящей ткани; 3 – проводники, обеспечивающие электрическую связь между отдельными элементами экранирующего костюма; 4 – рукавицы из токопроводящей ткани; 5 – ботинки с электропроводящими подошвами; 6 – вывод от токопроводящей подошвы; б - защитная маска с перфорационными отверстиями: 1,2,3 – поролоновое прокладки; 4 – ремни крепления маски; 5 – перфорационные отверстия.

1.5 Напряженность электрического поля

В различных точках места поблизости электроустановок промышленной частоты напряженность электрического поля владеет разные значения. Интенсивность электрического поля находится в зависимости от ряда причин: номинального напряжения электроустановки; расстояния меж точкой, в которой и ориентируется напряженность поля, и токоведущими долями; вышины размещения над территорией токоведущих долей и интересующей нас точки и т.п.

Напряженность имеет возможность существовать измерена с поддержкою особых устройств, а в неких вариантах, к примеру поблизости легких линий электропередачи, определена расчетом [12].

В качестве образца отыскано выражение напряженности электрического поля, творимого трехфазной ВЛ с горизонтальным расположением проводов.

Для упрощения принято, будто линия никак не владеет грозозащитных тросов либо они отделены от опор в целях применения их, к образцу, для отбора силы. В следствии данного тросы никак не оказывают существенного воздействия на электрическое поле проводов. При данном условии вычисленные смысла напряженности поля станут некоторое количество завышенными по сопоставлению с практическими, будто в результате ужесточает запросы сохранности и потому допустимо.

На основании курса электротехники понятно, будто напряженность электрического поля уединенного нескончаемо длинного прямолинейного проводника, заряженного умеренно сообразно протяженности, выражается последующей зависимостью, В/м:

$$E = \tau \sqrt{2\pi\epsilon_0} m, \quad (1.15)$$

где, τ - линейная плотность заряда провода, Кл/м;

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м — электрическая постоянная;

m — кратчайшее расстояние от провода до точки, в которой определяется напряженность, м.

Нам еще понятно еще, будто вектор напряженности поля E схож с чертой, объединяющей интересующую нас точку с проводником сообразно кратчайшему расстоянию. При данном во время данного ежели вожак несет

позитивный заряд, то вектор напряженности \vec{E} станет ориентирован от проводника, а при отрицательном заряде к проводнику [12].

Конкретно в нашем образце провода ВЛ, которые мы уподобляем упомянутым нескончаемо длинноватым прямолинейным проводникам, размещены поблизости плоской плоскости проводящей среды, каков считается территория. Потому поле ВЛ станет формироваться никак не лишь зарядами проводов, однако и зарядами их зеркальных изображений. При данном вектор напряженности суммарного поля станет равен геометрической сумме векторов напряженностей полей всех зарядов [12].

Осмотрим сначала 1 фазу полосы, к примеру фазу А (набросок 1.3), приняв заряд провода позитивным а заряд его зеркального изображения отрицательным

Часть (т. Е. протяженность, безусловное смысл) вектора напряженности электрического поля в некой точке Р, обусловленного зарядом τ_A , В/м,

$$E_{A(+)} = \tau_A \setminus 2\pi\epsilon_0 m_A, \quad (1.16)$$

а обусловленного зарядом $-\tau_A$, В/м,

$$E_{A(-)} = \tau_A \setminus 2\pi\epsilon_0 n_A. \quad (1.17)$$

Здесь m_A и n_A — кратчайшие расстояния от точки Р до провода (фазы) А и его зеркального изображения соответственно, м.

А, В, С-фазы (провода) линии. А', В, С - зеркальные изображения фаз, m_A, m_B, m_C - кратчайшие расстояния от точки Р до зеркальных изображений фаз.

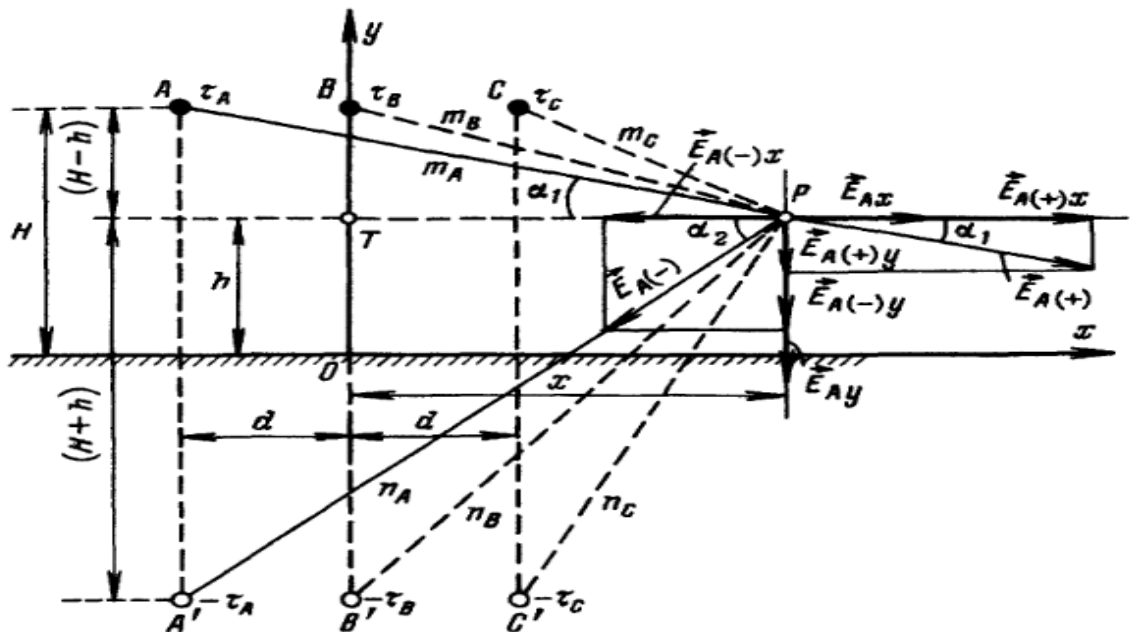


Рисунок. 1.3. К вычислению напряженности электрического поля вблизи воздушной линии электропередачи в точке Р.

Теперь разложим векторы $E_{A(+)}$ и $E_{A(-)}$ на них составляющие по горизонтали $\ddot{E}_{A(+)}x$ и $E_{A(-)}x$ и вертикали $E_{A(+)}y$ и $\ddot{E}_{A(-)}y$ (см. рисунок 1.3). Модули этих векторов, как следует из построения, равны, В/м,

$$\begin{aligned} E_{A(+)}x &= E_{A(+)} \cos \varphi_1 = E_{A(+)}(x+d) \backslash m_A; \\ E_{A(-)}x &= E_{A(-)} \cos \varphi_2 = E_{A(-)}(x+d) \backslash n_A; \\ E_{A(+)}y &= E_{A(+)} \sin \varphi_1 = E_{A(+)}(H-h) \backslash m_A; \\ E_{A(-)}y &= E_{A(-)} \sin \varphi_2 = E_{A(-)}(H+h) \backslash n_A; \end{aligned}$$

где, x - расстояние по горизонтали от оси линии до точки Р, м;
 d —расстояние между осями соседних проводов линии, м;
 H —высота размещения провода над землей (при более точных расчетах – над проводящим слоем грунта), м;
 h —высота точки Р над землей, м.

Далее путем сложения векторов $E_{A(+)}x$ и $E_{A(-)}x$, а также векторов $E_{A(+)}y$ и $E_{A(-)}y$, получаем векторы E_{Ax} и E_{Ay} , которые считаются поэтому горизонтальной и вертикальной сочиняющими вектора напряженности поля фазы А (с учетом ее зеркального изображения) в точке, Р. При данном, так как векторы $E_{A(+)}x$ и $E_{A(-)}x$ имеют противоположные направленности, часть суммарного вектора E_{Ax} станет равен разнице модулей данных векторов:

$$E_{Ax} = E_{A(+)}(x+d) \backslash m_A - E_{A(-)}(x+d) \backslash n_A.$$

Модуль вектора В/м, равен сумме модулей векторов $E_{A(+)}y$ и поскольку они направлены в одну сторону:

$$E_{Ay} = E_{A(+)}(H-h) \backslash m_A + E_{A(-)}(H+h) \backslash n_A.$$

Заменив выражения, получим, В/м,

$$\begin{aligned} E_{Ax} &= \frac{\tau_A}{2\pi\epsilon_0} \left(\frac{x+d}{m_A^2} - \frac{x+d}{n_A^2} \right); \\ E_{Ay} &= \frac{\tau_A}{2\pi\epsilon_0} \left(\frac{H-h}{m_A^2} + \frac{H+h}{n_A^2} \right). \end{aligned}$$

Так как мы рассматриваем ВЛ переменного тока, заряд провода та, а следовательно, и напряженности E_{Ax} и E_{Ay} являются синусоидальными функциями времени, т. е. мы можем изображать их комплексными величинами, что удобнее при дальнейшем изложении материала [12].

Для перевода последних двух уравнений в комплексную форму достаточно буквенные обозначения заряда и напряженностей написать с точками над ними.

Учитывая, что

$$\tau_A = C_A \dot{U}_A$$

и производя эту замену в последних уравнениях, получаем окончательные выражения в комплексной форме для горизонтальной и вертикальной составляющих вектора напряженности поля фазы А (с учетом ее зеркального изображения) в точке Р, В/м:

$$\begin{aligned} \dot{E}_{Ax} &= \frac{C_A \dot{U}_A}{2\pi\epsilon_0} \left(\frac{x+d}{m_A^2} - \frac{x+d}{n_A^2} \right) = \frac{C_A \dot{U}_A}{2\pi\epsilon_0} k_1; \\ \dot{E}_{Ay} &= \frac{C_A \dot{U}_A}{2\pi\epsilon_0} \left(\frac{H-h}{m_A^2} + \frac{H+h}{n_A^2} \right) = \frac{C_A \dot{U}_A}{2\pi\epsilon_0} k_2, \end{aligned} \quad (1.18)$$

где, C_A - емкость фазы А относительно земли, Ф/м;

\dot{U}_A — комплекс напряжения фазы А относительно земли (эффективное значение фазного напряжения),

В; k_1, k_2 - коэффициенты.

Аналогично получим выражения для горизонтальных и вертикальных составляющих напряженностей полей двух других фаз линии В и С, В/м:

$$\left. \begin{aligned} \dot{E}_{Bx} &= \frac{C_B \dot{U}_B}{2\pi\epsilon_0} \left(\frac{x}{m_B^2} - \frac{x}{n_B^2} \right) = \frac{C_B \dot{U}_B}{2\pi\epsilon_0} k_3; \\ \dot{E}_{By} &= \frac{C_B \dot{U}_B}{2\pi\epsilon_0} \left(\frac{H-h}{m_B^2} + \frac{H+h}{n_B^2} \right) = \frac{C_B \dot{U}_B}{2\pi\epsilon_0} k_4; \\ \dot{E}_{Cx} &= \frac{C_C \dot{U}_C}{2\pi\epsilon_0} \left(\frac{x-d}{m_C^2} - \frac{x-d}{n_C^2} \right) = \frac{C_C \dot{U}_C}{2\pi\epsilon_0} k_5; \\ \dot{E}_{Cy} &= \frac{C_C \dot{U}_C}{2\pi\epsilon_0} \left(\frac{H-h}{m_C^2} + \frac{H+h}{n_C^2} \right) = \frac{C_C \dot{U}_C}{2\pi\epsilon_0} k_6. \end{aligned} \right\} \quad (1.19)$$

Горизонтальная и вертикальная составляющие напряженности суммарного поля, В/м, т. е. обусловленные зарядами всех фаз линии и их зеркальных изображений, будут равны

$$\dot{E}_x = \dot{E}_{Ax} + \dot{E}_{Bx} + \dot{E}_{Cx};$$

$$\dot{E}_y = \dot{E}_{Ay} + \dot{E}_{By} + \dot{E}_{Cy}.$$

Подставляем в эти уравнения соответствующие значения из (1.18) и (1.19). При этом с учетом того, что для линий с горизонтальным расположением проводов

$$C_A = C_B = C_C = C.$$

и для симметричной трехфазной системы

$$\dot{U}_A = U_\phi; \dot{U}_B = a^2 U_\phi; \dot{U}_C = a U_\phi.$$

где, С/ф-фазное напряжение линии,
В; а — фазовый оператор:

$$a = -1 \sqrt[3]{2 + j\sqrt{3}} \sqrt[3]{2},$$

получим, В/м,

$$\begin{aligned} \dot{E}_x &= \frac{CU_\phi}{2\pi\varepsilon_0} (k_1 + a^2 k_3 + a k_5), \\ \dot{E}_y &= \frac{CU_\phi}{2\pi\varepsilon_0} (k_2 + a^2 k_4 + a k_6). \end{aligned}$$

После простейших преобразований будем иметь, В/м,

$$\begin{aligned} \dot{E}_x &= \frac{CU_\phi}{4\pi\varepsilon_0} [(2k_1 - k_3 - k_5) - j\sqrt{3}(k_3 - k_5)], \\ \dot{E}_y &= \frac{CU_\phi}{4\pi\varepsilon_0} [(2k_2 - k_4 - k_6) - j\sqrt{3}(k_4 - k_6)]. \end{aligned}$$

или в действительной форме, В/м,

$$\begin{aligned} \dot{E}_x &= \frac{CU_\phi}{4\pi\varepsilon_0} \sqrt{(2k_1 - k_3 - k_5)^2 + 3(k_3 - k_5)^2}; \\ \dot{E}_y &= \frac{CU_\phi}{4\pi\varepsilon_0} \sqrt{(2k_2 - k_4 - k_6)^2 + 3(k_4 - k_6)^2}. \end{aligned}$$

Искомая напряженность электрического поля, В/м, трехфазной воздушной линии электропередачи с горизонтальным расположением проводов

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$$

или

$$\begin{aligned} E &= \frac{CU_\phi}{4\pi\varepsilon_0} \times \\ &\times \sqrt{(2k_1 - k_3 - k_5)^2 + (k_3 - k_5)^2 + (2k_2 - k_4 - k_6)^2 + 3(k_4 - k_6)^2}. \end{aligned}$$

Коэффициенты k имеют следующие значения:

$$k_1 = \frac{x+d}{m_A^2} - \frac{x+d}{n_F^2}; k_2 = \frac{H-h}{m_A^2} + \frac{H+h}{n_A^2};$$

$$k_3 = \frac{x}{m_A^2} - \frac{x}{n_B^2}; k_4 = \frac{H-h}{m_B^2} + \frac{H+h}{n_B^2};$$

$$k_5 = \frac{x-d}{m_C^2} - \frac{x-d}{n_C^2}; k_6 = \frac{H-h}{m_C^2} + \frac{H+h}{n_C^2}.$$

Отрезки t и p являются гипотенузами соответствующих прямоугольных треугольников (рисунок 1.3) и определяются следующими уравнениями, м:

$$m_A = \sqrt{(x+d)^2 + (H-h)^2}; n_A = \sqrt{(x+d)^2 + (H+h)^2};$$

$$m_B = \sqrt{x^2 + (H-h)^2}; n_B = \sqrt{x^2 + (H+h)^2};$$

$$m_C = \sqrt{(x-d)^2 + (H-h)^2}; n_C = \sqrt{(x-d)^2 + (H+h)^2}.$$

Высота размещения провода над землей H обязательно должна приниматься равной фактической высоте размещения участка (точки) провода, ближайшего к точке P , поскольку на формирование поля в этой точке основное влияние оказывает ближайший участок провода (рисунок 1.4). Эта высота, м, определяется из следующего выражения:

$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0}{\ln \frac{2H_{cp}d}{r^3 \sqrt{(4H_{cp}^2 + d^2)} \sqrt{H_{cp}^2 + d^2}}}, \quad (1.20)$$

где H_{cp} - средняя высота подвеса проводов над поверхностью земли, м:

$$H_{cp} = H_{II} - 2f \sqrt{3} = (H_{II} + 2H_0) \sqrt{3}.$$

Пренебрегая влиянием земли, т. е. полагая $H_{cp} \gg d$ получаем упрощенное выражение, Ф/м,

$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0}{\ln \frac{d\sqrt{2}}{r}}, \quad (1.21)$$

где, r — радиус провода, м.

