ФГОУ ВПО «Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота»

Кафедра «Защита в чрезвычайных ситуациях»

«Обоснование организации связи в районе чрезвычайной ситуации»

Курсовая работа по дисциплине «Системы связи и оповещения»

Выполнила: студентка группы ЗЧС – 4 (2) Крупнова А.С.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Руководитель: Наруш Ю.А.

Калининград

2009

«УТВЕРЖДАЮ»

руководитель курсового проекта

ст. преподаватель Ю. Наруш

«\_\_» \_\_\_\_\_\_\_ 200\_г.

Календарный план

выполнения курсовой работы на тему:

«Обоснование организации связи в районе чрезвычайной ситуации»

| Разделы, подразделы | Объем листов | Срок  выполнения | Отм.  о вып. |
| --- | --- | --- | --- |
| Введение.  1. Содержательное описание исследуемого объекта.  1.1.Оценка обстановки в районе проведения спасательной операции.  1.2. Определение количества сил и средств привлекаемых для проведения спасательной операции.  1.3. Оценка радиоэлектронной обстановки в районе выполнения задачи.  2. Организация связи в районе чрезвычайной ситуации.  2.1. Тактико-специальные требования к подвижному узлу связи.  2.2. Разработка схем организации связи на предполагаемые этапы операции.  2.3. Определение пропускной способность канала связи.  2.4. Определение пропускной способности канала связи с помехами.  2.5. Расчёт и оценка достоверности связи.  2.6. Разработка схемы приказ подвижному центру связи оперативной группы.  2.7. Разработка схемы служебной связи для управления подчинёнными подразделениями.  2.8. Оформление карты обстановки.  3. Заключение.  Выводы и предложения по совершенствованию организации связи в районе чрезвычайной ситуации.  Сдача работы на проверку преподавателю.  Защита: | 1  1  3-4  2  2  2  2  2  2  2  1  1  1 |  |  |

(подпись, фамилия, инициалы исполнителя)

Задание на курсовую работу по дисциплине

«Системы связи и оповещения»

Вариант 10

Тема работы: «Обоснование организации связи в районе чрезвычайной ситуации»

|  |  |
| --- | --- |
| Цель: | * систематизировать знания требований руководящих документов; * углубить знания по материальной части; * развить навыки самостоятельной работы с технической и научной литературой; * закрепить навыки самостоятельного решения задачи организации и обеспечения связи в районе проведения спасательной операции. |

Задание:

1. 1 декабря с.г. в период с 06.00 до23.00 на территории Калининградской области проводится учение по ликвидации ЧС второй группой на Балтийской косе в районе м. Высокий. Оперативная группа коммисии по ЧС дислоцируется в районе м. Гвардейский п. Заостровье. Группы ликвидации ЧС изначально в г. Калининграде.
2. Определить необходимый состав средств связи для организации 2-х телефонных и одного телеграфного канала в направлениях: группы ликвидации ЧС - оперативная группа комиссии по ЧС, группа ликвидации ЧС-2.
3. В группе ликвидации ЧС-2 спланировать боевое, техническое и тыловое обеспечение.
4. Разработать схему организации связи в районе ЧС на три этапа.
5. Произвести оценку РЭО при: P п.п.=6,2, G п.п.= 20, ΔFпр =1000; νп =0,5; P п.с.=1,5, G п.с.= 200, (Δfп > Δfпр); Dп=100; Δfп =1500; D св.- рассчитать по карте.
6. Определить пропускную способность канала связи, способного передавать К =110 символов 0 или 1 в единицу времени, причем каждый из символов искажается (заменяется противоположным) с вероятностью μ = 0,03.
7. Выяснить, достаточна ли пропускная способность каналов для передачи информации, поставляемой источником, если имеются источник информации с энтропией в единицу времени=110 (дв. ед.) и количество каналов связи n =2, каждый из них может передавать в единицу времени К =80 двоичных знаков (0 или 1); каждый двоичный знак заменяется противоположным с вероятностью μ=0,2.
8. Задана вероятность передачи сообщения без искажения p = 0,009. Определить вероятность того, что среди переданных n=10000 сообщений, к=48 окажутся без искажений?
9. При тех же условиях определить вероятность того, что из n=10000 сообщений не более X = 100 искажено.

Отрабатываемые вопросы:

* Оценка обстановки в районе проведения спасательной операции.
* Определение количества сил и средств, привлекаемых для проведения спасательной операции.
* Оценка радиоэлектронной обстановки в районе выполнения задачи.
* Тактико-специальные требования к подвижному узлу связи.
* Разработка схем организации связи на предполагаемые этапы операции.
* Определение пропускной способность канала связи.
* Определение пропускной способности канала связи с помехами.
* Расчёт и оценка достоверности связи.
* Разработка схемы приказ подвижному центру связи оперативной группы.
* Разработка схемы приказ подвижному центру связи оперативной группы.
* Оформление карты обстановки.

Состав представляемых к защите документов:

* Пояснительная записка (описание, иллюстрации, расчетные отношения).
* Схемы приказ подвижному центру связи оперативной группы.
* Карта обстановки.

Дата представления курсовой работы: " 10 " декабря 2009 г.

Дата защиты: "\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 200\_ г.

Руководитель работы: Наруш Ю.А.

Задание принял к исполнению: Крупнова А.С.

" 22 " октября 2009 г.

**Содержание**

[Список сокращений](#_Toc247211350)

[Введение](#_Toc247211351)

[1. Содержательное описание исследуемого объекта](#_Toc247211352)

[1.1 Оценка обстановки в районе проведения спасательной операции](#_Toc247211353)

[1.1.1 Общая оценка возможностей и сил, необходимых для проведения спасательной операции](#_Toc247211354)

[1.1.2 Оценка радиационной и химической обстановки в районе выполнения задачи](#_Toc247211355)

[1.1.3 Оценка возможностей технических средств связи](#_Toc247211356)

[1.1.4 Оценка физико-географических условий района действия своих сил, влияющих на организацию связи](#_Toc247211357)

[1.1.5 Характеристика способов действия своих сил, тактических приемов применения технических средств и их влияние на организацию управления подчиненными подразделениями, требования к связи](#_Toc247211358)

[1.1.6 Выводы из оценки обстановки](#_Toc247211359)

[1.2 Определение количества сил и средств, привлекаемых для проведения спасательной операции](#_Toc247211360)

[1.3 Оценка радиоэлектронной обстановки в районе выполнения задачи](#_Toc247211361)

[2. Организация связи в районе чрезвычайной ситуации](#_Toc247211362)

[2.1 Тактико-специальные требования к подвижному узлу связи](#_Toc247211363)

[2.2 Разработка схем организации связи на предполагаемые этапы операции](#_Toc247211364)

[2.3 Определение пропускной способности канала связи](#_Toc247211365)

[2.4 Определение пропускной способности канала связи с помехами](#_Toc247211366)

[2.5 Расчет и оценка достоверности связи](#_Toc247211367)

[Заключение](#_Toc247211371)

[Приложение](#_Toc247211372)

[Список использованной литературы](#_Toc247211373)

**Список сокращений**

АСДНР – аварийно-спасательные и другие неотложные работы

ГО – гражданская оборона

МВД РФ – министерство внутренних дел РФ

ОВ – отравляющие вещества

ПУ – пункт управления

РЭП – радиоэлектронная помеха

РЭС – радиоэлектронное средство

СДЯВ – сильнодействующие вещества

СЭС – стационарно-эксплуатационная служба

УС – узел связи

ЧС – чрезвычайная ситуация

ЭМС – электромагнитная совместимость

**Введение**

В настоящее время происходит большое количество как техногенных, так и природных катастроф. При этом с каждым годом их количество не уменьшается, а только возрастает.

В данной работе будет рассмотрена модель чрезвычайной ситуации (ЧС), повлекшей за собой загрязнение окружающей природной среды и человеческие жертвы; силы и средства, используемые для проведения спасательной операции, а также организация связи при взаимодействии формирований и подразделений.