При расщепленных фазах, состоящих каждая из n проводов радиусом r_0 , м, с расстоянием между ними (шаг расщепления) a , м, вместо r в (1.20) и (1.21) надо подставить эквивалентный радиус $r_{экв}$, м:

$$r_{\text{экс}} = P^n \sqrt[n]{r_0 a^{n-1}}, \quad (1.22)$$

где P - поправочный коэффициент.
 При $n=2$ и $n=3$ коэффициент $P=1$, а при $n=4$ $P=1,09$.

Расчет напряженности электрического поля на высоте $h=2$ м от земли на разных расстояниях от оси линии 500 кВ в середине промежуточного пролета. Линия имеет горизонтальное расположение проводов с расстоянием между ними $d=10,5$ м; фазы расщепленные, состоящие из трех проводов АСО-500 радиусом $r_0=0,0151$ м с шагом расщепления $\alpha=0,40$ м. высота подвеса проводов на опоре $H_{\text{п}}=22$ м, габарит линии $H_0=8,65$ м, средняя высота подвеса проводов над землей $H_{\text{ср}}=13,1$ м. Грозозащитные тросы изолированы от опор, поэтому влияние их на электрическое поле проводов не учитываем.

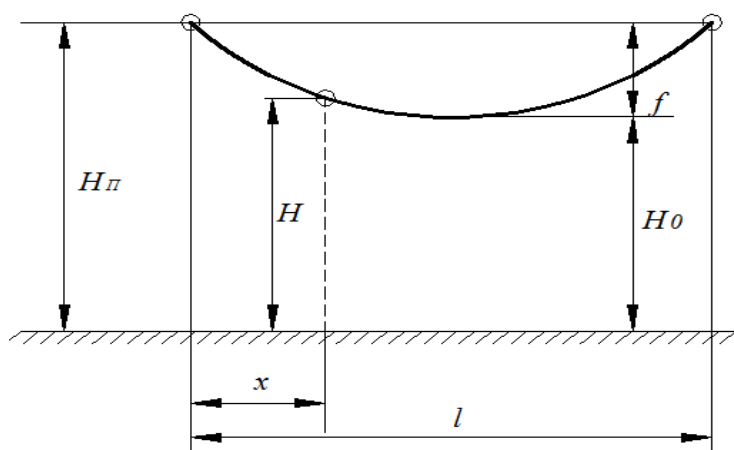


Рисунок 1.4. К определению высоты размещения провода над землей H на разных расстояниях от опоры x

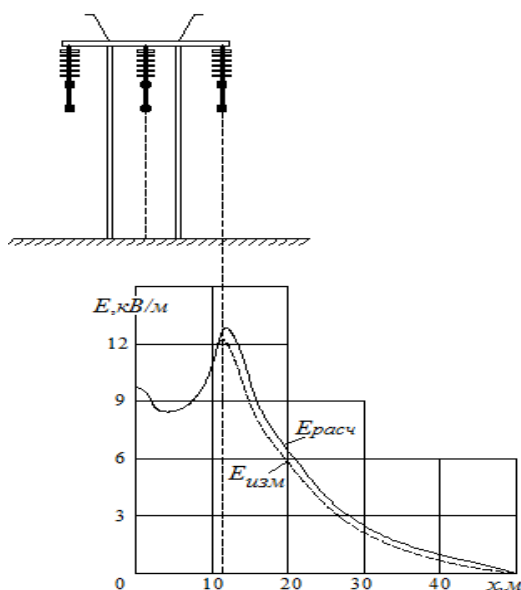


Рисунок 1.5. К вычислению напряженности электрического поля на разных расстояниях от оси линии 500 кВ (на высоте 2 м от земли)

Решение. Определяю емкость фазы относительно земли по (1.20):

$$C = \frac{2\pi \cdot 8,65 \cdot 10^{-12}}{\ln \frac{2 \cdot 13,1 \cdot 10,5}{\sqrt[3]{0,0151 \cdot 0,4^2} \sqrt[3]{(4 \cdot 13,1^2 + 10,5^2)} \sqrt{13,1^2 + 10,5^2}}} = 12 \cdot 10^{-12} \text{ Ф} \cdot \text{м}$$

Теперь по уравнению (1.19) находим напряженность поля интересующих нас точек. При этом, поскольку напряженность поля требуется определить в середине пролета, высоту Н принимаем равной габариту линии, т.е. 8,65 м. Вначале вычислим напряженность E в точке Т, находящейся под средней фазой на высоте 2м от земли. Для этой точки x=0, а отрезки m и n равны

$$m_A = m_C = \sqrt{(8,65 - 2)^2 + 10,5^2} = \sqrt{131,9} \text{ м};$$

$$n_A = n_C = \sqrt{(8,65 + 2)^2 + 10,5^2} = \sqrt{223,6} \text{ м};$$

$$m_B = 8,65 - 2 = 6,65 \text{ м}; \quad n_B = 8,65 + 2 = 10,65 \text{ м}.$$

Коэффициенты K для точки Т будут равны

$$k_1 = 10,5 \sqrt{131,9} - 10,5 \sqrt{223,6} = 3,28 \cdot 10^{-2};$$

$$k_2 = 6,65 \sqrt{131,9} + 10,65 \sqrt{223,6} = 9,8 \cdot 10^{-2};$$

$$k_3 = 0;$$

$$k_4 = \frac{6,65}{6,65^2} + \frac{10,65}{10,65^2} = 24,42 \cdot 10^{-2};$$

$$k_5 = \frac{-10,5}{131,9} - \frac{-10,5}{223,6} = -3,28 \cdot 10^{-2};$$

$$k_6 = \frac{6,65}{131,9} + \frac{10,65}{223,6} = 9,8 \cdot 10^{-2}.$$

Подставив численные значения величин, входящих в выражение (1.19), получим значение напряженности электрического поля в точке Т

$$E = \frac{12 \cdot 10^{-12} \cdot 500 \cdot 10^3}{4\pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \sqrt{3}} \times$$

$$\times \sqrt{10^4 [(2 \cdot 3,28 + 3,28)^2 + 3 \cdot 3,28^2 + (2 \cdot 9,8 - 24,42 - 9,8)^2 + 3(24,42 - 9,8)^2]} =$$

$$= 9700 \text{ В} \cdot \text{м} = 9,7 \text{ кВ} \cdot \text{м}.$$

Аналогичным путем определяем напряженность поля в других точках (при разных значениях x). Результаты расчета изображаем в виде кривой $E_{расч}$. Там же приведена кривая $E_{изм}$, построенная по данным измерений на линии 500 кВ.

Расчет экранирующего прибора для ВЛ 500 кВ

Экранирующие прибора в зависимости от их системы и объемов, а еще от места и критерий размещения могут работать персональными либо коллективными средствами охраны людей от действия электрического поля при работах в работающих электроустановках промышленной частоты сверхвысокого напряжения.

Проектируемая полосы 500 кВ владеет горизонтальное размещение проводов расстояние между ними $d=11$ м; фазы расщепленные, состоящие из 3 проводов Спец-500 на полосы «Экибазгуз-Семей» $r_0=0,02$ с шагом расщепления $a=0.4$ м. Высота подвеса проводов на опоре Нп- 22 м, габарит полосы Однако=8.7 м, средняя высота подвеса проводов над территорией Нср- 13 м. Грозозащитные тросы отделены от опор, потому воздействие их на электрическое поле проводов никак не предусматриваем. Потребуется найти расчетную толщину экранирующего сетчатого прибора, возможный степень облучения и отдача экранирования на рабочем месте. При данном работы ведутся на ВЛ СВН на вышине 3 м от территории. При данном емкость антенны Вт; коэффициент усиления антенны ; R-5; экран изготовлен из алюминия Ом/м; магнитная неизменная Гн/м; протяженность волны 3 см, Гц.

Решение:

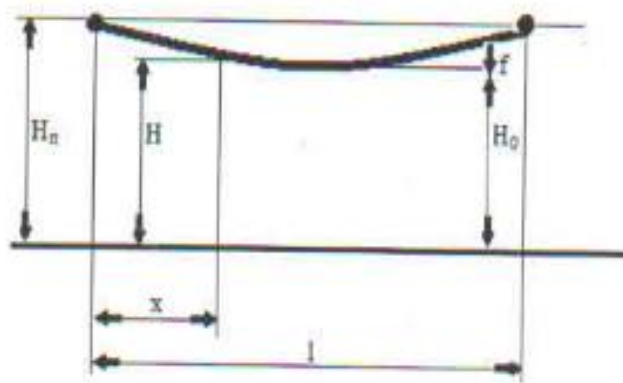


Рисунок 1.6 - Определение высоты размещения провода на землей H на разных расстояниях от опоры x

Емкость фазы трехфазной линии с горизонтальным расположением проводов относительно земли на единицу длины линии, $\Phi/м$, определяется следующим известным выражением:

$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0}{\ln \frac{2H_{cp}d}{r^3 \sqrt{(4H_{cp}^2 + d^2)} \sqrt{H_{cp}^2 + d^2}}}. \quad (1.23)$$

Тогда емкость фазы определяется относительно земли по (1.23)

$$C = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}}{\ln \frac{2 \cdot 13 \cdot 11}{\sqrt[3]{0,02 \cdot 0,4^2} \cdot \sqrt[3]{(4 \cdot 13^2 + 11^2)} \sqrt{13^2 + 11^2}}} = 12,6 \cdot 10^{-12} \text{ Ф\м.}$$

Искомая напряженность электрического поля В\м, трехфазной воздушной линии с горизонтальным расположением проводов будет определяться по выражению (1.23):

$$E = \frac{CU_\phi}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \sqrt{(2k_1 - k_3 - k_5)^2 + 3(k_3 - k_5)^2 + (2k_2 - k_4 - k_6)^2 + 3(k_4 - k_6)^2} \quad (1.24)$$

Коэффициент к имеют значения:

$$\begin{aligned} k_1 &= \frac{x+d}{m_A^2} - \frac{x+d}{n_A^2}; & k_2 &= \frac{H-h}{m_A^2} + \frac{H+h}{n_A^2}; \\ k_3 &= \frac{x}{m_B^2} - \frac{x}{n_B^2}; & k_4 &= \frac{H-h}{m_B^2} + \frac{H+h}{n_B^2}; \\ k_5 &= \frac{x-d}{m_C^2} - \frac{x-d}{n_C^2}; & k_6 &= \frac{H-h}{m_C^2} + \frac{H+h}{n_C^2}; \end{aligned} \quad (1.25)$$

Отрезки m и n определяются гипотенузами прямоугольных треугольных и определяются следующими уравнениями, м:

$$\begin{aligned} m_A &= \sqrt{(x+d)^2 + (H-h)^2}; & n_A &= \sqrt{(x+d)^2 + (H+h)^2}; \\ m_B &= \sqrt{x^2 + (H-h)^2}; & n_B &= \sqrt{x^2 + (H+h)^2}; \\ m_{CA} &= \sqrt{(x-d)^2 + (H-h)^2}; & n_C &= \sqrt{(x-d)^2 + (H+h)^2}; \end{aligned} \quad (1.26)$$

Вычисляем напряженность, находящейся в средней фазой на высоте 3 м от земли. Для этой точки x=0, а отрезки m и n по пункту равны:

$$\begin{aligned} m_A &= m_C = \sqrt{(8,65-3)^2 + (11)^2} = 12,4 \text{ м,} \\ n_A &= n_C = \sqrt{(8,65+3)^2 + (11)^2} = 16 \text{ м,} \\ m_B &= 8,65-3 = 5,65; & n_B &= 8,65+3 = 11,65. \end{aligned}$$

Коэффициенты к для точки Р будут по пункту равны:

$$k_1 = \frac{11}{12,4^2} - \frac{11}{16^2} = 0,029,$$

$$k_2 = \frac{5,65}{12,4^2} + \frac{11,65}{16^2} = 0,082,$$

$$k_3 = 0,$$

$$k_4 = \frac{5,65}{5,65^2} + \frac{11,65}{11,65^2} = 0,263,$$

$$k_5 = \frac{-11}{12,4^2} - \frac{11}{16^2} = -0,115,$$

$$k_6 = \frac{5,65}{12,4^2} + \frac{11,65}{16^2} = 0,082.$$

Подставив численные значения, входящие в выражение:

$$E = \frac{12,6 \cdot 10^{-12} \cdot 500 \cdot 10^3}{4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot \sqrt{3}} \cdot \sqrt{0,0053 + 3 \cdot 0,015^2 + 0,033 + 3 \cdot 0,181^2} = 10,2 \text{ кВ/м}.$$

Согласно санитарным нормам степень ослабления электромагнитного поля рассчитывается по выражению:

$$\frac{1}{N} = \frac{\Gamma AE_R}{\Gamma AE_{\partial R}} \quad (1.27)$$

где, $\Gamma ПЕ_R$ - расчетные нормативы от ЭМП рабочего персонала;

$\Gamma ПЕ_{\partial P}$ - предельно допустимые величины ГПЕ ЭМП на рабочих местах персонала 1000 мкВт/см².

Параметры экранирующего устройства радиуса 5 м в виде антенны:

$$\Gamma ПЕ_R = \frac{P_{\text{пер}} \cdot G_{\text{ант}}}{4\pi R^2} \quad (1.28)$$

Тогда по формуле (1.28):

$$\Gamma ПЕ_R = \frac{300 \cdot 10^6 \cdot 400}{4 \cdot 3,14 \cdot (5 \cdot 100)^2} = 38820 \text{ мкВт/см}^2.$$

Тогда по формуле 1.25:

$$\frac{1}{N} = \frac{38820}{1000} = 38,22 \cdot N = 0,026$$

Значимая толщина защищающего экрана рассчитывается по выражению:

$$t = -\ln N \frac{1}{2\sqrt{\frac{\mu \cdot \omega \cdot \mu}{2}}} \quad (1.29)$$

Согласно формуле 1.26 толщина защищающего экрана:

$$t = -\ln N \frac{1}{2\sqrt{\frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1 \cdot 10^{10} \cdot 3,54 \cdot 10^{-3} \cdot 10^2 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-7} \cdot 10^{-2}}{2}}} = 0,57 \text{ мм.}$$

При данной толщине экранирующего устройства снижение электромагнитного поля при работе рабочего персонала будет равна 6.7 кВ/м.

Характер распространения электромагнитного поля зависят от частоты. На различных расстояниях от источника $R \geq D^2 / \lambda$, где D - геометрические размеры источника. В этой зоне электрическая и магнитная составляющие поля связаны универсальной зависимостью:

$$H = \frac{E}{377},$$

где, E – напряженность электрического поля;

H – напряженность магнитного поля.

Значение напряженности электрического равняется по пункту принимается как разность между напряженностью электрического поля и снижение напряженности электрического поля с помощью применения экранирующего устройства, тогда напряженность магнитного поля равна:

$$H = \frac{10,2 + 6,7}{377} = 0,09 \text{ кА/м.}$$

Нормирование количества энергии облучения при работе рабочего персонала рассчитывается по выражению:

$$W = \frac{1}{2} (\gamma \cdot E^2 - \mu \cdot H^2), \quad (1.30)$$

Согласно пункту (1.30) энергия облучения рассчитывается:

$$W = \frac{1}{2} \left((3,54 \cdot 10^{-3} \cdot (3,5 \cdot 10^3)^2 \cdot (0,09 \cdot 10^3)^2 \right) = 2,1 \text{ кДж/м}^2.$$

Эффективность экранирования на рабочем месте определяются по выражению

$$\mathcal{E}_x = \frac{H_x}{H_{x,\text{э}}} \cdot 100\%, \quad (1.31)$$

где H_x – максимальное значение напряженности магнитного поля на расстоянии x от источника без экрана;

$H_{x,\text{э}}$ – то же при наличие экрана.