Цели:

1. Оценка обстановки в районе проведения спасательной операции
2. Определение количества сил и средств, привлекаемых для проведения спасательной операции
3. Оценка радиоэлектронной обстановки в районе выполнения задачи
4. Организация связи в районе ЧС

**1. Содержательное описание исследуемого объекта**

**1.1 Оценка обстановки в районе проведения спасательной операции**

### 

### 1.1.1 Общая оценка возможностей и сил, необходимых для проведения спасательной операции

1 декабря 2009 года выброшен на берег греческий танкер в районе м.Высокий на Балтийской Косе. В результате произошел разлив нефти и понесены человеческие жертвы.

Для проведения спасательной операции группе ликвидации, находящейся в г.Калининграде, понадобится около 40 – 60 минут для того, чтобы добраться до места происшествия. Подъезд к выброшенному на берег танкеру будет затруднен в связи с песчаной береговой линией. Соответственно аварийно-спасательная техника останется на дороге, что увеличит время прибытия спасателей в зону ЧС. Также будет потрачено дополнительное время на перемещение аварийно-спасательного и медицинского оборудования.

Для проведения спасательной операции будут привлечены следующие силы:

1. Формирования МЧС России, в том числе и противопожарные;
2. Формирования МВД РФ;
3. Медицинские формирования;
4. Формирования транспортной службы;
5. Формирования службы связи;
6. Формирования обеззараживания.

### 

### 1.1.2 Оценка радиационной и химической обстановки в районе выполнения задачи

Радиационная обстановка – это совокупность последствий радиоактивного загрязнения (заражения) местности, оказывающих влияние на деятельность объектов народного хозяйства, сил гражданской обороны (ГО) и населения. [2]

Т.к. нефть не является радиоактивным веществом, следовательно, размеры зон радиоактивного загрязнения (заражения) и уровни будут равны нулю.

Химическая обстановка – это совокупность последствий химического заражения сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ) или отравляющими веществами (ОВ), оказывающих влияние на деятельность объектов народного хозяйства, сил ГО и населения. [2]

Т.к. нефть не входит в список СДЯВ или ОВ, следовательно химическая обстановка нормальная.

### 

### 1.1.3 Оценка возможностей технических средств связи

Технические средства связи – это совокупность технических средств, предназначенных для формирования, обработки, хранения, передачи, приема сообщений электросвязи, а также обеспечивающих функционирование сетей электросвязи. [3]

Технические средства связи подразделяются на: [4]

1. Каналообразующие средства связи (станции космической связи, радиостанции, радиорелейные и тропосферные станции, аппаратура частотного и временного разделения каналов связи, кабели связи) обладают высокой скоростью передачи и дальностью связи, а также хорошим качеством связи;
2. Коммутационные средства связи (ручные и автоматические телефонные станции, концентраторы, коммутаторы и кроссы каналов и сообщений, специальные антенные коммутаторы) обладают высокой мобильностью;
3. Специальные средства связи (аппаратура засекречивания телеграфных, телефонных и факсимильных сообщений, аппаратура передачи данных, аппаратура передачи сигналов оповещения, аппаратура контроля безопасности связи) обеспечивают маскировку связи, возможно создание односторонней связи;
4. Оконечные средства связи (телефонные, телеграфные и факсимильные аппараты, аппаратура громкоговорящей связи и документирования) предназначены для приема и передачи текстовой и звуковой информации.

### 

### 1.1.4 Оценка физико-географических условий района действия своих сил, влияющих на организацию связи

Рельеф в районе м.Высокий дюнный. Погода неустойчивая и быстро изменчивая. Преобладающее направление ветра – юго-западное. Обычно ветер 3 м/с, также возможен порывистый с силой до 15 м/с. Средние температуры в декабре от -3 до -5ºС. В основном в декабре преобладают пасмурные и облачные дни. Облачность 8,1 балла (максимальная за год). В виде осадков преобладают дожди и снег. Температуры воды 8ºС.

### 

### 1.1.5 Характеристика способов действия своих сил, тактических приемов применения технических средств и их влияние на организацию управления подчиненными подразделениями, требования к связи

Характеристика способов действия:

1. Уяснение (уточнение) полученной информации;

2. Принятие экстренных мер:

- по оповещению;

- по организации разведки;

- по защите населения;

3. Организация проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР):

- организация управления;

- оценка обстановки;

- определение сил и средств, привлекаемых для ликвидации (локализации ЧС);

- обеспечение проведения АСДНР;

4. Ведение АСДНР;

5. Ликвидация последствий ЧС.

В зоне данной ЧС система связи должна обеспечивать, в первую очередь, оперативное управление подразделениями, а также информационный обмен с возможностью доступа к банкам данных. Поэтому центральным звеном системы связи будет сеть оперативной связи территориального звена управления. Она должна охватывать все подразделения гарнизона и будет строиться на базе стационарных и подвижных узлов связи с учетом комплексного использования сетей проводной и радиосвязи. Для этого будут использоваться такие технические средства связи, как П-254К, П-237, П-274К, Р-409, Р-142Н и другие. Возможно использование сотовых систем связи для организации подвижной связи в органах управления подразделениями.

Требования к связи:

1. Непрерывность функционирования
2. Устойчивость к различным видам воздействия противника и среды
3. Своевременность передачи и приема информации (в реальном времени)
4. Безопасность передаваемой и принимаемой информации
5. Надежность

### 

### 1.1.6 Выводы из оценки обстановки

Для быстрого реагирования формирований и подразделений, а также высокой организации управления в суровых природных условиях и тяжелом доступе к зоне ЧС необходимо правильно выбрать технические средства связи, отвечающие предъявляемым к ним требованиям.

**1.2 Определение количества сил и средств, привлекаемых для проведения спасательной операции**

После поступления сигнала в поисково-спасательное формирование г.Калининграда об аварии в г.Балтийске происходит немедленное реагирование на вызов. Поисково-спасательная группа прибудет на место аварии через 40-60 минут после поступления вызова (от г.Калининграда до м.Высокий Балтийской Косы примерно 55 км). Прибывшая первой на место аварии группа ликвидации проведет комплексную разведку.

Привлечение сил и средств к проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ осуществляется исходя из принципа необходимой достаточности для ликвидации конкретной ЧС (региональная, межмуниципальная, муниципальная, локальная).

По данным комплексной разведки будут вызваны медицинские формирования (которые обеспечат эвакуацию пострадавших в зависимости от их количества) – 3-4 бригады скорой медицинской помощи, воинские формирования (которые будут проводить расследование причин аварии) – 2-3 сотрудника МВД РФ, формирования обеззараживания (для проведения сбора нефти с поверхности моря и суши), аварийно-спасательные формирования (для проведения АСДНР) – 3-4 бригады.

При наличии сведений о нахождении под завалами или в уцелевших помещениях (зданиях) людей основной задачей аварийно-спасательных формирований (служб, подразделений) является их поиск и спасение. Поиск мест нахождения людей в завалах производится с использованием информации свидетелей, специально подготовленных поисковых собак, специальных поисковых приборов, инструментов прослушивания завалов и т.д.

Для локализации и устранения ЧС используются следующие средства: гидравлические и пневматические спасательные инструменты, домкраты, лебедки, ручные инструменты, аварийно-спасательная и пожарная техника, средства защиты органов дыхания и кожи, сорбенты для удаления пятна нефти, технические средства связи, медикаменты, приборы радиационного и химического контроля и др.

На период проведения АСДНР в зоне чрезвычайной ситуации разворачивается подвижный пункт управления, обеспечивающий устойчивую двухстороннюю связь руководителя ликвидации чрезвычайной ситуации с руководителями аварийно-спасательных и других неотложных работ на участках (секторах), с вышестоящими, подчиненными и взаимодействующими органами управления.