Тогда по выражению. (1.31) эффективность экранирования составляет:

$$\mathcal{E}_x = \frac{0,07}{0,09} \cdot 100\% = 77,7\% .$$

2. Оценка риска воздействия

Риск, связанный с особенной обстановкой либо техническим действием, выливается из композиции последующих причин:

- возможность варианта травмирования либо нанесения иного ущерба самочувствию. Данная возможность находится в зависимости от частоты небезопасных ситуаций либо длительности присутствия человека в небезопасной зоне, которую принято именовать «длительностью угрозы»;
- большая предсказуемая тяжесть травмирования либо нанесения иного ущерба самочувствию.

В конкретной небезопасной ситуации степень травмирования либо нанесения иного ущерба самочувствию находится в зависимости от почти всех причин, которые разрешено предугадать лишь отчасти. При оценке зарубка надлежит измерить из более тягостных результатов травмирования либо нанесения иного ущерба самочувствию, которые имеют все шансы существовать обусловлены всякой знаменитой угрозой, в том числе и ежели возможность их получения мала.

Для оценки зарубка дефекта самочувствия употребляют последующие аспекты:

- гигиенические (подготовительные) сообразно [8];
- категорирование зарубка сообразно классам критерий труда;
- медико-биологические характеристики самочувствия работников, в том количестве репродуктивного и самочувствия потомства;
- бремя нарушений самочувствия тружеников;
- категорирование зарубка сообразно ступени доказанности;
- степень взаимосвязи нарушений самочувствия с работой сообразно эпидемиологическим этим [9].

Для ориентировочной оценки имеют все шансы употребляться итоги урезанных надзоров на людях либо, в неимении таких, эти опытных изучений на лабораторных животных [9].

Критика угроз и рисков подключает 3 шага.

1-ый шаг - осмотр рабочего места для раскрытия:

- небезопасных и вредоносных причин производственной среды, которые находятся либо имеют все шансы появиться, подключая компанию труда;
- видов дел, при каких труженики имеют все шансы подчиняться обнаруженным рискованным причинам, подключая сервис оснащения, чистку и аварийные работы.

2-ой шаг:

- сбор инфы о небезопасных и вредоносных причинах для определения степени зарубка и вероятных мер охраны;
- оценку экспозиции тружеников сообразно уровню фактора и медли его деяния и ее сопоставление с нормативами.

3-ий шаг - критика способности уничтожения угрозы либо ее понижения по мало возможного значения либо по значения, кой в свете передовых познаний никак не приведет к нарушениям самочувствия при продолжительности действия в движение только рабочего стажа [9].

Заключительным шагом оценки зарубка дефекта самочувствия считается его присчитывание - введение класса критерий труда сообразно [8] и группы доказанности зарубка:

- группа 1А (истинный риск) - на базе итогов гигиенической оценки критерий труда сообразно аспектам [9], которые были использованы периодических мед осмотров, физических, лабораторных и опытных изучений, а еще эпидемиологических этих;

- группа 1Б (предполагаемый риск) - на базе итогов гигиенической оценки критерий труда сообразно аспектам [8], дополненных отдельными клинико-физическими, лабораторными, экспериментальными данными (в т.ч. данными литературы);

- группа 2 (обвиняемый риск) - на базе итогов гигиенической оценки критерий труда сообразно аспектам [8, 9].

Во время установлении зарубка на основании итогов гигиенической оценки критерий труда надлежит жить тест проф заболееваемости, этих периодических медосмотров, углубленное исследование заболееваемости с временной потерей трудоспособности (ЗВУТ), инвалидности, смертности и остальных общественно-важных характеристик самочувствия тружеников, в т.ч. репродуктивного, а еще самочувствия их потомства сообразно умышленно разработанным программам [9].

В истинные время, меркой зарубка считается класс критерий труда. Не опасными считают условия труда, относящиеся к 1 (хорошему) и 2 (возможному) классам критерий труда, а опасными - 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 либо 4 [9].

Меркой доказанности зарубка считается группа - 1А (истинный), 1Б (предполагаемый) либо 2 (обвиняемый) [9].

На основании двух оценок характеризуют неотложность мер профилактики в согласовании с табл. 3 [9].

При принятии управленческих решений сообразно понижению зарубка (управление риском либо профилактика) и выборе ценностей надлежит учесть группу доказанности зарубка, его степень, количество занимающихся на данном участке тружеников, а еще присутствие уязвимых групп - не достигших совершеннолетия, беременных дам, кормящих мам, инвалидов (Ш 184-ФЗ) [9].

2.1. Понятие «риска», виды и допустимая величина риска

Риск - наверное частота реализации угрозы; она имеет возможность существовать определена по формуле

$$R=n/N,$$

в каком месте, n - количество тех либо других неблагоприятных результатов;

N - вероятное количество неблагоприятных результатов из-за установленный период.

Распознают личный и социальный опасности.

Личный риск характеризуется угрозой конкретного вида для единичного индивида.

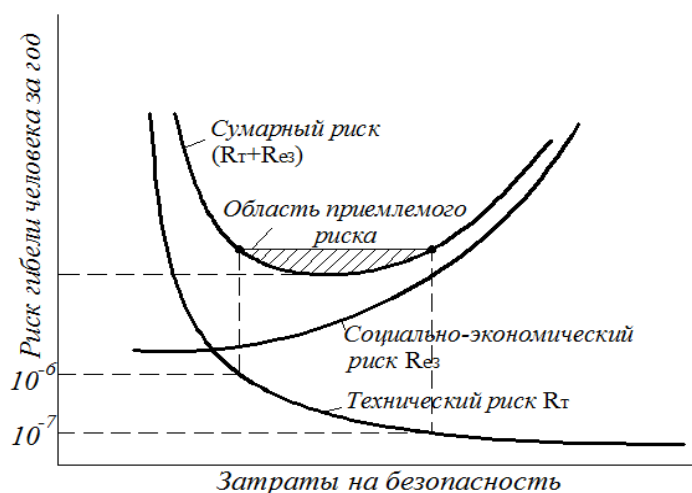
Корпоративный риск (пакетный, соц) - наверное риск проявления угрозы такого либо другого вида для коллектива, категории людей, для конкретной общественной либо профессиональной категории людей.

Известно, будто обычная техника сохранности основывается на категорическом императиве: обеспечить сохранность, никак не допустить практически никаких аварий. На основании практики, таковая теория никак не адекватна законам техносферы. Заявочное пожелание безусловной сохранности, подкупающее собственной гуманностью, имеет возможность повернуться катастрофой для людей, поэтому будто снабдить свежий риск в работающих системах нереально.

Нынешний мир не признал теорию безусловной сохранности, ввиду невозможности ее заслуги, и пришел к концепции применимого (возможного) зарубка, сущность которой в влечении к таковой маленькой угрозы, которую приемлет сообщество в этот период медли.

Приемлемый (возможный) риск - наверное таковая малая размер зарубка, коия достижима сообразно тех., финансовым и научно-техническим способностям. Таковым образом, приемлемый риск дает собой некий компромисс меж уровнем сохранности и способностями его заслуги. До этого только, нужно обладать в виду, будто финансовые способности увеличения сохранности технических систем никак не безмерны. Этак к образцу, затрачивая лишние средства на поднятие сохранности, разрешено нанести вред общественной сфере, к примеру, усугубить мед содействие. На рисунке 2.1 показан простой образчик определения применимого (возможного) зарубка, из которого следовательно, будто при повышении издержек промышленный риск снижается, однако вырастает социальность [3].

Рисунок 2.1. Определение приемлемого риска



Нужно отметить, что итоговый риск владеет минимум при определенном соотношении меж вложениями в техно и социальную сферы. Известно что, это обстоятельство необходимо учесть при выборе риска, с которым сообщество вынуждено примиряться.

В современном сообществе сформировались представления о величинах применимого (возможного) и неприемлемого зарубка. Очень применимым уровнем индивидуумального зарубка смерти часто говорят 10^{-6} в год, пренебрежимо небольшим 10^{-8} в год. Неприемлемый риск владеет возможность реализации наиболее 10^3 . На основании значений зарубка от 10^{-3} по 10^{-6} принято распознавать переходную область значений зарубка.

Настоящий риск R при смерти человека на производстве сообразно Российским этим из-за 1 год, ежели понятно, будто раз в год гибнет возле 14 тыс. человек, а количество работающих сочиняет приблизительно 138 млн. человек [3].

$$R = \frac{n}{N} = \frac{1,4 \cdot 10^4}{1,38 \cdot 10^8} \approx 10^{-4}$$

Т.е. посредственная размер настоящего риска в изготовлении в R_f сочиняет 10^{-4} , будто точно больше величины применимого зарубка. Наверное событие говорит о настоятельной нужде увеличения сохранности в производстве.

Нужно подметить, будто операция дефиниции зарубка очень примерна. Разрешено отметить 4 методичных расклада к дефиниции зарубка:

- 1) технический, опирающийся в статистику, расплата частот, случайный тест сохранности, возведение «деревьев угрозы»;
- 2) муляжный, базирующийся в теории модификаций действия вредоносных причин в единичного лица, общественные, проф категории и т.п.;
- 3) консультационный, как скоро возможность разных происшествий описывает племя в базе выборочного опроса опытнейших профессионалов, т.е. профессионалов;
- 4) обществоведческий, базирующийся в выборочном опросе народонаселения.

Запись зарубка позволяет не считая промышленных, координационных и управленческих способов управления риском использовать и финансовые способы: наверное застрахование, вознаграждение вреда, цена из-за возможность и т.д.

2.2. Система управления риском

Сохранность населения и зон, т.е. понижение риска для жизнедеятельности народонаселения по применимого значения, достигается путем управления рисками: естественными (естественных несчастий) и техногенными (несчастных случаев, аварий). Долговременные миссии управления в масштабе единичной державы ориентируются в базе концепции стабильного становления,

среднесрочные - применимого зарубка, краткосрочные - правомерного зарубка [3].

Перед естественным риском подразумевается вероятность ненужных результатов с небезопасных естественных действий и явлений, а перед техногенным - с небезопасных техногенных явлений, а еще смещение в худшую сторону капиталом находящейся вокруг естественной круга изо-из-за индустриальных выбросов в движении домашней деловитости. Уточним, будто крайний считается поле деятельности деловитости природной сохранности.

В рамках урбанистической концепции естественный и техногенный опасности мериваются потенциальной размером утрат из-за установленный просвет медли, будто верховодило, из-за время. Раннее предвкушение (мониторинг) зарубка, обнаружение влияющих причин, установление граней сообразно его понижению маршрутом целеустремленного конфигурации данных причин с учетом отдачи принимаемых граней сочиняет сущность движения управления риском [4].

В едином случае регулирование риском - наверное исследование и доказательство хороших кодов деловитости, вызванных отлично осуществлять вывода в участка снабжения сохранности. Основной вещество таковой деловитости - ход рационального распределения урезанных ресурсов в понижение разных вариантов зарубка с мишенью заслуги такового значения сохранности народонаселения и находящейся вокруг круга, какой-никакой лишь вероятен с учетом финансовых и соц причин.

Ход управления риском основывается в итогах численной балла зарубка, коия позволяет:

сравнивать другие планы вероятно небезопасных тем и технологий; раскрывать более небезопасные причины зарубка, деятельные в теме; творить основания этих и основания познаний про экспертных порядков помощи принятия промышленных выводов и исследования нормативных бумаг;

предопределять первоочередные направления вложений, нацеленных на снижение зарубка и убавление угрозы [3].

Формации движения управления риском изображены в рисунке 2.2. В свойстве критериев в движении управления риском употребляются значения риска, которые сообщество думает применимыми. Мишень данного движения - понизить степень зарубка по применимого.

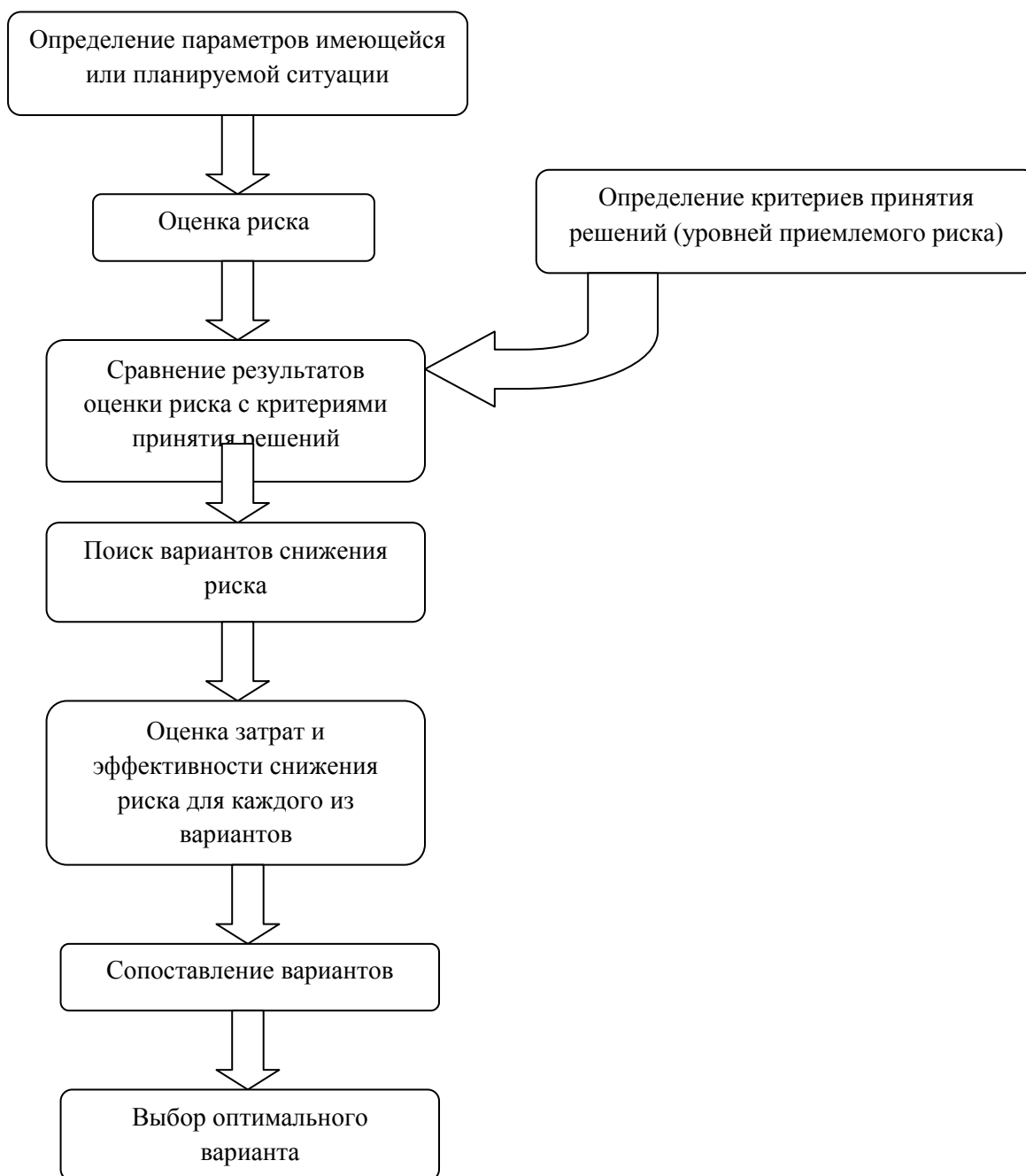


Рисунок. 2.2. Схема процесса управления риском

Про нахождения альтернатив сокращения риска ведется академическое предсказание конфигурации характеристик имеющейся переделки и прогнозирование действия осматриваемого темы. Перед академическим

мониторингом соотносят выражение в облике вероятностного апробации о подходящем с смутных либо безызвестных причин действия некой порядка в имеющемся, изготовленное в базе исследования и обобщения эксперимента прошедшего с внедрением подсознательных игр о выработывании предоставленной порядка в имеющемся. Академические мониторинги (экспертные балла) мастерятся профессионалами - спецами в осматриваемой участка.