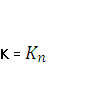
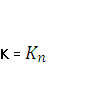
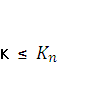
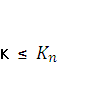
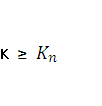
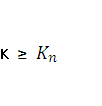
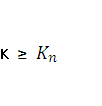
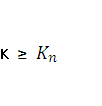
Для обеспечения связи в районе проведения спасательной операции будем использовать беспроводную связь в качестве Р-440-О.

**1.3 Оценка радиоэлектронной обстановки в районе выполнения задачи**

Дальность радиоэлектронных помех (РЭП) зависит от многих факторов, в том числе от мощности радиопередающих устройств радиоэлектронных средств (РЭС) и средств РЭП, характеристик их антенных систем, чувствительности приемных устройств, условий распространения электромагнитных волн, видов излучения и способов обработки сигнала, длины рабочей волны, способов помехозащиты. Кроме того, на дальность РЭП оказывают влияние интенсивность помех от местных предметов, земной (водной) поверхности и внеземных источников, характер излучения и рассеяния электромагнитных волн целями, наблюдаемыми РЭС. Учесть все перечисленные факторы чрезвычайно трудно. В связи с этим дальность подавления РЭС и необходимая мощность средств РЭП оцениваются математически по усредненным параметрам и уточняются в процессе натурных испытаний и смешанного моделирования.

Радиоэлектронные средства могут подавляться средствами РЭП только в том случае, когда отношение мощности помехи, попадающей в полосу пропускания радиоприемника, к мощности сигнала превышает некоторое минимально необходимое значение, характерное для данного вида помехи и сигнала.

Минимально необходимое отношение мощностей маскирующей помехи Pп и сигнала Рс на входе подавляемого приемника в пределах полосы пропускания его линейной части, при котором достигается требуемая степень подавления РЭС, называют коэффициентом подавления по мощности больше коэффициента подавления . Значение зависит от вида помехи и сигнала, а также от характеристик приемника подавляемого РЭС. Чем меньше , тем при прочих равных условиях легче подавить РЭС помехой. Пространство, в пределах которого , называется зоной подавления РЭС, а при − зоной неподавления. Граница этих зон проходит на уровне, когда . Зоной подавления считают область пространства, в пределах которой РЭС подавлена с заданной эффективностью.



Если известен , то можно определить зону подавления, в пределах которой создаются эффективные помехи данному РЭС. Для этого надо установить зависимость К от параметров и взаимного пространственного положения станции помех и подавляемого РЭС.



Определим значение на входе радиоприемного устройства при воздействии помех на линию радиосвязи (рис. 1.1).

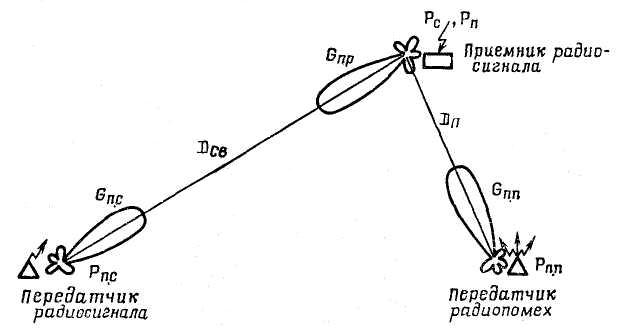


Рис. 1.1. Схема создания помех радиосвязи

Предположим, что радиоволны распространяются в свободном пространстве, тогда мощность полезного сигнала (без учета потерь) на входе подавляемого радиоприемного устройства в пределах его полосы пропускания можно определить как

Мощность помех с равномерным спектром шириной на входе приемника в пределах полосы пропускания его линейной части(при условии, что )



Если подкоренное выражение формулы обозначить через , то при , т.е. когда энергетический потенциал станции помех меньше, чем потенциал радиопередатчика линии связи, зона подавления радиосвязи представляет собой окружность радиусом с центром, смещенным в сторону, противоположную от направления на передатчик радиосвязи, на величину dn = Rn (рис. 1.2) и



Rп =DAB β/(1−β2). (1.1)

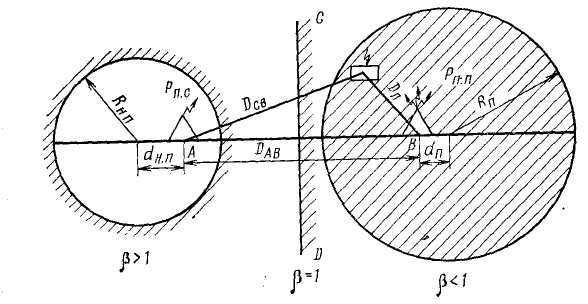


Рис. 1.2. Зоны подавления радиосвязи (показаны штриховыми линиями) при различных значениях β

При β>1, когда энергетический потенциал передатчика помех превосходит потенциал передатчика радиостанции, зона подавления занимает всю плоскость, за исключением окружности радиусом

Rн.п. = DAB β/(β2−1), (1.2)

т. е. зоны неподавления. Центр окружности в этом случае смещён относительно местоположения передатчика подавляемой линии радиосвязи в сторону, противоположную направлению на передатчик помех, на величину dн.п.=R н.п./β. При β = 1 граница зоны подавления проходит посередине между передатчиком помех и станцией радиосвязи.

Задание: Произвести оценку радиоэлектронной обстановки при: (рассчитать по карте).



Дано:



Определить: К

Сравнить: К и Кп

Решение:



# 2 Организация связи в районе чрезвычайной ситуации

**2.1 Тактико-специальные требования к подвижному узлу связи**

При определении требований к узлу связи (УС) необходимо учитывать два положения:

1. узлы связи - важнейшие элементы системы связи;
2. на узлах связи пунктов управления (ПУ) выполняются задачи по обеспечению связи, то есть должны выполняться требования к связи, как процессу передачи информации (сообщений).

С этих позиций к УС ПУ можно предъявить следующие требования:

1. постоянная готовность к немедленной передаче (приему) информации (обеспечению переговоров) в заданные сроки с требуемой достоверностью и безопасностью;
2. обеспечение максимальных удобств пользования средствами связи и автоматизации должностным лицам ПУ;
3. высокие живучесть, разведзащищенность и надежность;
4. возможность широкого маневра средствами, каналами и видами связи;
5. удовлетворение требований электромагнитной совместимости (ЭМС) всех РЭС, развернутых в составе УС.

Полевые узлы связи должны быстро развертываться (свертываться), в короткие сроки устанавливать связь и обеспечивать бесперебойное ее действие, т.е. обладать высокой мобильностью.

Требование постоянной готовности УС к немедленной передаче (приему) информации (обеспечению переговоров) в заданные сроки с требуемой достоверностью и безопасностью охватывает несколько составляющих:

1. своевременное установление запланированных связей;
2. обеспечение своевременного прохождения сообщений (ведения переговоров) с требуемой достоверностью и безопасностью;
3. пропускную способность УС, рассчитанную на передачу (прием) заданного потока сообщений (переговоров).

Своевременность установления запланированных связей обеспечивает готовность узлов связи к обмену сообщениями в заданные сроки, а, следовательно, и способность узлов связи выполнять задачу по обеспечению связи в интересах управления силами МЧС в соответствии с оперативной обстановкой.

В общем виде в качестве показателя оценки своевременности установления запланированных связей, может быть применена вероятность того, что на УС заданное количество связей будет установлено за время, не превышающее требуемого (нормативного), т.е.

Pсву = P(tуст < tдоп) (2.1)

где

– показатель оценки своевременности установления запланированных связей;



– время установления связи;

– нормативное время установления связи.

Вероятность установления связей за нормативное время должна быть для направлений связи 1-ой категории важности не ниже 0,99; 2-ой категории - не ниже 0,95; 3-й категории - не ниже 0,9.

Количественные значения требований по своевременности установления отдельных связей определяются одиночными нормативами выполнения задач по специальной подготовке.

Своевременное установление запланированных связей достигается:

1. совершенствованием выучки личного состава узловых подразделений;
2. систематическими тренировками по приведению узлов связи в различные степени готовности;
3. совершенствованием способов распределения и сокращением времени приема (набора) каналов и установления связей;
4. заблаговременной подготовкой на важнейших информационных направлениях нескольких видов связей, а также резерва средств связи и каналов;
5. применением дистанционно управляемых кроссов на оперативных УС и УС ПУ;
6. четкой организацией управления узлами связи и оперативно-технической службы на них.

Своевременность прохождения всех видов сообщений характеризует способность УС обеспечить передачу заданных потоков информации по управлению силами МЧС в установленные сроки с требуемой достоверностью и безопасностью. Количественно данное требование принято оценивать вероятностью своевременной передачи сообщений, под которой понимают вероятность того, что время прохождения документальных сообщений и обеспечения переговоров не превышает нормативного срока, т.е.

P = P (tпдс и оп < tдоп). (2.2)

где

Р – своевременность прохождения всех видов сообщений;

– время прохождения документальных сообщений и обеспечения переговоров;

– нормативное время установления связи.

Требования по вероятности своевременной передачи потоков информации составляют для сообщений первого приоритета - 0,95; второго - 0,9; третьего - 0,85.

Присвоение категории срочности телеграмме и пароля телеграфному переговору осуществляется в зависимости от важности и срочности сообщения, подлежащего передаче по средствам связи.

В целях обеспечения своевременной передачи (приема) наиболее важных телеграфных сообщений установлены категории срочности: "Монолит", "Воздух", "Ракета", "Самолет" и "Обыкновенная". При ведении телефонных переговоров установлены: сигнал "Монолит", пароли "Воздух", "Самолет", "Связь-авария", а также категории "Вне всякой очереди", "В первую очередь", "Во вторую очередь".

Обеспечение своевременности прохождения сообщений на узлах связи достигается:

1. постоянной готовностью связей к передаче (приему) сообщений;
2. увеличением количества каналов и связей, повышением их скорости и эффективности использования;
3. сокращением времени обработки сообщений в экспедиции, в телеграфных аппаратных;
4. внедрением абонентского телеграфа на узле, использованием факсимильной связи и передачи данных;
5. повышением оперативности распределения потоков документальных сообщений и организацией эффективного контроля за прохождением информации;
6. внедрением аппаратуры быстродействия, устройств накопления и распределения информации;
7. сокращением объемов сообщений (документов) путем их формализации; применением аппаратуры повышения достоверности;
8. выполнением специальных требований при развертывании (оборудовании) узлов связи;
9. четкой организацией оперативно-технической службы и организацией боевого дежурства.

Пропускная способность УС характеризуется его возможностью осуществлять обмен заданным количеством сообщений за единицу времени.

Одним из факторов, в значительной мере определяющих пропускную способность, а, следовательно, и постоянную готовность узла связи к немедленной передаче (приему) информации (обеспечению переговоров) в заданные сроки с требуемой достоверностью и безопасностью - устойчивость функционирования направлений связи.

**2.2 Разработка схем организации связи на предполагаемые этапы операции**

Первый этап проводится в течение нескольких часов после наступления ЧС. В это время предусматривается организация очень небольшого числа связей между оперативной группой, направленной МЧС, и постоянной комиссией (центром связи МЧС), а также между оперативной группой МЧС и аварийно-спасательными отрядами. В организации связи на первом этапе участвуют только подразделения МЧС и гражданской обороны. Схема организации связи первого этапа представлена на рис.П.2.1.

На втором этапе схема организации связи предусматривает предоставление услуг не только аварийно-спасательным бригадам, но также администрации района, где произошло ЧС, и небольшому количеству населения. Связь организуется уже с использованием подвижных, мобильных, аппаратных узлов связи, которые располагаются в местах концентрации абонентов (районах) и соединяются с аналогичными комплексами, находящимися в верхнем звене сети (областной центр), через подвижные спутниковые системы связи. Подсоединение сети связи, организованной в зоне ЧС, к ближайшему узлу стационарной сети называется взаимоувязанной сетью связи (ВСС) или единой сетью эксплуатации (ЕСЭ) может осуществляться как организацией временной кабельной линии, так и с использованием спутниковых и радиорелейных систем передачи. Вариант схемы организации связи в зоне ЧС для 2 этапа приведен на рис.П.2.2.

Организация связи на третьем этапе характеризуется наращиванием технических средств, увеличением их пропускной способности с целью увеличения объема предоставляемых услуг связи, главным образом, в интересах населения. Вариант схемы организации связи в зоне ЧС для 3 этапа приведен на рис.П.2.3.

**2.3 Определение пропускной способности канала связи**

Своевременность связи в каждом направлении зависит от пропускной способности каналов, квалификации операторов, отработанности подразделений, правил станционно-эксплуатационной службы (СЭС). Влияние на нее оказывает структура системы связи (наличие прямых каналов связи и пунктов переприема, количество радиостанций в радиосети и др.) и использование связи (объем сообщений, подаваемых на средства связи; правильность адресования и т. д.), а в современных системах – степень автоматизации процессов передачи информации и работы постов связи.

Черты случайности, присущие процессам передачи информации, целесообразно рассматривать вероятностными методами. Основная задача теории своевременной передачи информации ставится следующим образом: имеется источник информации, непрерывно вырабатывающий информацию, и канал связи, по которому эта информация передается другому корреспонденту. Какова должна быть пропускная способность канала связи для того, чтобы канал «справлялся» со своей задачей, т.е. передавал всю поступающую информацию без задержек и искажений?

Рассмотрим некоторую систему связи X, которая может принимать конечное множество состояний: x1, x2,…,xn с вероятностями p1, p2,…, pn, где pi = P(X~ xi ) − вероятность того, что система X примет состояние xi , (выражение X~ xi обозначает событие: система находится в состоянии xi ). Очевидно, .

Запишем эти данные в виде таблицы, где в верхней строке перечислены возможные состояния системы, а в нижней – соответствующие вероятности:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| xi | x1 | x2 | … | xn |
| pi | p1 | p2 | … | pn |

Эта таблица по написанию сходна с рядом распределения прерывной случайной величины X с возможными значениями x1, x2,…,xn имеющими вероятности p1, p2,…, pn. И действительно, между системой X с конечным множеством состояний и прерывной случайной величиной много общего; для того чтобы свести первую ко второй, достаточно приписать каждому состоянию какое-то числовое значение (скажем, номер состояния). Для описания степени неопределенности системы совершенно неважно, какие именно значения x1, x2,…,xn записаны в верхней строке таблицы; важны только количество этих значений и их вероятности.

В качестве меры априорной неопределенности системы (или прерывной случайной величины X) в теории информации применяется специальная характеристика, называемая энтропией. Понятие об энтропии является в теории информации основным.

Энтропией системы называется сумма произведений вероятностей различных состояний системы на логарифмы этих вероятностей, взятая с обратным знаком:

(2.3)



Знак минус перед суммой поставлен для того, чтобы энтропия была положительной (числа р меньше единицы и их логарифмы отрицательны).

Энтропия H(X) обладает рядом свойств, оправдывающих ее выбор в качестве характеристики степени неопределенности. Во-первых, она обращается в нуль, когда одно из состояний системы достоверно, а другие – невозможны. Во-вторых, при заданном числе состояний она обращается в максимум, когда эти состояния равновероятны, а при увеличении числа состояний – увеличивается. Наконец, она обладает свойством аддитивности, т. е. когда несколько независимых систем объединяются в одну, их энтропии складываются.