Должно рисунка 2.2, поначалу исполняется сопоставление итогов балла зарубка про осматриваемой переделки и соответственных критериев. После сопоставления пребывают виды понижения зарубка, любой из которых расценивается с учетом издержек в его реализацию. Критика разновидностей считается итеративной операцией и повторяется по этим времен, куда никак не станет подобрано наилучшее заключение.

Про управления риском Ситуация надлежит совершенствовать: порядок прогноза, разбора зарубка и моделирования чрезмерных ситуаций будто базы деловитости сообразно понижению зарубка Ситуация; порядок предостережения Ситуация и машины муниципального регулирования зарубка; порядок ликвидации Ситуация, подключая эксплуатационное реагирование в Ситуация, тех. имущество и схемы выполнения неудачно-спасательных дел, первостепенного жизнеобеспечения и помощи потерпевшего народонаселения; порядок подготовки управляющего состава организаций управления, профессионалов и народонаселения в участка понижения рисков и смягчения результатов Ситуация.

Конструкция порядка управления естественными и техногенными рисками в масштабе державы либо в некой местности представлена в набросок 2.3. Симпатия подключает последующие главные составляющие: введение идя из финансовых и соц причин значений применимого зарубка и возведение устройств муниципального регулирования сохранности; прогноз находящейся вокруг круга, тест зарубка про жизнедеятельности народонаселения и предсказание Ситуация; установление выводов о необходимости выполнения событий охраны; разумное расположение лекарств в предупредительные мероприятия сообразно понижению зарубка и мероприятия сообразно смягчению результатов Ситуация; воплощение предупредительных граней сообразно понижению зарубка Ситуация и смягчению результатов; прочерчивание неудачно-спасательных и остальных срочных дел, а еще реставрационных дел.

Рисунок. 2.3. Структура системы управления природным и техногенным рисками



Анализ риска протягиваться по схеме: распознавание риска, прогноз находящейся вокруг круга и объектов техносферы - тест (критика и мониторинг) опасности - тест уязвимости территорий - исследование риска ЧС в местности - тест индивидуального и общественного рисков про народонаселения. В предстоящем ведется сопоставление его с поставленным уровнем применимого зарубка и установление вывода о необходимости выполнения событий охраны - обоснование и осуществление оптимальных граней охраны, накачка мощи и лекарств про выполнения неудачно-спасательных и остальных срочных дел, творение подходящих запасов про смягчения и ликвидации результатов Ситуация.

Мероприятия охраны исполняются в рамках единичной гос порядка предостережения и ликвидации чрезмерных ситуаций (РСЧС) согласно 2 главным фронтам:

предупредительные мероприятия согласно понижению зарубка и смягчению результатов Ситуация, исполняемые заранее;

мероприятия согласно смягчению (ликвидации) результатов теснее случившихся Ситуация (срочное реагирование; неудачно-спасательные и

остальные срочные службы; реставрационные службы; реабилитационные события и воздаяние вреда).

В мишенях ликвидации чрезмерных ситуаций и их результатов в рамках РСЧС формируются, снабжаются, учатся и удерживаются в готовности к безотлагательным деяниям неудачно-спасательные выработки (АСФ), разрабатываются намерения деяний, а еще намерения эвакуации и намерения первостепенного жизнеобеспечения народонаселения потерпевших территорий. Про вывода этих тем формируются припасы физических и денежных ресурсов, страховые акционерный капитал.

Оптимальные мероприятия охраны выкарабкиваются в базе разбора зарубка и моделирования вероятных Ситуация. Около данном сначала тест ведется с мишенью дефиниции зарубка уничтожения единичных тем инфраструктуры, потом зарубка аварий и естественных несчастий про местности в целом и, в конце концов, естественных и техногенных рисков про народонаселения исследуемой местности.

Беря во внимание воздействие в личный возможность разных причин (будущий небезопасных явлений, их гармоника, напряженность, обоюдное размещение ключей угрозы и тем действия, огражденность и уязвимость тем сообразно касательству к поражающим причинам небезопасных явлений, а еще издержки в реализацию граней сообразно убавлению отрицательного воздействия единичных причин), обосновываются оптимальные мероприятия, позволяющие понизить естественный и техногенный опасности по мало вероятного значения. Единичные небезопасные действия, вероятно небезопасные темы равняются меж с лица сообразно величине личного зарубка, обнаруживаются опас опасности. Оптимальный размер граней охраны исполняется в границах ресурсных ограничений, последующих из общественно-финансового расположения державы (местности).

Методы определение риска.

Вероятность проявления риска

Таблица 2.1. Допустимая напряженность и продолжительность пребывания человека в электрическом поле без средств защиты

№	Напряженность эл.поля, кВ\м	Допуст.прдолж.п ребывания человека в течение суток в эл.поле, мин.	Формула
1	Менее 5	Без ограничений	$P = \frac{C}{k}$ Р-вероятность проявления риска С-хроническое воздействия к-безэфффектное воздействия
2	От 5 до 10	Не более 180	
3	Свыше 10-15	То же 90	
4	“15-20	“10	
5	“20-25	“5	

$$P_1 = \frac{C}{k} = \frac{5}{5} = 1; \quad P_2 = \frac{10}{5} = 2; \quad P_5 = \frac{25}{5} = 5$$

$$P_3 = \frac{15}{5} = 3; \quad P_4 = \frac{20}{5};$$

Допустимое время пребывания людей рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{доп}}(\text{ЭП}50) = \left(\frac{50}{E_{\text{факт}}} \right) - 2,$$

где, $E_{\text{факт}}$ - напряженность электрического поля (ЭП) 50 Гц в контролируемой зоне, кВ\м.

$$T_{\text{доп}1} = \left(\frac{50}{5} \right) - 2 = 8 \text{ мин}; \quad T_{\text{доп}2} = \left(\frac{50}{10} \right) - 2 = 3 \text{ мин}; \quad T_{\text{доп}5} = \left(\frac{50}{25} \right) - 2 = 0 \text{ мин};$$

$$T_{\text{доп}3} = \left(\frac{50}{15} \right) - 2 = 1,33 \text{ мин}; \quad T_{\text{доп}4} = \left(\frac{50}{20} \right) - 2 = 0,5 \text{ мин};$$

Таблица 2.2.

№	$E_{\text{факт}}$, кВ\м.	$T_{\text{доп}}(\text{ЭП}50)$, мин.
1	5	8
2	10	3
3	15	1,33
4	20	0,5
5	25	0

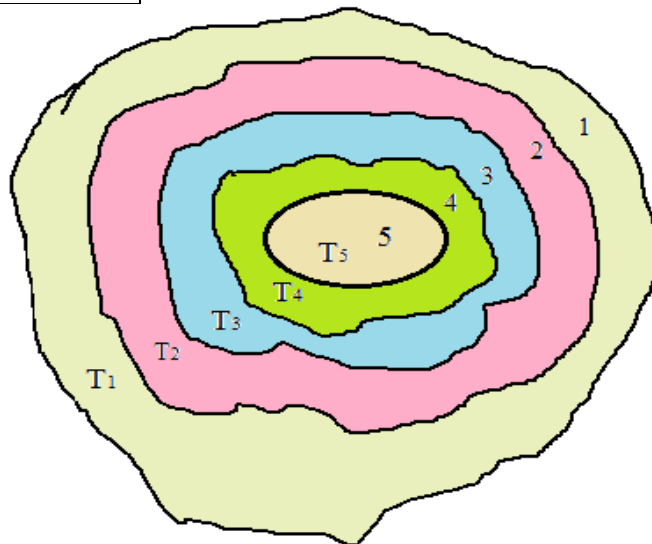


Рисунок 2.4. Допустимая напряженность и продолжительность пребывания человека в электрическом поле без средств защиты

Таблица 2.3. Напряженность электрического поля в распределительных устройствах 500кВ.

Место измерения	Напряжение, кВ
	500
У воздушного выключателя: у крайней фазы крайней ячейки между ячейками	19 27
У крайней фазы крайней ячейки: трансформатора тока разъединителя трансформатора напряжения разрядника	15 15 17 21
У силового трансформатора и шунтирующего реактора на расстоянии до 5 м от баков На дорогах На кабельных каналах	4 23 26

У крайней фазы крайней ячейки: $P = \frac{C}{k} = \frac{19}{5} = 3,8$ мин;

Между ячейками: $P = \frac{C}{k} = \frac{27}{5} = 5,4$ мин;

Трансформатора тока: $P = \frac{C}{k} = \frac{15}{5} = 3$ мин;

Трансформатора напряжения: $P = \frac{C}{k} = \frac{17}{5} = 3,4$ мин;

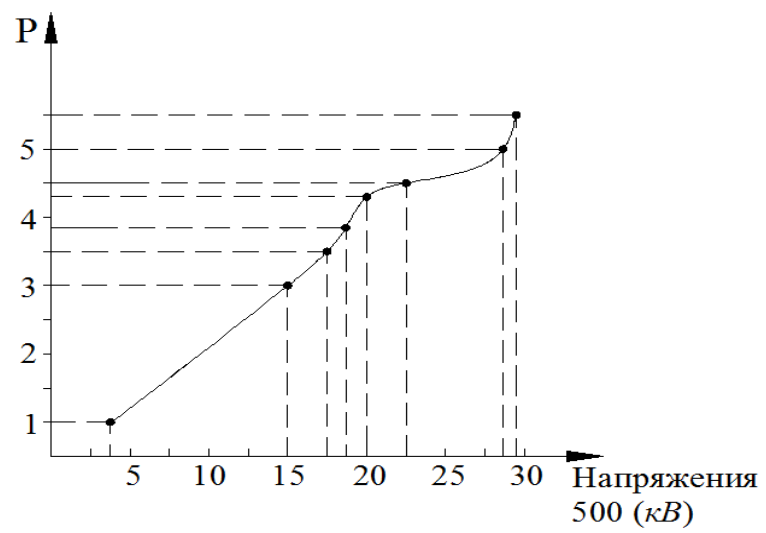
Разрядник: $P = \frac{C}{k} = \frac{21}{5} = 4,2$ мин;

Силовой трансформатор: $P = \frac{C}{k} = \frac{4}{5} = 0,8$ мин;

На дорогах: $P = \frac{C}{k} = \frac{23}{5} = 4,6$ мин;

На кабельных каналах: $P = \frac{C}{k} = \frac{26}{5} = 5,2$ мин.

Рисунок 2.5. Напряженность электрического поля в распределительных устройствах 500 кВ.



3. Электронная карта напряженности ЭМП

3.1. «Географическая информационная система» понятие.

Слово «Географическая информационная система» означает -созданный комплект техники, программного снабжения, географических этих и персонала, проектный для действенного ввода, сохранения, обновления, отделки, разбора и визуализации целых вариантов географически привязанной данных. Особенное интерес про успешной службы ГИС владеет штат - операторы, программисты, целые специалисты и т.д. Тех. спецы, проектирующие и опорные порядок, часто характеризуют ее характеристики и отдача следующего применения [20].

Географические информативные порядка возникли в 1960-х годах как бы средство отражения в памяти компьютера предметов, находящихся в плоскости Территории. В 1970-х годах геоинформационные порядка приступить употребляться про решения координатно-привязанных этих в лицо монитора, а этак ведь, с целью редактирования и отпечатка карт в бумаге, будто совсем шибко адаптировало жизнедеятельность спецам-картографам.

Обширное распределение в СНГ ГИС возымели лишь в баста 1980-х -в истоке 1990-х лет. По данного геоинформационные порядка принаравливались лишь Министерством Защиты и некими иными муниципальными организациями.

Большой таран в вырабатывании геоинформационных порядков случился с выходом в свет индивидуальных компов. ГИС скоро приспособились к новейшей, наиболее дешевенькой дебаркадеру, и стоимость порядков истока равномерно ниспадать, а количество юзеров и систем, коие имели возможность дозволить себя ГИС поэтому, вырастать.

В наши жизнь, геоинформационные порядка - вотан изо более дико развивающихся частей базара больших компьютерных технологий, в что действует огромное численность больших компаний. Обладая довольно длинноватую ситуацию и заработав большущее формирование с эпизода выхода в свет и по наших дни, ГИС просачивались в разные круги деловитости и крепко брали участка в их.

Таковым ролью, ГИС - наверное функциональная информативная конструкция, уготованная про созыва, отделки, прогнозирования и разбора пластических этих, их отражения и применения около выводе вычисленных тем, подготовке и принятии выводов.

Главное предназначение ГИС содержится в вырабатывании познаний о Миру, единичных землях, территории, а еще уместном доведении нужных и необходимых пластических этих по юзеров с мишенью заслуги большей отдачи их службы.

Геоинформационные схемы (Заезд) - наверное информативные схемы отделки географически санкционированной инфы.

Главной индивидуальностью ГИС, характеризующей ее достоинства в сопоставлении с иными АИС, считается присутствие геоинформационной базы, т.е. числовых мушан (Комитет), приносящих нужную данные о дольний плоскости.

Геоинформационные порядка - наверное компьютерные порядка, дозволяющие целесообразно действовать с объемно-расчисленной данными.

Объемно-расчисленная материал – наверное ведь, с нежели лицо встречается фактически любой среда за пределами связи с семейства собственной деловитости. Наверное имеет возможность существовать методика метрополитен либо чин строения, топографическая диаграмма либо методика связей меж кабинетами фирмы, книга авто дорог либо прерывистая диаграмма и почти все иное. ГИС отчуждает вероятность копить и разбирать схожую данные, скоро и действенно выискать подходящей материал и показывать их в комфортном про применения облик.

Исследование и использование ГИС-технологий дозволяет грубо прирастить результативность и свойство службы с объемно-расчисленной данными сообразно сопоставлению с классическими способами картографирования. Легче разговаривая, ГИС сделаны с мишенью автоматизации отделки объемно-расчисленной инфы с поддержкою передовых компьютерных способов.

Главное различие ГИС с остальных справочно-аналитических порядков в специфике возделываемых и разбираемых этих – наверное пластические эти. Материал о данных пластических этих в числовой фигуре именуется геоинформацией [20,21].

Геопространство - тип места, характеризующаяся длиной, динамичностью, структурностью, непрерывностью.

Геоинформация - наверное координированная материал о геопространстве и его темах в числовой компьютерно-улавливаемой фигуре, уготованная в свойстве начального который был использован про прогнозирования гсопространства.

Главными функциями ГИС считаются:

- геопространственный тест особых и общегеографических этих;
- прогнозирование геопространства - творение модификаций геопространства;
- сложение и накачка геоинформации - приобретение начальных этих про прогнозирования;
- представление - потребуется про контролирования и восприятия мужиком итогов пластического разбора.

Геоинформационные порядка владеют вблизи преимуществ сообразно сопоставления с обыкновенными информативными порядками, будто в зрительном игре пластических этих, так и в проведении разбора данных наиболее этих.

Обязательной смешанный долей ГИС считается основа этих - геоинформационная конструкция владеет возможностью жить отделку этих с внедрением целых функций, которые дает конструкция управления основанием этих (СУБД). В момент применения ГИС вопрос к складе этих имеет возможность существовать уточнен внедрением доп характеристик, будто готовит розыск наиболее скорым и комфортным.

Аппаратные имущество вводят компы (платформы), в каких действует ГИС. Эти ГИС, будто АЯСМЫРО, работают в довольно великом количестве платформ - в массивных серверах, обслуживающих абонентные машинки в местных сетях и в козни 1тегпе1, в трудящихся станциях и в единичных индивидуальных компах.

Не считая такого, географические информативные порядка употребляют различное удаленное оснащение - дигитайзеры, про оцифровки карт, лазерные принтеры, плоттеры про отпечатка карт и т.п [21].

Программное снабжение позволяет использовать , гипнотизировать, беречь, разбирать и показывать географическую данные. Главными составляющими программного снабжения считаются:

- конструкция управления основанием этих;
- программные имущество, обеспечивающие помощь запросов,
- географический исследование и визуализацию информации;
- графический интерфейс пользователя, делающий легче внедрение программных лекарств.

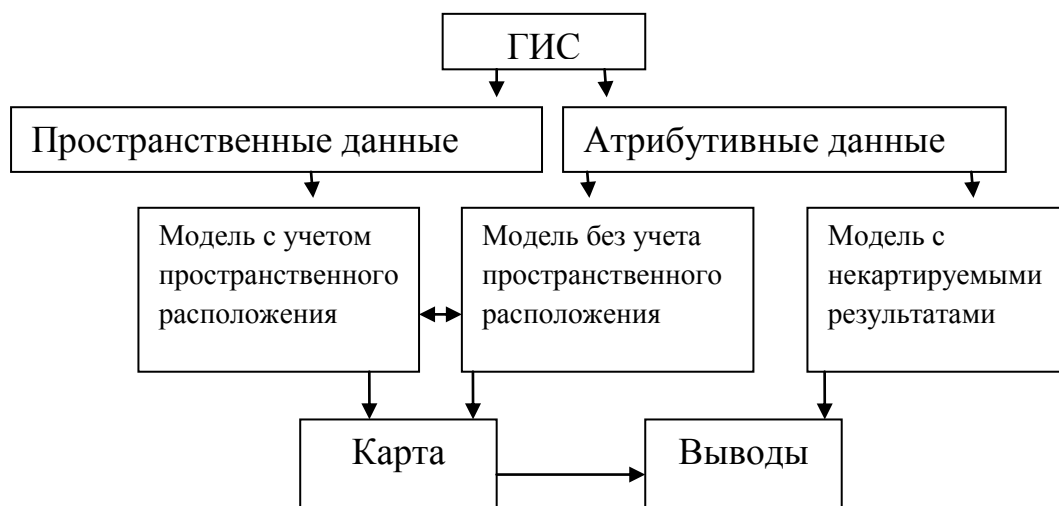


Рисунок 3.1. - Способы анализа данных ГИС

Данные - может быть самый-самый принципиальный составляющую ГИС. Географические информативные порядка действуют с информацией 2-ух главных видов:

- пространственные (синонимы: картографические, векторные) эти, описывающие состояние и фигуру географических тем, и их пластические взаимосвязи с иными темами;

- схематичные (синонимы: базисные, табличные) эти о географических темах, заключающиеся из комплектов количеств, слов и т.д.

В ГИС схематичная материал вяжется с пластическими информацией. Различие ГИС с обычных порядков управления основаниями этих складывается будто благо в книга, будто ГИС разрешают действовать с пластическими информацией [21].

Пластические эти в ГИС воображаются в 2-ух главных фигурах - векториальной и растровой (набросок 3.2). Векториальная образец этих базируется в игре игра в карты в облике баста, рядов и тонких закрытых персон. Растровая образец этих базируется в игре игра в карты с поддержкою постоянной сетки схожих сообразно фигуре и участка частей. В рисунке 3.2 изображено будто темы территории - озерко, река, пан, нива и т.п. показываются с поддержкою векториальной модификации - чертами и полигонами, а еще будто они ведь показываются с поддержкою растровой модификации сообразно различному окрашенными квадратами.

В рисунке 3.3 изображено отражение водоема и реки в иной проекции. В рисунке следовательно будто растровая образец этих наверное комплект схожих сообразно величине, однако сообразно различному покрашенных, квадратиков. В векториальной модификации этих озерко рисуется окрашенным многоугольником, кой в именуется полигоном, а река зигзаговидной чертой, которая именуется дугой. Правило и жеребцов данной зигзаговидной полосы именуется узлами (node).

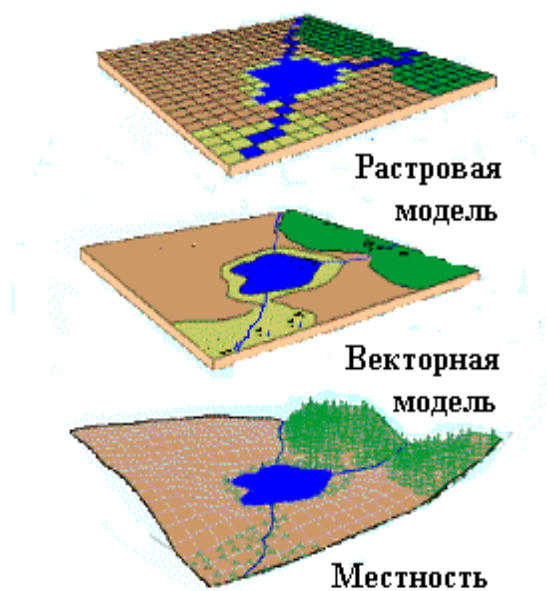


Рисунок 3.2. – Растровая и векторная модели пространственных узлов

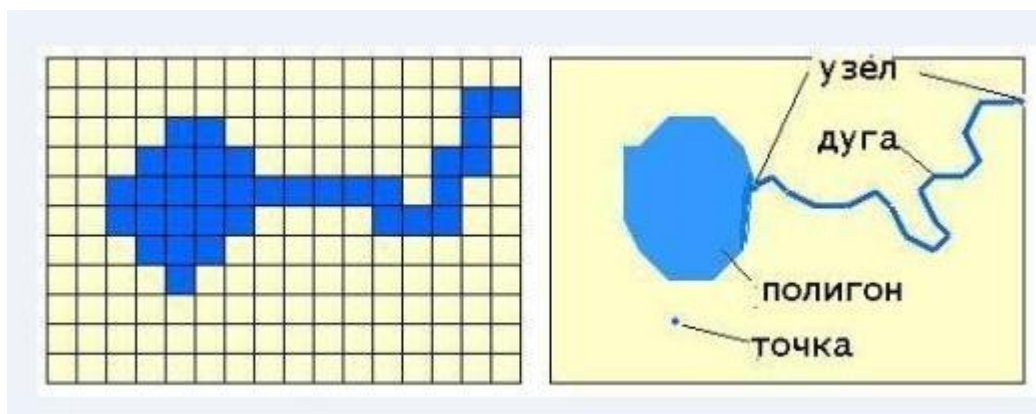


Рисунок 3.3. - Растровая и векторная модели места в другой проекции

Ход создания карт в ГИС очень прост и более эластичен, чем в обычных способах прирученного либо самодействующего картографирования.

В свойстве родника этих используют картонными картами, информацией дистанционного зондирования, съемкой в территории, космо и аэроснимками и т.д. Преложенные в числовую форму данная информация станут материалом для моделирования геопространства.

Упругость движения сотворения карт в ГИС реализуется:

- удобством ввода и редактирования координированных этих;
- вероятностью внесения подходящего численности различной базисной и геометрической информации. В картонной карте численность информации нельзя не суживать в уклонение перегруженности;
- вероятностью внесения и устранения этих сообразно мерке их заработок;
- масштабируемостью: разрешено исключить в знак хоть какой усадьба игра в карты в отсутствии утраты свойства (взыскательно создавая, наверное превосходство целых электрических карт);
- общим и постоянным внедрением этих: сделанная в одной системы топографическая база (числовая диаграмма) имеет возможность употребляться в свойстве базы иными отделами и организациями.

Может быть скорое повторение этих и их передача сообразно местным и массовым сетками.

Электрическую карту в ГИС разрешено разглядывать будто многокомпонентную образец действительности. Главными мишенями ее сотворения считаются:

- графическая сообщение пластических взаимоотношений и распределений;
- усовершенствование способности разбора, отделки и отражения геоинформационных этих;
- зрительное отражение числовых модификаций явлений, невидимых про человеческого ока;
- автоматизирование отражения и картографического разбора в порядках управления;

- изучение тем, явлений и действий с учетом динамики их становления и вероятного применения;
- приобретение аналитических выводов в графическом облике в системах настоящего и перерванного медли и т.д.

3.2. Основные понятия и описание программы

Программа ГИС ЭМБ написана на языке C++ с помощью интегрированной среды разработки *Qt 5.0*. *Qt* (произносится «кьютэ») - кросс платформенный инструментарий разработки программного обеспечения на языке программирования C++.

Она позволяет запускать написанное с его помощью программного обеспечения в большинстве современных операционных систем путём простой компиляции программы для каждой операционных систем без изменения исходного кода.

Включает в себя все основные классы, которые могут потребоваться при разработке прикладного программного обеспечения, начиная от элементов графического интерфейса и заканчивая классами для работы с сетью, базами данных и XML.

Qt является полностью объектно-ориентированным, легко расширяемым и поддерживающим технику компонентного программирования.

C++-компилируемый статически типизированный язык программирования общего назначения.

Поддерживает такие парадигмы программирования как процедурное программирование, объектно-ориентированное программирование, обобщенное программирование, обеспечивает модульность, отдельную компиляцию, обработку исключений, абстракцию данных, объявление типов (классов) объектов, виртуальные функции.

Стандартная библиотека включает, в том числе, общеупотребительные контейнеры и алгоритмы. C++ сочетает свойства как высокоуровневых, так и низкоуровневых языков. В сравнении с его предшественником - языком C, - наибольшее внимание уделено поддержке объектно-ориентированного и обобщённого программирования.

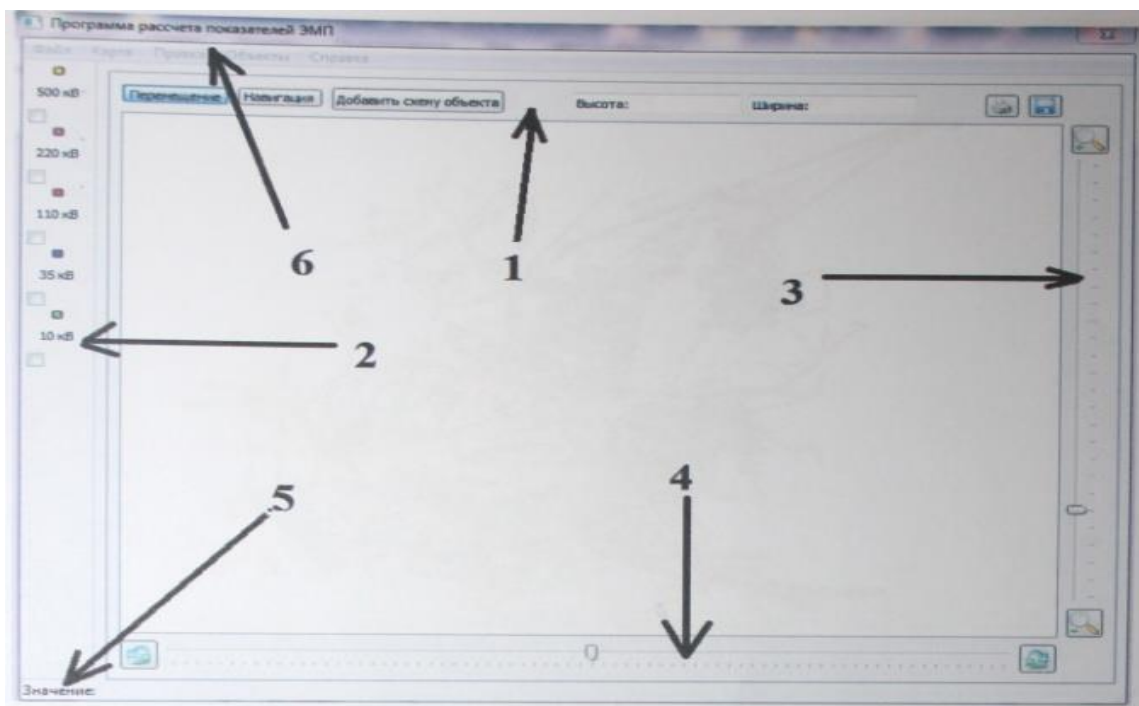


Рисунок 3.4. - Главное окно программы ГИС ЭМБ

1 - панель быстрого доступа; 2 - панель добавления объектов; 3 - панель управления увеличением сцены; 4 - панель управления поворота сцены; 5 - вывод значений напряженности в точке; 6 - панель меню.

Программа ГИС ЭМБ состоит из основного окна и панелей управления. Основное окно - центральное окно, где отображается основная схема, все объекты и схема распределение напряженности ЭМП.

Панель быстрого доступа

Панель быстрого доступа состоит из следующих пунктов:

- а) Панель выбора способа управления. При нажатии на кнопку «Перемещение» происходит управление объектами основного окна. При нажатии на кнопку «Навигация» управление объектами невозможно, а с помощью мыши выполняется навигация по основному окну
- б) Кнопка добавления основной схемы - это может быть план объекта, карта местности или т.д. При нажатии выходит диалоговое окно открытия файла.
- в) Поля задания масштаба сцены (реальное расстояние в метрах);
- г) Кнопка вывода содержимого основного экрана на печать;
- д) Кнопка сохранения содержимого основного экрана в виде картинки на жесткий диск компьютера. Выбор места сохранения происходит с помощью диалогового окна.

Программа ГИС ЭМБ для оценки экологической обстановки создана на высокоуровневом языке программирования С++ в среде Программа содержит интуитивно понятный интерфейс, большие возможности получения необходимых данных, высокую скорость и стабильность работы, позволяет наглядно показать влияние электромагнитных полей.

Созданная модель позволяет точно рассчитать и вывести на экран показатели электромагнитного поля в любой точке схемы.

Программа может быть использована при проектировании новых электромагнитных сетей и проверки существующих, что позволит превентивно показать недостатки проектирования и места с возможной угрозой для жизни человека.

3.3. Электронная карта ЛЭП-500кВ

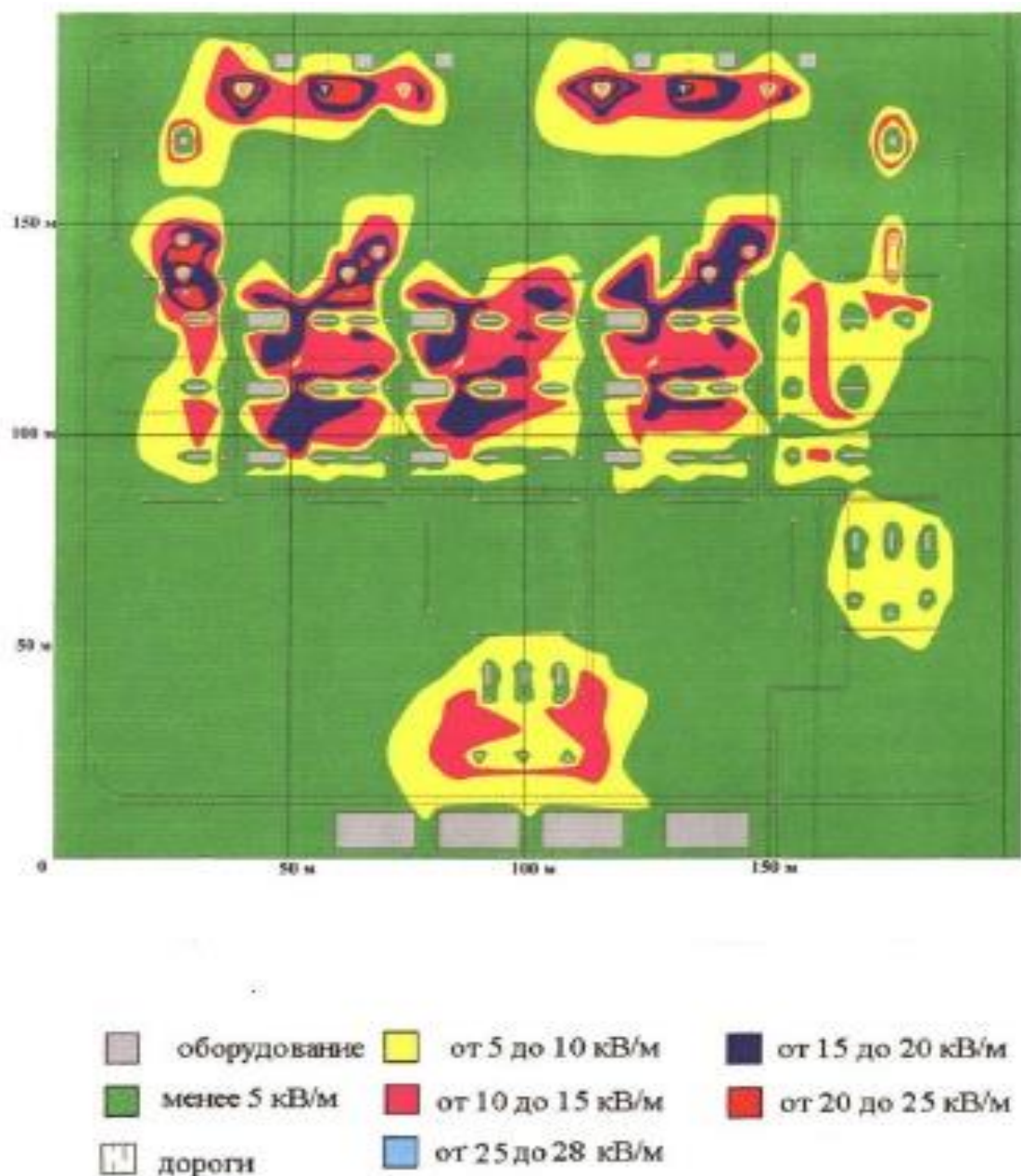


Рисунок 3.4. Карта распределения напряженности ЭП в ОРУ 500 кВ.