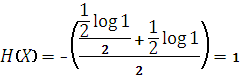
Логарифм в формуле (2.3) может быть взят при любом основании а > 1. Перемена основания равносильна простому умножению энтропии на постоянное число, а выбор основания равносилен выбору определенной единицы измерения энтропии. Если за основание выбрано число 10, то говорят о «десятичных единицах» энтропии, если 2 – о «двоичных единицах». На практике удобнее всего пользоваться логарифмами при основании 2 и измерять энтропию в двоичных единицах; это хорошо согласуется с применяемой в цифровых каналах связи двоичной системой счисления.

Примем а = 2.

Легко убедиться, что при выборе 2 в качестве основания логарифмов за единицу измерения энтропии принимается энтропия простейшей системы X, которая имеет два равновозможных состояния:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| x i | x1 | x2 |
| pi |  |  |

По формуле (2.3) имеем



Определенная таким образом единица энтропии называется «двоичной единицей» и иногда обозначается bit (от англ. «binary digit» – двоичный знак). Это энтропия одного разряда двоичного числа, если он с одинаковой вероятностью может быть нулем или единицей.

Пусть имеется источник информации X и приемник Y, связанные каналом связи К (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Направление передачи информации

Известна производительность источника информации H1(X), т. е. среднее количество двоичных единиц информации, поступающее от источника в единицу времени (численно оно равно средней энтропии сообщения, производимого источником в единицу времени). Пусть, кроме того, известна пропускная способность канала С1, т.е. максимальное количество информации (например, двоичных знаков 0 или 1), которое способен передать канал в ту же единицу времени. Возникает вопрос: какова должна быть пропускная способность канала, чтобы он «справлялся» со своей задачей, т. е. чтобы информация от источника Х к приемнику Y поступала без задержки?

Ответ на этот вопрос дает первая теорема Шеннона.

1-я теорема Шеннона: если пропускная способность канала связи С1 больше энтропии источника информации в единицу времени С1 > H1(X), то всегда можно закодировать достаточно длинное сообщение так, чтобы оно передавалось каналом связи без задержки. Если же, напротив, С1 < H1(X), то передача информации без задержек невозможна.

Задание: определить пропускную способность канала связи, способного передавать К=110 символов 0 или 1 в единицу времени, причем каждый из символов искажается (заменяется противоположным) с вероятностью μ=0,03.

Дано: К=110; μ=0,03.

Определить: С

Решение:

1. По табл. П.2.1:

η(μ) = η(0,03) = 0,1518

η(1-μ) = η(1-0,03) = η(0,97) = 0,0426

1. η(μ) + η(1-μ) = 0,1518 + 0,0426 = 0,1944

На один символ теряется информация 0,1944 двоичных единиц.

1. Пропускная способность канала равна

С = 110 (1-0,1944) ≈ 88,6 двоичных единиц в единицу времени

Для увеличения пропускной способности канала без помех используют следующие способы:

1. Использование для кодирования информации более двух состояний (одновременное изменение комбинации фазы и амплитуды в одном такте);
2. Применение логического кодирования с использованием сжатием (архивированием) информационного блока;
3. Использование дискретных систем связи с учетом того, что часть из них не будет служить для синхронизации или для обнаружения и исправления ошибок;
4. Увеличение до значительных величин количество состояний информационного сигнала (формула Найквиста).

**2.4 Определение пропускной способности канала связи с помехами**

В действительности процесс передачи информации неизбежно сопровождается ошибками (искажениями). Канал передачи, в котором возможны искажения, называется каналом с помехами (или шумами). В частном случае ошибки возникают в процессе самого кодирования, и тогда кодирующее устройство может рассматриваться как канал с помехами.

Наличие помех приводит к потере информации. Чтобы в условиях наличия помех получить на приемнике требуемый объем информации, необходимо принимать специальные меры. Одной из таких мер является введение так называемой «избыточности» в передаваемые сообщения; при этом источник информации выдает заведомо больше символов, чем это было бы нужно при отсутствии помех. Одна из форм введения избыточности – простое повторение сообщения. Таким приемом пользуются, например, при плохой слышимости по телефону, повторяя каждое сообщение дважды. Другой общеизвестный способ повышения надежности передачи состоит в передаче слова «по буквам» – когда вместо каждой буквы передается хорошо знакомое слово (имя), начинающееся с этой буквы.

Заметим, что все живые языки естественно обладают некоторой избыточностью. Эта избыточность часто помогает восстановить правильный текст «по смыслу» сообщения. Вот почему встречающиеся вообще нередко искажения отдельных букв телеграмм довольно редко приводят к действительной потере информации: обычно удается исправить искаженное слово, пользуясь одними только свойствами языка. Этого не было бы при отсутствии избыточности. Мерой избыточности языка служит величина

(2.4)



где

– средняя фактическая энтропия, приходящаяся на один передаваемый символ (букву), рассчитанная для достаточно длинных отрывков текста, с учетом зависимости между символами;



n– число применяемых символов (букв);

– максимально возможная в данных условиях энтропия на один передаваемый символ, которая была бы, если бы все символы были равновероятны и независимы.



Расчеты, проведенные на материале наиболее распространенных европейских языков, показывают, что их избыточность достигает 50 % и более (т.е., грубо говоря, 50 % передаваемых символов являются лишними и могли бы не передаваться, если бы не опасность искажений).

Однако для безошибочной передачи сведений естественная избыточность языка может оказаться как чрезмерной, так и недостаточной: все зависит от того, как велика опасность искажений («уровень помех») в канале связи.

С помощью методов теории информации можно для каждого уровня помех найти нужную степень избыточности источника информации. Те же методы помогают разрабатывать специальные помехоустойчивые коды (в частности, так называемые «самокорректирующиеся» коды). Для решения этих задач необходимо уметь учитывать потерю информации в канале, связанную с наличием помех.

Рассмотрим сложную систему, состоящую из источника информации , канала связи и приемника Y (рис. 2.5).



Рис. 2.5 Направление передачи информации в условиях помех

Источник информации представляет собой физическую систему , которая имеет возможных состояний x1, x2,…,xn с вероятностями p1, p2, …,pn.



Будем рассматривать эти состояния как элементарные символы, которые может передавать источник через канал к приемнику Y. Количество информации на один символ, которое дает источник, будет равно энтропии на один символ:



.



Если бы передача сообщений не сопровождалась ошибками, то количество информации, содержащееся в системе Y относительно , было бы равно самой энтропии системы При наличии ошибок оно будет меньше:



Условную энтропию рассматривают как потерю информации на один элементарный символ, связанную с наличием помех.



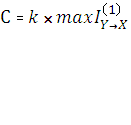
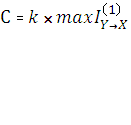
Определив потерю информации в канале, приходящуюся на один элементарный символ, переданный источником информации, можно определить пропускную способность канала с помехами, т. е. максимальное количество информации, которое способен передать канал в единицу времени.

Предположим, что канал может передавать в единицу времени k элементарных символов. так как максимальное количество информации, которое может содержать один символ, равно , а максимальное количество информации, которое могут содержать символов, равно , и оно достигается, когда символы появляются независимо друг от друга.



Рассмотрим канал с помехами. Его пропускная способность определится

(2.5)



где

k – количество передаваемых символов;

max – максимальная информация на один символ, которую может передать канал при наличии помех.



Максимальная информация зависит от того, как и с какими вероятностями искажаются символы; происходит ли их перепутывание, или же простое выпадение некоторых символов; происходят ли искажения символов независимо друг от друга и т.д.

Однако для простейших случаев пропускную способность каналa удается сравнительно легко рассчитать.

Рассмотрим, например, такую задачу. Канал связи передает от источника информации к приемнику элементарные символы 0 и 1 в количестве k символов в единицу времени. В процессе передачи каждый символ независимо от других с вероятностью может быть искажен (т.е. заменен противоположным). Требуется найти пропускную способность канала.



Определим сначала максимальную информацию на один символ, которую может передавать канал. Пусть источник производит символы и с вероятностями и . Тогда энтропия источника будет



Определим информацию на один элементарный символ:



Чтобы найти полную условную энтропию найдем сначала частные условные энтропии: (энтропию системы при условии, что система приняла состояние ) и (энтропию системы при условии, что система приняла состояние. Вычислим ; для этого предположим, что передан элементарный символ . Найдем условные вероятности того, что при этом система находится в состоянии и в состоянии . Первая из них равна вероятности того, что сигнал не перепутан:





вторая – вероятности того, что сигнал перепутан:



Условная энтропия будет:





Найдем теперь условную энтропию системы Y при условии, что X ~ x2 (передан сигнал единица):

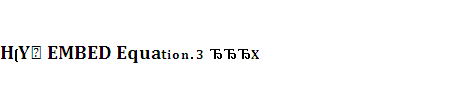
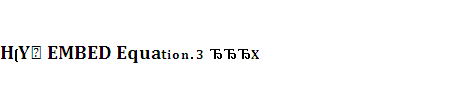
 .

откуда

Полная условная энтропия ) получится, если усреднить условные энтропии и с учетом вероятностейи значений .. Так как частные условные энтропии равны, то



Пришли к следующему выводу: условная энтропия ) совсем не зависит от того, с какими вероятностями встречаются символы ; в передаваемом сообщении, а зависит только от вероятности ошибки



Вычислим полную информацию, передаваемую одним символом:

–



где - вероятность того, что на выходе появится символ Очевидно, при заданных свойствах канала информация на один символ  достигает максимума, когда r) максимально. Известно, что такая функция достигает максимума при ,т.е. когда на приемнике оба сигнала равновероятны. Легко убедиться, что это достигается, когда источник передает оба символа с одинаковой вероятностью . При том же значении достигает максимума и информация на один символ. Максимальное значение равно





Следовательно, в нашем случае

,

и пропускная способность канала связи будет равна

(2.6)



Заметим, что есть не что иное, как энтропия системы, имеющей два возможных состояния с вероятностями μ и . Она характеризует потерю информации на один символ, связанную с наличием помех в канале.

2-я теорема Шеннона.

Пусть имеется источник информации Х, энтропия которого в единицу времени равна (Х), и канал с пропускной способностью Х. Тогда если (Х) > С, то при любом кодировании передача сообщений без задержек и искажений невозможна. Если же (Х) < С, то всегда можно достаточно длинное сообщение закодировать так, чтобы оно было передано без искажений и задержек с вероятностью, сколь угодно близкой к единице.



Задание: выяснить, достаточна ли пропускная способность каналов для передачи информации, поставляемые источником, если имеется источник информации с энтропией (Х) = 110 дв.ед. и количество каналов связи n = 2, каждый из них может передавать в единицу времени К = 80 двоичных знаков (0 или 1); каждый двоичный знак заменяется противоположным с вероятностью μ = 0,2.



Дано: (Х) = 110 дв.ед.; n = 2; К = 80; μ = 0,2.



Определить: С

Сравнить: С и (Х)



Решение:

1. По табл. П.2.1:

η(μ) = η(0,2) = 0,4644

η(1-μ) = η(1-0,2) = η(0,8) = 0,2575

1. η(μ) + η(1-μ) = 0,4644 + 0,2575 = 0,722

На один символ теряется информация 0,722 двоичных единиц.

1. Максимальное количество информации, передаваемое по одному каналу в единицу времени

С = 80 (1-0,722) ≈ 22,25 двоичных единиц в единицу времени

1. Максимальное количество информации, которое может быть передано по двум каналам в единицу времени

(дв.ед.)



1. С < (Х), т.к. 44,5 < 110, следовательно, передача информации без задержек невозможна.

Для передачи информации без задержек необходимо:

1. Использовать способ кодирования-декодирования;
2. Применять компандирование сигнала;
3. Увеличить мощность передатчика;
4. Применять дорогие линии связи с эффективным экранированием и малошумящей аппаратурой для снижения уровня помех;
5. Применять передатчики и промежуточную аппаратуру с низким уровнем шума;
6. Использовать для кодирования более двух состояний;
7. Применять дискретные системы связи с применением всех посылок для передачи информации.

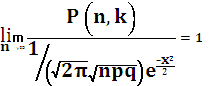
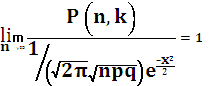
**2.5 Расчет и оценка достоверности связи**

Локальная предельная теорема.

Если вероятность осуществления события А в n независимых опытах постоянна и равна, то вероятность  того, что в этих опытах событие А происходит ровно к раз, удовлетворяет соотношению



(2.7)



где .

Биноминально распределенная случайная величина асимптотически распределена нормально с параметрами и .



Интегральная предельная теорема.

Пусть - биноминально распределенная случайная величина с параметрами и . (Следовательно, X можно интерпретировать как число осуществлений события в независимых испытаниях с в отдельном испытании.) Тогда равномерно относительно и выполняется соотношение:



(2.81)



Задание: задана вероятность передачи сообщения без искажения р = 0,009. Определить вероятность того, что среди переданных n = 10000 сообщений k = 48 окажется без искажений? При тех же условиях определить вероятность того, что из n = 10000 сообщений не более Х = 100 искажено.

Дано: р = 0,009; n = 10000; k = 48.

Определить: Р (n, k)

Решение:



1. По табл.П.2.2 находим φ (4,45) = 0,000019992



1. Вероятность того, что именно 48 из 10000 сообщений будут переданы без искажений, очень мала.

Задание: при тех же условиях определить вероятность того, что из n = 10000 сообщений не более Х = 100 искажено.

Дано: р = 0,009; n = 10000; k = 48; Х = 100.

Определить: Р (Х ≤ 100)

Решение:

1. По табл.П.2.3 находим
2. Вероятность того, что не более 100 из 10000 сообщений будут искажены ниже средней.

Таким образом, из двух рассмотренных выше заданий, можно сделать вывод, что вероятнее всего будет искажено меньшее количество сообщений из 10000 переданных, т.е. достоверность связи достаточно высокая.

Для повышения уровня достоверности связи применяются следующие способы:

1. Применение корректирующих кодов с автоматическим обнаружением и исправлением ошибок (код Хемминга);
2. Снабжение основного канала дополнительным вспомогательным каналом небольшой пропускной способности – обратным каналом;
3. Включение в состав аппаратуры передачи данных устройств защиты от ошибок;
4. Использование таких оконечных устройств, как ЭВМ, мультиплексоры передачи данных и программируемые абонентские пункты;
5. Дублирование передаваемой информации по нескольким трактам передачи с независимыми замираниями уровня сигнала;
6. Использование помехозащищенных каналов связи.

# Заключение

В данной курсовой работе ставилась цель разработки модели организации связи на Балтийской Косе м. Высокий с оперативной группой в п.Заостровье м.Гвардейский и группой ликвидации на оз.Виштынецкое для осуществления аварийно-спасательных работ. Цель достигнута в ходе исследования. Для организации связи была выбрана беспроводная связь – спутниковая, имеющая следующие преимущества:

1. большую зону покрытия Земли;
2. множественный доступ;
3. возможность быстрой организации спутниковых каналов связи;
4. независимость от наземной инфраструктуры.

Но спутниковая связь также имеет недостатки:

1. слабая помехозащищенность;
2. задержка распространения сигнала;
3. требует использования больших антенн, малошумящей аппаратуры и сложных помехоустойчивых кодов;
4. и. как следствие, большие экономические затраты.

Способы устранения недостатков рассмотрены в ходе курсовой работы.

Можно сделать вывод, что проводная, оптоэлектронная и радиорелейная связи являются более помехозащищенными и их использование было бы более желательным при организации связи, но в условиях чрезвычайной ситуации каждая минута на счету. Балтийская Коса в районе м. Высокий не обеспечена каналами связи в необходимой мере, поэтому преимущество было отдано космической связи. Также для установления связи между Балтийской Косой и оз.Виштенецкое потребуется большое количество и экономических, и социальных затрат – следовательно, используем связь при помощи спутника. Балтийская Коса имеет малую плотность населения, поэтому предпринимать какие-либо действия для совершенствования в этом месте связи не представляется объективным.