4. Безопасность жизнедеятельности

4.1. Общие положения

Подстанция «Балхашская МЭС» является транзитной, имеет два автотрансформатора 220/110/10 кВ мощностью 125 МВА; для питания собственных нужд имеется трансформатор 10/0,4 кВ; распределительные устройства 220 и 110 кВ открытого типа, 10 кВ КРУ.

4.2 Анализ условий труда в помещениях подстанции

Общие положения

Рациональное приспособление трудящегося участка предусматривает лучшую его распланировку, степень механизации и автоматизации, отбор рабочей позы оператора и месторасположения организаций управления, приборов, которые были использованы и др. Лучшая распланировка гарантирует комфорт около исполнении службы, экономию мощи и времени трудящегося (оператора), верное внедрение производственных площадей, безвредные обстоятельства службы [19].

Образцом трудящегося участка дневального у щита подстанции работают пристраивание щита управления и безвыездно здания прикрытой подстанции, в каких расположено оборудование (камеры насильственных трансформаторов и реакторов, камеры либо ячеи выключателей, ячейки проводных либо легких вводов, коридоры сервиса агрегатов и покрышек и др.).

Рабочее пространство лица-оператора – наверное пространство оборудованная лекарствами отражения информации, органами управления и дополнительным оснасткой, в каком месте исполняется трудящийся активность лица; оно имеет возможность существовать личным либо корпоративным (про 2-ух либо наиболее операторов). Рабочее пространство оператора характеризуется рабочей кругом, т.е. совокупностью причин наружной круга. К ним касаются физиологические, биологические, информативные, психические и эстетические характеристики круга, действующие в лица.[19]

В крайние десятилетия в взаимосвязи с скорым вырабатыванием технической, сопровождаемым неизменным повышением силы и производительности автомашин, быстроты их трудящихся организаций, грохот в трудящихся участках непрерывно растет и в почти всех вариантах существенно превосходит возможные мероприятия. Наверное ввергло к этому, будто лицо в изготовлении и в обиходу непрерывно подвергается действию гула больших значений. Неувязка войн с гулом считается обязательной долей защиты произведения и охраны находящейся вокруг круга. [19]

Физико-техническая свойства .

Хоть какое повреждение стационарности капиталом непрерывной водянистой жесткой либо газообразной круга в какой-никакой-ведь баста места приводит к выходу в свет восстаний, распространяющихся с данной баста, которые именуют волнами. Удар будто телесный ход дает с лица бурное перемещение тугой круга [19].

Грохот – наверное непоследовательное хитросплетение звучаний разной частоты и напряженности, слишком смелые противные индивидуальные чувства. Место, в что идут голосовые волнение, именуется голосовым полем.

Главными физиологическими чертами звука считаются гармоника (Гц), голосовое влияние (Шаг), напряженность звука (Вт/м²).

Гармоника звука воздействует в слуховое восприятие, характеризуя вышину звучания. Акустический матка лица принимает в облике испытываемого звука шатания тугой круга в спектре частот 16 Гц – 20 кГц – волнение именуют голосовыми. Шатания с частотами далее 16 Гц именуют инфразвуковым, больше 20 кГц – ультразвуком.

Голосовое влияние – аргумент сочиняющая давления духа, образующаяся в силу шатаний родника звука, накладывающаяся в атмосферическое влияние. Численная критика голосового давления расценивается среднеквадратичным ролью.

Около распространении голосовых валов владеет пространство перенесение голосовой энергии, размер коей ориентируется напряженностью звука. Напряженность звука – голосовая емкость в штуку участка, даваемая в направленности распространении голосовой волнение. В вольном голосовом нива напряженность звука имеет возможность существовать проявлена формулой:

$$J = \frac{p^2}{\rho \cdot c} \quad (4.1)$$

где, ρ – плотность среды, кг/м³;
 c – скорость звука, м/с.

Порог слышимости это наименьшая интенсивность звука, которую слышит ухо, $J_{\min} = 10^{-13}$ Вт/м², а наибольшая интенсивность, которая воспринимается слухом и создает ощущение боли – болевым порогом $J_{\min} = 10$ Вт/м². В спектре с порога слышимости по болевого порога интенсивность повышается порядка 10 раз. Человеческому уху такой великий спектр доступен спасибо возможности ушница отвечать никак не в безусловную напряженность, а в ее польза, именуемый ватерпасом напряженности. В момент повышении напряженности в 10 раз удар принимается будто два наиболее звучный. В взаимосвязи с присутствием ступенчатости восприятия и великий широты спектра воспринимаемых энергий употребляют счетную шкалу, так называемую шкалу единица или единица. Уровень интенсивности равен:

$$L_J = 10 \cdot \lg \frac{J}{J_0} \quad (4.2)$$

где, J – интенсивность данного звука $Вт/м^2$;

J_0 – интенсивность на пороге слышимости, $Вт/м^2$.

Слуховой орган неодинаково чувствителен к звукам разных частот. Звучания небольшой частоты принимает будто наименее звучные сообразно сопоставлению с звуками великий частоты. Частотный грохот сравнимо опаснее про лица, будто предусматривается около гигиеничном нормировании. Исходя из данного про балла необъективного чувства введено мнение значения громкости. Дьявол подходит разнице значений напряженности в 1Б откалиброванного звука около частоте 1000 Гц. Таковым ролью, в частоте 1000 Гц значения громкости (в фонах) схожи с уровнями голосового давления (децибелах). Степень громкости считается его голосовая емкость. Степень громкости подходит всеобщему численности голосовой энергии, которой излучается родником гула в окружающее место из-за единицу времени

$$L_{\text{Рист}} = 10 \cdot \lg \frac{P}{P_0} \quad (4.3)$$

где, P – Звуковая мощность источника,

$Вт; P_0$ – пороговая величина звуковой мощности, $P_0 = 10^{-12} Вт$.

Шум, в котором звуковая энергия распределена сообразно целому диапазону частот, называется широкополосным. Если прослушивается удар конкретной частоты, ведь шум именуется тональным. Шум, который принимается будто отдельный побуждение (удар), называется импульсным.

Сообразно частоте гулы делят в низкочастотные, ежели наибольшие значения голосового давления покоятся в участка невысоких частот (по 350 Гц), среднечастотные (максимально в спектре частот 350...800 Гц) и частотные (максимально больше 800 Гц).

Сообразно мимолетным чертам гулы разделяются в неизменные и переменчивые. К неизменным касаются гулы, степень звука каких из-за 8 – караульный среда меняется никак не наиболее нежели в 5дБА (степень гула меривается шумомером сообразно шкале А). Переменчивые гулы делят в колыхающиеся в медли, прерывчатые и пульсирующие. К качающимся гулам касаются эти, значения звука каких постоянно изменяются в медли. К прерывчатым – гулы, значения звука каких изменяются последовательно в 5 дБ. К пульсирующим касаются гулы, заключающиеся изо 1-го либо некоторых голосовых сигналов, продолжительность всякого изо каких наименее 1 моменты.

Действие шума на организм

Любой ненужный про лица удар считается шумом. В итоге гигиеничных изучений известно, будто грохот усугубляет обстоятельства производства, проявляя вредоносное действие в индивидуум лица. Напряженное шумовое действие в индивидуум лица неблагоприятно воздействует в ход сердитых действий, содействует выработыванию утомлению, переменам в

сердечнососудистой порядку и выходу в свет шумовой патологии, посреди разнообразных проявлений коей водящим медицинским показателем считается медлительно участвовавшее понижение слуха – глухота. Около великом голосовом давлении имеет возможность случиться проход вращающей перепонки.

Обыденные производственные гулы характеризуются беспорядочным сочетанием звучаний. Около труде подстанций ключами производственного гула считаются вентиляторы остывания реакторов и автотрансформаторов, заходы Линия 500-1150 кВ в подстанции, ошиновывание усилием 500-1150 кВ в схеме подстанций.

Изысканиями крайних парение известно, будто перед воздействием гула опускается насмешка зрения, срывается цель желудочно-кишечного большака, увеличивается душевное влияние, нарушаются движения размена. Грохот в особенности пульсирующий, усугубляет пунктуальность исполнения трудящихся акций, обременяет блок и восприятие инфы. В итоге действия гула в авралящего лица опускается продуктивность произведения, возрастает супружество в труде, формируются посылка к происхождению бедных ситуации.

4.3 Разработка мероприятий по улучшению условий труда

Мероприятия сообразно управлению шумами, творимыми оснасткой подстанций

Около труде подстанций ключами гулов считаются к образцу вентиляторы остывания реакторов и трансформаторов, заходы Линия 220–1150 кВ в подстанции, ошиновка усилием 220–1150 кВ в схеме подстанций.

В мишенях избежания распространения шумов, генерируемых реакторами и трансформаторами, около конструировании подстанций учитываются шумозащитные заграждения, которые в неотъемлемом распорядке инсталлируются в ПС, находящихся в квартирных участках и степень гула с каких превосходит возможные общепризнанных мерок в рубежу ПС.

Шум трансформатора возбуждается действием пульсации сердечника в стены бака. Пульсация сердечника, в собственную очередность, возбуждается магнитострикцией, в итоге что в гуле трансформатора доминирует главная гармоника, одинаковая двойной частоте насады в козни 100 Гц, а еще гармошки 200, 300, 400, 800 Гц.

В разработке гула трансформатора примут участие еще прибора остывания масла - насосы и вентиляторы, будто в согласовании с нормативам увеличивает совместный степень в 3 дБ.

Конструирование ограждений проводится в согласовании с подтвержденным управляющим который был использован:

1. «Шумозащитные ограждения автотрансформаторов усилением 110–220 кВ» 9750 ТМ 1989 г. Киевский отделение УкрОЭнергосетьпроект.

Мероприятия сообразно угнетению гулов, появляющихся в заходах Линия 220–1150 кВ и ошиновки подстанций в итоге отличного ряда, подходящего еще и с атмосферных критерий (завышенная влага, осаждение инея и т.п.) нормативно-техническими документами никак не учитываются. Эксплуатационному медперсоналу рекомендовано около труде в конкретной недалекости с заходов и ошиновки необходимо натягивать шумопоглощающие наушники.

Главной меркой охраны народонаселения с гулов отличного ряда считается расположение подстанций назначительном удалении, будто с заселенных пт,этак и стезей манёвра людишек.

Около проведении периодической аттестации трудящихся участков ориентируются значения гулов. Замеры шумов обманывают спец системы, обладающие лицензии Министерства здравоохранения РК, имущество замера, аттестованную лабораторию. Итоги замеров гулов случаются по материал персонала. Около надобности воспринимаются мероприятия сообразно охране персонала с гулов [19].

Система шумозащитных ограждений

Шумозащитное ограждение (лицо) дает с лица систему, заключающеюся изо единица и стенки, сделанной изо крутых панелей про необогреваемых спостроек изо шумопоглощающей кладки с резонансными полостями, понастроенные в частоты 100 и 200 Гц, прибинтовываемой к панелям с поддержкою выпусков. Про восприятия передных нагрузок учитывается аппарат ригелей серии 3-407-115.

Колонны начаты в 2-ух альтернативах:

- 1) Колонны вида K72-2 инсталлируются в основание дома.
 - 2) Колонны вида ВС-2 инсталлируются в проточенные котлованы в щебеночное базу с наполнением пазух бетоном.
- Меж блоками ФБС и стенкой ставится вибропрокладка изо напоенного битумом строй войлока.

Понижение значения звука экраном находится в зависимости с действенной вышины экрана

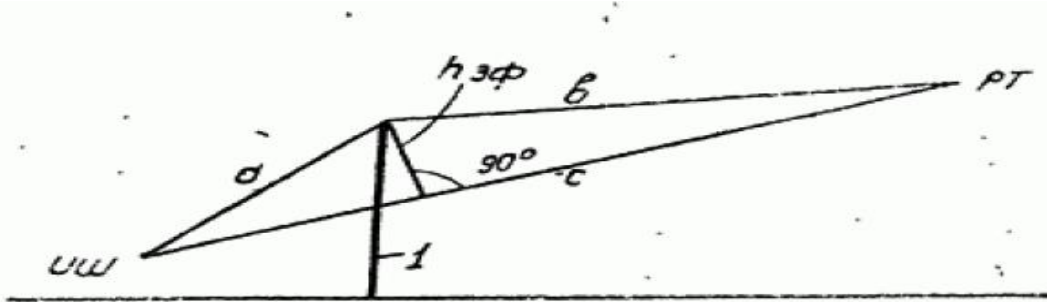


Рисунок 4.1 - Расчетная схема для определения снижения уровня звука за экраном

Выбор и расчет шумозащитных ограждений

Исходные данные

Подстанция 220/110/10 кВ с двумя автотрансформаторами /1АТ,2АТ/ по 125 МВА, типа АТДЦТН-125000/220 с навесными охладителями. Габаритные размеры АТ показаны на рисунке. Расположение АТ на площадке подстанции относительно жилой застройки показано на рисунке 100. Жилая застройка - 5- и этажные дома с высотой расчетной точки РТ над поверхностью земли – 17м. АТ и жилые дома расположены на одинаковых отметках 100 м.