# Приложение

**Приложение 1**

Таблица 1

Нормальное соотношение уровней сигнала и помехи

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид канала | Ес / Еп | |
| Дб | Раз |
| буквопечатающий (БПЧ) | +6 | 2-2.5 |
| радиотелефонный (РТФ) | +18 | 6-9 |
| факсимильный (ФТА) | +12 | 3.5-4 |
| ТЛГ, СЛХ | +3 | 1-1.5 |

Приложение 2

Таблица 1

Таблица значений функции η(p)= -p log2p

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| p | η(p) | Δ | p | η(p) | Δ |
| 0 | 0 | 664 | 0,5 | 0,5 | -46 |
| 0,01 | 0,066439 | 464 | 0,51 | 0,49543 | -48 |
| 0,02 | 0,112877 | 390 | 0,52 | 0,490577 | -52 |
| 0,03 | 0,151767 | 340 | 0,53 | 0,485446 | -54 |
| 0,04 | 0,185754 | 303 | 0,54 | 0,480043 | -56 |
| 0,05 | 0,216096 | 274 | 0,55 | 0,474373 | -59 |
| 0,06 | 0,243534 | 251 | 0,56 | 0,468441 | -62 |
| 0,07 | 0,268555 | 229 | 0,57 | 0,462251 | -65 |
| 0,08 | 0,291508 | 211 | 0,58 | 0,455808 | -67 |
| 0,09 | 0,312654 | 196 | 0,59 | 0,449116 | -69 |
| 0,1 | 0,332193 | 181 | 0,6 | 0,442179 | -72 |
| 0,11 | 0,350287 | 168 | 0,61 | 0,435002 | -74 |
| 0,12 | 0,367067 | 155 | 0,62 | 0,427589 | -77 |
| 0,13 | 0,382644 | 145 | 0,63 | 0,419943 | -78 |
| 0,14 | 0,39711 | 134 | 0,64 | 0,412068 | -81 |
| 0,15 | 0,410545 | 125 | 0,65 | 0,403967 | -83 |
| 0,16 | 0,423017 | 116 | 0,66 | 0,395645 | -86 |
| 0,17 | 0,434587 | 107 | 0,67 | 0,387104 | -87 |
| 0,18 | 0,445308 | 99 | 0,68 | 0,378347 | -90 |
| 0,19 | 0,455226 | 92 | 0,69 | 0,369379 | -92 |
| 0,2 | 0,464386 | 84 | 0,7 | 0,360201 | -94 |
| 0,21 | 0,472823 | 78 | 0,71 | 0,350817 | -96 |
| 0,22 | 0,480573 | 71 | 0,72 | 0,34123 | -98 |
| 0,23 | 0,487668 | 67 | 0,73 | 0,331443 | -99 |
| 0,24 | 0,494134 | 59 | 0,74 | 0,321458 | -102 |
| 0,25 | 0,5 | 53 | 0,75 | 0,311278 | -104 |
| 0,26 | 0,505288 | 47 | 0,76 | 0,300906 | -106 |
| 0,27 | 0,510022 | 42 | 0,77 | 0,290344 | -107 |
| 0,28 | 0,51422 | 37 | 0,78 | 0,279594 | -109 |
| 0,29 | 0,517904 | 32 | 0,79 | 0,26866 | -112 |
| 0,3 | 0,52109 | 27 | 0,8 | 0,257542 | -113 |
| 0,31 | 0,523795 | 22 | 0,81 | 0,246245 | -114 |
| 0,32 | 0,526034 | 18 | 0,82 | 0,234769 | -117 |
| 0,33 | 0,527822 | 14 | 0,83 | 0,223118 | -119 |
| 0,34 | 0,529174 | 9 | 0,84 | 0,211293 | -120 |
| 0,35 | 0,530101 | 5 | 0,85 | 0,199295 | -121 |
| 0,36 | 0,530615 | 1 | 0,86 | 0,187129 | -123 |
| 0,37 | 0,530729 | -2 | 0,87 | 0,174794 | -125 |
| 0,38 | 0,530453 | -7 | 0,88 | 0,162294 | -127 |
| 0,39 | 0,529797 | -10 | 0,89 | 0,149629 | -128 |
| 0,40 | 0,528771 | -14 | 0,90 | 0,136803 | -130 |
| 0,41 | 0,527385 | -18 | 0,91 | 0,123816 | -131 |
| 0,42 | 0,525646 | -20 | 0,92 | 0,110671 | -133 |
| 0,43 | 0,523564 | -24 | 0,93 | 0,097369 | -135 |
| 0,44 | 0,521147 | -26 | 0,94 | 0,083911 | -136 |
| 0,45 | 0,518401 | -29 | 0,95 | 0,070301 | -138 |
| 0,46 | 0,515335 | -33 | 0,96 | 0,056538 | -139 |
| 0,47 | 0,511956 | -37 | 0,97 | 0,042625 | -140 |
| 0,48 | 0,508269 | -40 | 0,98 | 0,028563 | -142 |
| 0,49 | 0,504282 | -43 | 0,99 | 0,014355 | -144 |
|  |  |  | 1,00 | 0 |  |