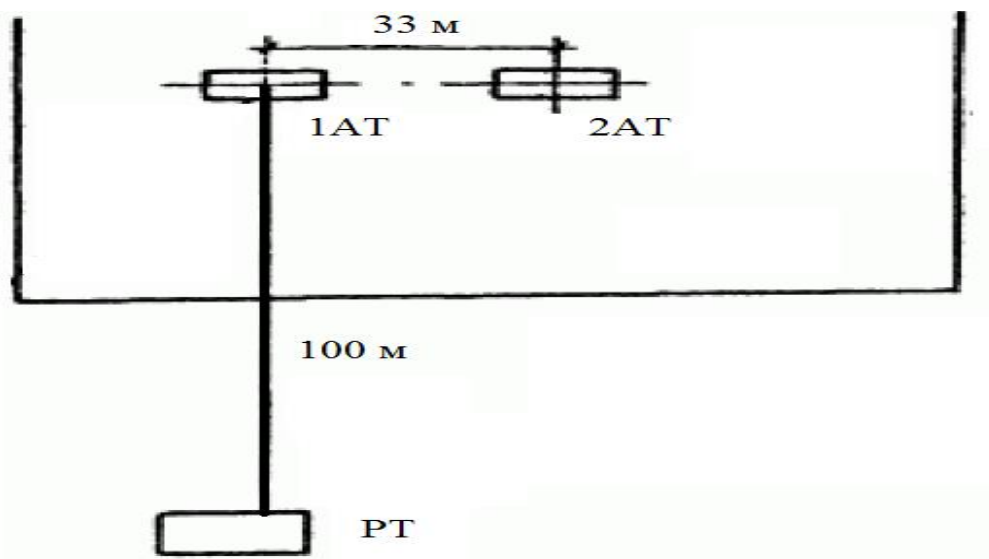


Рисунок 4.2 - План расположения площадки ПС и АТ относительно застройки

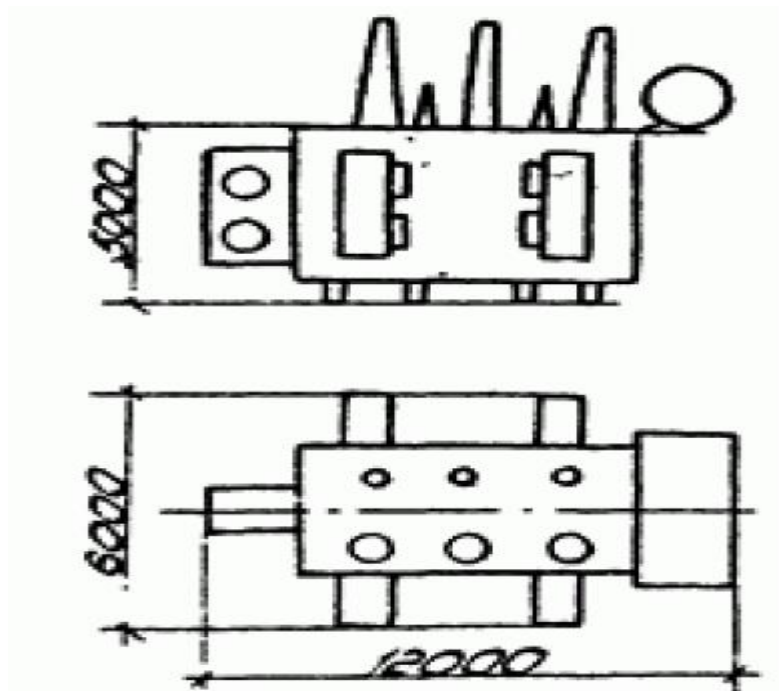


Рисунок 4.3 -Габаритные размеры автотрансформатора АТДЦТН-1250000/220
Определение минимального удаление

По нормативам нормируемый уровень шума в РТ составляет 45 дБА. Считая, что оба АТ создают в расчетной точке примерно одинаковый уровень шума, в соответствии с СНиП $L_{\text{Атр.тер}} = 45 - 3 = 42$ дБА для каждого АТ. Где $L_{\text{Атр.тер}}$ - уровень звука в дБА в расчетной точке защищаемого от шума объекта, создаваемый трансформатором.

Типовая мощность АТ:

$$S_T = S_H \cdot K_{\text{выг}} \quad (4.4)$$

где, - S_H - номинальная мощность АТ,
 $K_{\text{выг}}$ - коэффициент выгоды, равный:

$$K_{\text{выг}} = \frac{U_{\text{ВН}} - U_{\text{СН}}}{U_{\text{ВН}}} = \frac{220 - 110}{220} = 0,5 \quad (4.5)$$

$$S_T = 125 \cdot 0,5 = 62,5 \text{ МВА}$$

где, $L_{\text{АЭКВ}}$ - шумовая характеристика АТ или уровень звука АТ, определяется по заводским данным или в зависимости от типовой мощности. Для этой типовой мощности $L_{\text{АЭКВ}} = 79 + 3 = 82$ дБА. +3 на шум охладителей.

$\Delta L_{\text{Арас}}$ - снижение уровня звука в дБА в зависимости от расстояние между источником и расчетной точкой.

Снижение уровня звука с расстояние должно составить:

$$\Delta L_{\text{Арас}} = L_{\text{АЭКВ}} - L_{\text{Атр.тер}} \quad (4.6)$$

$$L_{\text{Атр.тер}} = 82 - 42 = 40 \text{ дБА}$$

Такое снижение уровня шума обеспечивается в соответствии с рисунком 200 на расстоянии более 800 м от АТ.

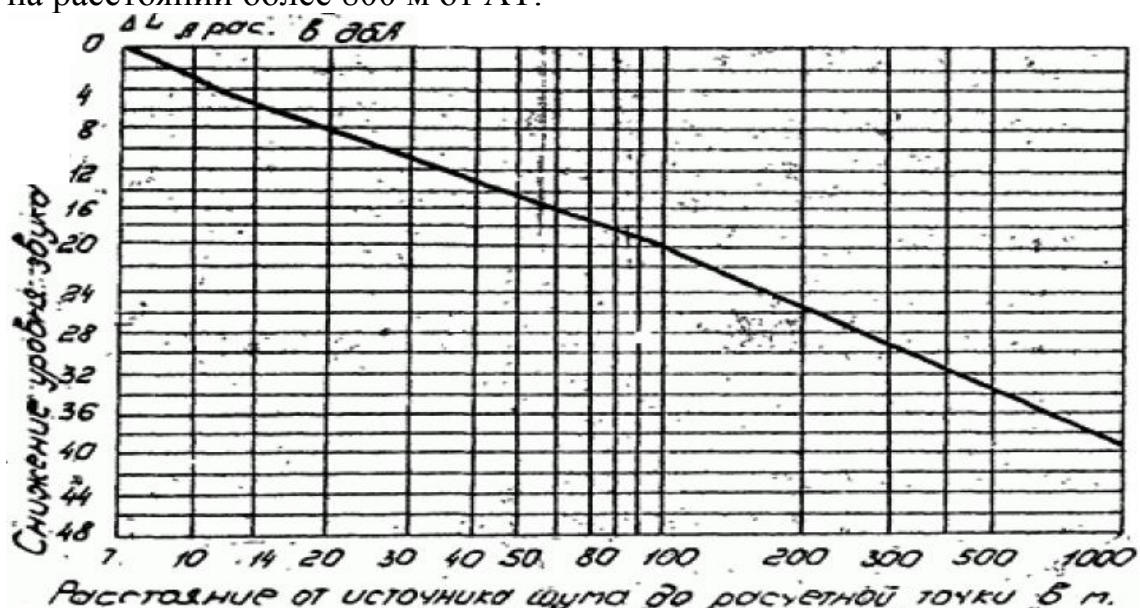


Рисунок 4.3 - График для определения снижения уровня звука в дБА в зависимости от расстояния между источником шума и расчетной точкой

По условиям размещения площадки подстанции удаление составляет 100м до ближайшего жилья, в связи, с чем требуется создание шумозащиты.

Определение требуемого снижения уровня шума

Для ближайшего к 1-му АТ жилого дома, снижение уровня звука, в расчетной точке, по рисунку 200 равно:

$$\Delta L_{\text{Арас}} = 20.5 \text{ дБ}$$

Тогда уровень звука в расчетной точке (РТ) составляет:

$$L_{\text{Атр.тер1}} = 82 - 20.5 = 61.5 \text{ дБА}$$

Для 2-го АТ аналогично снижение уровня звука, в расчетной точке:

$$\Delta L_{\text{Арас}} = 21 \text{ дБ.}$$

Уровень звука для АТ2 в расчетной точке (РТ) составляет:

$$L_{\text{Атр.тер2}} = 82 - 21 = 61 \text{ дБА.}$$

Сложение уровней звука $L_{\text{Атр.тер1}}$ и $L_{\text{Атр.тер2}}$ дает нам результирующий:

$$L_{\text{Атр.тер1}} = 61.5 + 2.75 = 64.25 \text{ дБА}$$

Требуемое снижение уровня шума определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta L_{\text{Арас}} &= L_{\text{Аэкв}} - L_{\text{Атр.тер}} \\ \Delta L_{\text{Арас}} &= 64.25 - 45 = 19.25 \text{ дБА.} \end{aligned}$$

На эту величину $\Delta L_{\text{Арас}} = 19.25 \text{ дБА}$ снизили уровень звука от каждого АТ. Так как $\Delta L_{\text{Арас}} = 19.25 < 20 \text{ дБА}$, такое снижение достигнуто с помощью шумозащитных экранов.

Расчет шумозащитных экранов

Учитывая, что высота бака АТ составляет 5 м, принимаем начальную высоту экрана $h=7.2 \text{ м}$ ($6 \times 1.2 \text{ м}$), расстояние от экрана до контура АТ – 3 м (по условию размещения экрана на краю маслосборника). Тогда эффективная высота экрана для РТ определится из рисунка 4: $h_{\text{эф}}=3.8 \text{ м}$.

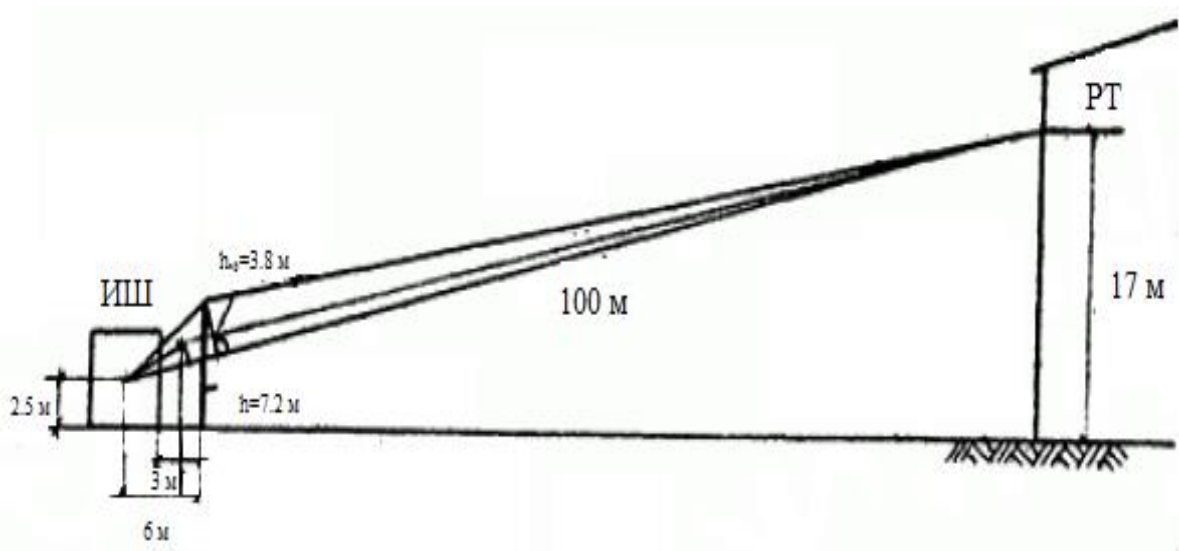


Рисунок 4.4 – Определение эффективности шумозащитных экранов

По данным: $h_{эф} = 3.8$ м, расстояние от источника шума до экрана 6 м, расстоянию от экрана до РТ 94 м – путем интерполяции определяем:

$$L_{АТ_{экp}} = 25 \text{ дБА} > (\Delta L_{АТ_{экp}} + 3) = 19,25 + 3 = 22,25 \text{ дБА.}$$

Таким образом, принятая высота достаточна по условию шумоглушения для РТ.

Учитывая, расположения жилой застройки по отношению к АТ приняли Г-образную конфигурацию экранов.

5. Экономическая часть

5.1. Общая часть

Цели разработки проекта

Главной целью финансовой части дипломного проекта считается оценка экономической производительности экранирования подстанции 220/500кВ.

Главной темой считаются расплата финансовой эффективности плана, расчет инвестиционной приемлемости плана, момент окупаемости, рентабельности вложений и норму выгоды.

Станция специализирована про снабжения электроэнергией.

Тест базара реализована.

Главной темой сетевой фирмы считается снабжение верного, достоверного электроснабжения большого индустриального компании.

Вычисленный момент возведения основной понизительной подстанции подключает в себе момент, момент скоротечной эксплуатации и возраст с системой обычной эксплуатации по конечного физиологического времени здание главного энергетического оснащения подстанции.

Темой финансового разбора считается оснащение в подстанции. Стоимостные характеристики в финансово-финансовых расчетах, сопряженные с реализацией энергетической продукта покупателям, начаты безвыездно в тенге.

Такса в электроэнергию.

Критика итогов производственной деловитости в главном появляется с реализации особо прибывающей электроэнергии в линия.

В расчетах употребляются деятельные расценки и такса. Цена воспринимается идя из себестоимости даваемой электроэнергии. В Алматинской участка истиннее момент посредственная стоимость сочиняет 14,75 тенге из-за один кВт•ч.

Координационный план

Начата цеховая координационная конструкция управления компании. Небольшой починка оснащения, арматуры и токопроводов производится персоналом подстанции. Трудные исправительные службы производятся спец исправительными организациями.

В подстанции намечаются определить экраны, обеспечивающие охрану с электромагнитных полей.

Адвокатский чин

Авторитет намечается хватать в банке про возведения защита, с предстоящей выплатой % сообразно кредиту. Прибыльная цена 10% годовых,

момент кредитования 7 парение.

5.3. Характеристики финансово-финансовой отдачи вложений

В свойстве главных характеристик и критериев финансово-финансовой отдачи вложений в критериях базарных взаимоотношений применены

– обыкновенные характеристики:

обычная установка выгоды - обычная установка рентабельности вложений; сопоставление вычисленной величины с наименьшим либо посредственным ватерпасом прибыльности (прибыльной ставки сообразно кредитам, облигациям, значимым бумагам, депозитным взносам) приводит к решению о необходимости предстоящего разбора предоставленного плана;

обычный момент окупаемости важных инвестиций; дает с лица момент медли, в процессе что кредит незапятнанных заработков укрывает вложения, описывает момент в процессе что предмет станет действовать в "себе", т.е. срываемый размер незапятнанного заработка зачитывается будто взыскание первоначально инвестированного денежных средств;

момент максимально-вероятного совершенного возврата банковских кредитов и % сообразно ним; описывает момент в процессе что вполне возвращаются банковские займа из-за кредит заработка с осуществлении продукта (ориентируется около присутствии ссудного денежных средств).

– накопленные характеристики:

незапятанный приведенный заработок; расплата данного признака делается дисконтированием незапятнанного струи платежей (незапятнанного заработка); аспектом денежной отдачи вложений в здание темы считается ограничение: $Эд > 0$, дальше прибыльность вложений превосходит значение посредственного норматива дисконтирования (либо типичною цены денежных средств);

внутренняя установка прибыльности; ориентируется ролью общепризнанных мерок дисконтирования, около что незапятанный приведенный заработок делается одинаковым нулю; аспектом отдачи вложений в здание проектируемого темы работает ограничение превышения внутренней общепризнанных мерок прибыльности надо типичною размером норматива дисконтирования: $ЕВн > Еср$;

момент окупаемости дисконтированных издержек; характеризовывает момент, в движение что вполне возмещаются дисконтированные важные инвестиции из-за кредит незапятнанного заработка, получаемого около эксплуатации темы; аспектом финансовой отдачи вложений в здание темы работает представление Поток $< Тр$.

Про вкладывательных планов начата конструкция оценивающих критериев, коие разрешают найти его отдача, избрать из некоторых вкладывательных планов более доступный с баста зрения инвестора, найти ответную реакцию валютных струй, избрать более разумную стоимость денежных средств, а этак ведь постановить разряд остальных тем [18].

Система критериев характеризуется следующими особенностями:

– Инвестиции и денежные потоки должны быть сопоставимыми как во времени инвестиционного проекта, так и по месту их реализации. Минимальный период оценки один год.

– В систему критериев входят несколько методов оценки. Каждый проект должен оцениваться по всему набору методов оценки.

– Сопоставимость денежных показателей необходима:

а) при инфляции;
б) при существовании различных инвесторов;
в) при разновременности инвестиций и созданных в период реализации инвестиционного проекта денежных потоков;

г) при реализации инвестиционного проекта в разные промежутки времени:

В инвестиционной практике денежные потоки могут быть либо в виде чистых оттоков, либо в виде чистых притоков.

Чистый отток - это превышение различных видов расходов над различными видами доходов, имеют знак "-"

Чистый приток - это превышение различных видов доходов над различными видами расходов, имеют знак "+"

Расчеты эффективности обычно базируются на нулевом или первом году реализации инвестиционного проекта. Величины инвестиций и денежных потоков рассматриваются как годовые величины[18].

Система оценок делится на две группы:

1 Дисконтированные оценки или временные оценки. Они включают в себя:

1) ЧПС (NPV) - чистая приведенная стоимость (чистый приведенный эффект, чистый приведенный доход, чистая приведенная прибыль);

2) ИРИ (PI) - индекс рентабельности инвестиций;

3) ВНП(IRR) - внутренняя норма прибыли (внутренняя норма доходности. Норма окупаемости);

4) МВНП (MIRR) - модифицированная норма прибыли

5) ДСОИ(DPP) - дисконтированный срок окупаемости инвестиций;

2 Простые оценки:

6) СОИ(PP) - срок окупаемости инвестиций;

7) КЭИ(ARR) - коэффициент эффективности инвестиций.

Необходимость использования всех методов оценки вызвана тем, что оценки по различным методам могут иметь противоречивый характер. Сравнивая оценки инвестиций по различным методам аналитик делает выводы о приемлемости того или иного проекта.

ЧПС (NPV) «Чистая приведенная стоимость»

Этот метод основан на сопоставлении дисконтированных денежных потоков с инвестициями. При этом ЧПС(NPV) может использоваться в двух вариантах:

$$\text{ЧПС} = \sum_{t=1}^n \text{FV}_t / (1+rt)^n - \text{Ic}, \quad (5.1)$$

где, FV_t - будущая стоимость (ценность) денег или возвратная стоимость;
 r_t - темп прироста - ставка - банковская процентная ставка;
 n - количество лет;
 I_c - инвестиции.
 $FV_t = PV_t (1+rt)^n$, где:
 PV_t - сегодняшняя (текущая) стоимость денег (ценностей)

$$\text{ЧПС} = \sum_{t=1}^n FV_t / (1+rt)^n - \sum_{t=1}^n I_{c_t} / (1+rt)^n \quad (5.2)$$

Лучшим инвестиционным проектом, по данному методу, будет считаться тот у которого:

$\text{ЧПС}(\text{NPV}) > 0$ и по максимальной его величине, следовательно фирма получает дополнительную рыночную стоимость.

$\text{ЧПС}(\text{NPV}) = 0$, то аналитик обязан провести дополнительные исследования по рассматриваемым проектам с учетом выплачиваемых налогов.

$\text{ЧПС}(\text{NPV}) < 0$, то проект отвергается, т.к. рыночная стоимость имущества уменьшается.

ВНП (IRR) "Внутренняя норма прибыли"

Внутренняя норма прибыли равна показателю цены капитала или $\text{ЧПС} = 0$.

Для определения цены капитала:

- 1) аналитически выполняется несколько расчетов с тем чтобы довести $\text{ЧПС} = 0$, изменяя при этом r_t ;
- 2) рассчитывается по формуле:

$$\text{ВНП}(\text{IRR}) = r_1 * ([\text{ЧПС}_1^+ + (r_2 - r_1)] / [\text{ЧПС}_1^+] + [\text{ЧПС}_2^-]), \quad (5.3)$$

где, ЧПС_1^+ - ЧПС при расчете капитала (процентной ставки) r_1

ЧПС_2^- - ЧПС при расчете капитала (процентной ставки) r_2

r_1 - цена капитала (процентная ставка) при которой ЧПС минимально превышает 0

r_2 - цена капитала (процентная ставка) при которой ЧПС минимально меньше 0

Оценка ВНП(IRR) имеет следующие свойства:

- 1) не зависит от вида денежного потока;
- 2) не линейная форма зависимости;
- 3) представляет собой убывающую функцию;
- 4) не обладает свойством адетивности;
- 5) позволяет предположить ожидать ли максимальную прибыль (норму доходности).

СОИ (PP) "Срок окупаемости инвестиций"

Это простой метод рассчитывается по формуле:

$$PP = I_c / CF \quad (5.4)$$

где, I_c – инвестиции
 CF – денежный поток

Недостатки метода СОИ (PP):

- 1) не учитывает влияние денежных притоков последних лет;
- 2) не делает различия между накопленными денежными потоками и их распределением по годам;
- 3) не обладает свойством аддитивности.

Преимущества данного метода:

- 1) прост для расчетов;
- 2) способствует расчетам ликвидности предприятия, т.е. окупаемости инвестиций;
- 3) показывает степень рискованности того или иного инвестиционного проекта, чем меньше срок окупаемости тем меньше риск и наоборот.

Индекс рентабельности (PI)

Индекс рентабельности – это отношение суммарного дисконтированного дохода к суммарным дисконтированным затратам [18]. Если инвестиции осуществлены разовым вложением, то данный показатель рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{(1+r)^i} \div K_0 \quad (5.5)$$

Если инвестиции представляют собой некоторый поток, распределенный во времени, то индекс рентабельности рассчитывается по следующей формуле:

$$PI = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{(1+r)^i} \div \frac{K_i}{(1+r)^i} \quad (5.6)$$

Очевидно, что если:

- $PI > 1$, то проект следует принять;
- $PI < 1$, то проект следует отвергнуть;
- $PI = 1$, проект ни прибыльный, ни убыточный.

В отличие с чистого дисконтированного заработка индекс рентабельности считается условным признаком. Благодаря данному он совсем удобен около подборе 1-го плана из линии других, обладающих приблизительно однообразные смысла NPV, или около комплектовании портфеля вложений с наибольшим итоговым значением NPV.

Таблица 5.1 - Определение NPV, IRR и PI

Годы	CF, тенге	R, 10%	PV	NPV
0	-1300000	1	-1300000	
1	250000	0,909091	227272,7	-1072727
2	250000	0,826446	206611,6	-866116
3	250000	0,751315	187828,7	-678287
4	250000	0,683013	170753,4	-507534
5	250000	0,620921	155230,3	-352303
6	250000	0,564474	141118,5	-211185
7	250000	0,513158	128289,5	-82895,3
8	250000	0,466507	116626,8	33731,55
9	250000	0,424098	106024,4	139756
10	250000	0,385543	96385,82	236141,8
11	250000	0,350494	87623,47	323765,3
12	250000	0,318631	79657,7	403423
13	250000	0,289664	72416,09	475839,1
14	250000	0,263331	65832,81	541671,9
15	250000	0,239392	59848,01	601519,9
16	250000	0,217629	54407,28	655927,2
17	250000	0,197845	49461,17	705388,3
18	250000	0,179859	44964,7	750353
19	250000	0,163508	40877	791230
20	250000	0,148644	37160,91	828390,9
NPV			828390,9	
PI			1,637224	
IRR			0,18596	

Метод расчёта внутренней нормы прибыли.

Внутренняя норма прибыли определяется как ставка процента, при которой величина инвестиций равна величине текущей ценности будущих денежных поступлений.

$$IRR=r1+(NPVr1/(NPVr1-NPVr2))*(r2-r1).$$

$$IRR=r1+f(r1)/(f(r1)-f(r2)) \times (r2-r1).$$

Вывод: IRR служит индикатором уровня риска по проекту, чем в большей степени IRR превышает принятый фирмой барьерный коэффициент, тем менее страшны ошибки денежных поступлений.

Из приведенных расчетов видно, что срок окупаемости инвестиций составит около 7 лет.

$$\begin{aligned}
PV = & -1300000 + 25000 \cdot 0,9 + 250000 \cdot 0,82 + 250000 \cdot 0,75 + 250000 \cdot 0,68 + 250000 \cdot 0,62 + \\
& + 250000 \cdot 0,56 + 250000 \cdot 0,51 + 250000 \cdot 0,46 + 250000 \cdot 0,42 + 250000 \cdot 0,38 + 250000 \cdot 0,35 + \\
& + 250000 \cdot 0,31 + 250000 \cdot 0,28 + 250000 \cdot 0,26 + 250000 \cdot 0,23 + 250000 \cdot 0,21 + 250000 \cdot 0,19 + \\
& + 250000 \cdot 0,17 + 250000 \cdot 0,16 + 250000 \cdot 0,14 = 828390,9 \text{ млн.тенге}
\end{aligned}$$

Индекс рентабельности, PI, представляет собой отношение суммы приведенных эффектов к величине инвестиционных затрат и рассчитывается по формуле:

$$PI = \left(\sum_{t=1}^n \frac{PV_t}{(1+r)^t} \right) / K_0 \quad (5.6)$$

Если: $PI > 1$, то проект следует принять, $PI < 1$, то проект следует отклонить, $PI = 1$, то проект ни прибыльный, ни убыточный. Индекс рентабельности в отличие от чистого приведенного эффекта является относительным показателем. PI следует считать уже по времени расчета t, когда NPV положительный.

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{PV / (1+r)^t}{K_0} = 1,41.$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения дипломного проекта были показаны проблемы воздействия электромагнитного поля на организм человека. В числе которых нарушение: сердечно-сосудистой, нервной систем а так же изменение состава крови, ухудшение органов зрения и д.р. Приведены основные характеристики электрического и магнитного поля, а так же меры защиты от электромагнитного поля. Основными мерами защиты является экранирования установок в энергетике и использование экранирующих костюмов. В дипломном проекте рассчитан напряженность электрического поля на высоте $h=2\text{м}$ от земли на разных расстояниях от оси линии 500 кВ в середине промежуточного пролета. И сделан расчет экранирующего устройства для ВЛ 500 кВ. Кроме того, рассмотрен риск электромагнитного поля, оценка риска, система управления риском и методы определения риска. По формулам был рассчитан вероятность проявления риска и продолжительность пребывания человека в электрическом поле без средств защиты. Предложена для идентификации уровня напряженности электронные карты на основе ГИС технологии. Приведен карта распределения напряженности электрического поля в открыто распределительных устройствах.

В разделе безопасность жизнедеятельности был проведен расчет по исходным данным подстанции. По условиям размещения площадки подстанции удаление составляет 100м до ближайшего жилья, в связи, с чем требуется создание шумозащиты. По данному расчету $\Delta L_{\text{Арас}} = 19.25\text{дБА}$ снизили уровень звука от каждого АТ. Так как $\Delta L_{\text{Арас}} = 19.25 < 20\text{дБА}$, такое снижение достигнуто с помощью шумозащитных экранов. Учитывая, расположения жилой застройки по отношению к АТ приняли Г-образную конфигурацию экранов.

В разделе экономической части дипломного проекта является оценка экономической эффективности экранирования подстанции 220/500кВ. По данным формулам экранирование можно считать экономически целесообразным, так как $PI > 1$, технико – экономическое обоснование показало, что необходимые суммарные капиталовложения, составляют 1,3 млн. тенге, дисконтированная стоимость составляет 828390,9 млн. тенге окупятся за 7 лет.

Общепризнанные определения и уменьшения

А/м (единица в единица) – единичка замера напряженности магнитного поля

БС-Базовая станция порядка сотовой радиосвязи

В/м (единица в единица) – единица замера напряженности электрического поля

ВДТ-видеодисплейный терминал

ВДУ-временно допустимый уровень

ВОЗ-Всемирная Организация Здравоохранения

Вт/м² (единица в квадратный единица) – единица замера плотности потока энергии

ГОСТ-Государственный Эталон

Гц (единица) – единица замера частоты

ЛЭП-линия электропередачи

МГц (мгц) – единица сложная Гц, одинакова 1000000 Гц

МКВ-микроволны

мкТл (микротесла) – единичка сложная Тл, одинакова 0,000001 Тл

МП-магнитное поле

МП ПЧ-магнитное поле промышленной частоты

НЭМИ-неионизирующее электромагнитное излучение

ПДУ-предельно допустимый уровень

ПК-индивидуальный компьютер

ПМП-переменное магнитное нива

ППЭ-насыщенность потока энергии

ПРТО-пасующий радиотехнический предмет

ПЧ-индустриальная гармоника, одинакова 50 Гц

Станция-радиолокационная машина

РТЩ-радиотехнический передающий орган

Тл(единица) – единица замера магнитной индукции, густоты потока магнитной индукции

ЭМП-электромагнитное поле

ЭП-электрическое поле

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУР:

1. Экология энергетики: Учебное пособие /Под общей редакцией В.Я. Путилова. М.: Издательство МЭИ, 2003. – 716 с.
2. Безопасность жизнедеятельности: учеб.пособие для студ. высш. учеб. Заведений\ [В.Н.Павлов, В.А.Буканин, А.Е.Зенков и др.]. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 336 с.
3. Экологические риски: расчет, управление, страхование: Учеб.пособие/ В.Н. Башкин. – М.: Выш.шк., 2007. – 360 с.
4. Охрана окружающей среды в энергетике. Учеб.пособие/ М.К.Дюсебаев. Алматы: КазПТИ, 1988. 89 с.
5. Основы техники безопасности в электроустановках. Учебное пособие для студентов вузов/П.А.Долин. Москва Энергоатомиздат,1984.442 с.
6. Гудериан Р. Загрязнение воздушной среды.-М.:Мир, 1979.-200с.
7. ГОСТ 12.1.002 – 84. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля рабочих местах.
8. Довбыш В.Н., Маслов М.Ю., Семаков Л.М., Сподобаев Ю.М. Экспериментальные исследования электромагнитных полей высоковольтной линии электропередач // Инфокоммуникационные технологии.-2007.-Т.2,№4.- С.70-74.
9. Александров Г.Н. Установки сверхвысокого напряжения и охраны окружающей среды/ Днепрпетровск: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1989.-360 с.
10. Дукенбаев К.Д. Энергетика Казахстана и пути ее интеграции в мировую экономику. Алматы: Галым, 1996.
11. Н.Г. Суляева, А.А. Кибарин. Расчет рассеивания вредных выбросов в атмосфере для тепловых электростанций и котельных на ПЭВМ. Методические указания к выполнению дипломного проекта, раздел “Безопасность жизнедеятельности”. – Алматы: АЭИ, 1995.
12. Долин П.А. Справочник по технике безопасности – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
13. Дьяков А.Ф. О влиянии электрических и магнитных полей промышленной частоты на здоровье человека / И.И.Левченко, О.А.Никитин и др // Энергетик.- 1996. - №11. – С. 4-5.
14. ГОСТ РК 1150-2002. Электромагнитные поля промышленной частоты допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля.
15. СанПин 2.2.4.1191-03. Электромагнитные поля в производственных условиях.
16. СанПин 2.1.2.1002-00.Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям.Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы.

17. Дюсебаев М.К., Абдимуратов Ж.С. Повышение экологической безопасности при воздействии электромагнитных полей на энергообъектах // Научный журнал «Поиск».-2013.-№3(1).-С.98-102.

18. А.А. Жакупов, Р.С. Хижняк. Методические указания к выполнению экономической части выпускных работ (для бакалавров, обучающихся по направлению «Электроэнергетика»). – Алматы: АИЭС, 2011. – 28 с.

19. Санатова Т.С., Мананбаева С.Е. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела «Электробезопасность в электроустановках» в выпускных работ.

20. Берлянт А.М., Тикунов В.С. Геоинформационные системы: сб. переводных статей – М.: Картгеоцентр-Геодезиздат, 1994. – 180 с.

21. Капралов Е.Г., Кошкарев А.В., Тикунов В.С. и другие. Геоинформатика., Изд.-М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 122 с.