Таблица 2

Плотность распределения вероятности 



нормированного и центрированного формального распределения.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 0,398942280 | 0,398922334 | 0,398862500 | 0,398762797 | 0,398623254 | 0,398443914 | 0,398224830 | 0,397966068 | 0,397667706 | 0,397329832 |
| 0,1 | 0,396952547 | 0,396535966 | 0,396080212 | 0,395585421 | 0,395051741 | 0,394479331 | 0,393868362 | 0,393219015 | 0,392531483 | 0,391805971 |
| 0,2 | 0,391042694 | 0,390241878 | 0,389403759 | 0,388528585 | 0,387616615 | 0,386668117 | 0,385683369 | 0,384662661 | 0,383606292 | 0,382514571 |
| 0,3 | 0,381387815 | 0,380226355 | 0,379030526 | 0,377800677 | 0,376537162 | 0,375240347 | 0,373910605 | 0,372548319 | 0,371153879 | 0,369727684 |
| 0,4 | 0,368270140 | 0,366781662 | 0,365262673 | 0,363713600 | 0,362134882 | 0,360526962 | 0,358890291 | 0,357225325 | 0,355532529 | 0,353812370 |
| 0,5 | 0,352065327 | 0,350291879 | 0,34849251 | 0,346667721 | 0,344818001 | 0,342943855 | 0,341045789 | 0,339124313 | 0,337179944 | 0,335213199 |
| 0,6 | 0,333224603 | 0,331214680 | 0,329183961 | 0,327132977 | 0,325062264 | 0,322972360 | 0,320863804 | 0,318737138 | 0,316592908 | 0,314431657 |
| 0,7 | 0,312253933 | 0,310060285 | 0,307851260 | 0,305627410 | 0,303389284 | 0,301137432 | 0,298872406 | 0,296594755 | 0,294305030 | 0,292003780 |
| 0,8 | 0,289691553 | 0,287368897 | 0,285036358 | 0,282694482 | 0,280343811 | 0,277984886 | 0,275618247 | 0,273244431 | 0,270863972 | 0,268477402 |
| 0,9 | 0,266085250 | 0,263688042 | 0,261286301 | 0,258880547 | 0,256471294 | 0,254059056 | 0,251644341 | 0,249227652 | 0,246809491 | 0,244390351 |
| 1 | 0,241970725 | 0,239551098 | 0,237131952 | 0,234713764 | 0,232297005 | 0,229882141 | 0,227469632 | 0,225059935 | 0,222653499 | 0,220250767 |
| 1,1 | 0,217852177 | 0,215458162 | 0,213069147 | 0,210685552 | 0,208307790 | 0,205936269 | 0,203571388 | 0,201213543 | 0,198863119 | 0,196520499 |
| 1,2 | 0,194186055 | 0,191860155 | 0,189543158 | 0,187235418 | 0,184937281 | 0,182649085 | 0,180371163 | 0,178103839 | 0,175847430 | 0,173602247 |
| 1,3 | 0,171368592 | 0,169146761 | 0,166937042 | 0,164739715 | 0,162555055 | 0,160383327 | 0,158224790 | 0,156079696 | 0,153948287 | 0,151830800 |
| 1,4 | 0,149727466 | 0,147638504 | 0,145564130 | 0,143504551 | 0,141459965 | 0,139430566 | 0,137416539 | 0,135418062 | 0,133435304 | 0,131468430 |
| 1,5 | 0,129517596 | 0,127582951 | 0,125664637 | 0,123762790 | 0,121877537 | 0,120009001 | 0,118157295 | 0,116322528 | 0,114504800 | 0,112704207 |
| 1,6 | 0,110920835 | 0,109154766 | 0,107406075 | 0,105674831 | 0,103961095 | 0,102264925 | 0,100586368 | 0,098925471 | 0,097282269 | 0,095656796 |
| 1,7 | 0,094049077 | 0,092459133 | 0,090886979 | 0,089332623 | 0,087796071 | 0,086277319 | 0,084776361 | 0,083293186 | 0,081827776 | 0,080380109 |
| 1,8 | 0,078950158 | 0,077537892 | 0,076143274 | 0,074766262 | 0,073406813 | 0,072064874 | 0,070740393 | 0,069433312 | 0,068143566 | 0,066871091 |
| 1,9 | 0,065615815 | 0,064377664 | 0,063156561 | 0,061952425 | 0,060765169 | 0,059594706 | 0,058440944 | 0,057303789 | 0,056183142 | 0,055078902 |
| 2 | 0,053990967 | 0,052919228 | 0,051863577 | 0,050823901 | 0,049800088 | 0,048792019 | 0,047799575 | 0,046822635 | 0,045861076 | 0,044914772 |
| 2,1 | 0,043983596 | 0,043067418 | 0,042166107 | 0,041279530 | 0,040407554 | 0,039550042 | 0,038706856 | 0,037877859 | 0,037062910 | 0,036261869 |
| 2,2 | 0,035474593 | 0,034700939 | 0,033940763 | 0,033193921 | 0,032460266 | 0,031739652 | 0,031031932 | 0,030336959 | 0,029654585 | 0,028984661 |
| 2,3 | 0,028327038 | 0,027681567 | 0,027048100 | 0,026426485 | 0,025816575 | 0,025218220 | 0,024631269 | 0,024055574 | 0,023490985 | 0,022937354 |
| 2,4 | 0,022394530 | 0,021862367 | 0,021340715 | 0,020829427 | 0,020328356 | 0,019837354 | 0,019356277 | 0,018884977 | 0,018423311 | 0,017971133 |
| 2,5 | 0,017528300 | 0,017094670 | 0,016670101 | 0,016254450 | 0,015847579 | 0,015449347 | 0,015059616 | 0,014678249 | 0,014305109 | 0,013940061 |
| 2,6 | 0,013582969 | 0,013233702 | 0,012892126 | 0,012558111 | 0,012231526 | 0,011912244 | 0,011600135 | 0,011295075 | 0,010996937 | 0,010705598 |
| 2,7 | 0,010420935 | 0,010142827 | 0,009871154 | 0,009605797 | 0,009346638 | 0,009093563 | 0,008846454 | 0,008605201 | 0,008369689 | 0,008139809 |
| 2,8 | 0,007915452 | 0,007696508 | 0,007482873 | 0,007274439 | 0,007071105 | 0,006872767 | 0,006679324 | 0,006490676 | 0,006306726 | 0,006127377 |
| 2,9 | 0,005952532 | 0,005782099 | 0,005615984 | 0,005454095 | 0,005296344 | 0,005142641 | 0,004992899 | 0,004847033 | 0,004704958 | 0,004566590 |
| 3 | 0,004431848 | 0,004300652 | 0,004172923 | 0,004048582 | 0,003927554 | 0,003809762 | 0,003695134 | 0,003583596 | 0,003475077 | 0,003369508 |
| 3,1 | 0,003266819 | 0,003166943 | 0,003069813 | 0,002975365 | 0,002883534 | 0,002794258 | 0,002707476 | 0,002623126 | 0,002541150 | 0,002461490 |
| 3,2 | 0,002384088 | 0,002308890 | 0,002235839 | 0,002164884 | 0,002095971 | 0,002029048 | 0,001964066 | 0,001900975 | 0,001839726 | 0,001780273 |
| 3,3 | 0,001722569 | 0,001666569 | 0,001612227 | 0,001559502 | 0,001508351 | 0,001458731 | 0,001410602 | 0,001363925 | 0,001318661 | 0,001274771 |
| 3,4 | 0,001232219 | 0,001190968 | 0,001150983 | 0,001112230 | 0,001074673 | 0,001038281 | 0,001003021 | 0,000968862 | 0,000935772 | 0,000903722 |
| 3,5 | 0,000872683 | 0,000842625 | 0,000813521 | 0,000785344 | 0,000758067 | 0,000731664 | 0,000706111 | 0,000681381 | 0,000657452 | 0,000634300 |
| 3,6 | 0,000611902 | 0,000590236 | 0,000569280 | 0,000549013 | 0,000529415 | 0,000510465 | 0,000492144 | 0,000474434 | 0,000457315 | 0,000440769 |
| 3,7 | 0,000424780 | 0,000409330 | 0,000394403 | 0,000379981 | 0,000366051 | 0,000352596 | 0,000339601 | 0,000327053 | 0,000314937 | 0,000303239 |
| 3,8 | 0,000291947 | 0,000281047 | 0,000270527 | 0,000260375 | 0,000250578 | 0,000241127 | 0,000232008 | 0,000223212 | 0,000214728 | 0,000206546 |
| 3,9 | 0,000198655 | 0,000191047 | 0,000183712 | 0,000176641 | 0,000169826 | 0,000163256 | 0,000156926 | 0,000150825 | 0,000144948 | 0,000139285 |
| 4 | 0,000133830 | 0,000128576 | 0,000123516 | 0,000118643 | 0,000113951 | 0,000109434 | 0,000105085 | 0,000100899 | 0,000096870 | 0,000092993 |
| 4,1 | 0,000089262 | 0,000085672 | 0,000082218 | 0,000078895 | 0,000075700 | 0,000072626 | 0,000069670 | 0,000066828 | 0,000064095 | 0,000061468 |
| 4,2 | 0,000058943 | 0,000056516 | 0,000054183 | 0,000051942 | 0,000049788 | 0,000047719 | 0,000045731 | 0,000043821 | 0,000041988 | 0,000040226 |
| 4,3 | 0,000038535 | 0,000036911 | 0,000035353 | 0,000033856 | 0,000032420 | 0,000031041 | 0,000029719 | 0,000028449 | 0,000027231 | 0,000026063 |
| 4,4 | 0,000024942 | 0,000023868 | 0,000022837 | 0,000021848 | 0,000020900 | 0,000019992 | 0,000019121 | 0,000018286 | 0,000017486 | 0,000016719 |
| 4,5 | 0,000015984 | 0,000015280 | 0,000014605 | 0,000013959 | 0,000013340 | 0,000012747 | 0,000012180 | 0,000011636 | 0,000011116 | 0,000010618 |

Таблица 3

Функция распределения:



нормированного и центрированного нормального распределения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0,0 | 0,0000 | 0,0040 | 0,0080 | 0,0120 | 0,0160 | 0,0199 | 0,0239 | 0,0279 | 0,0319 | 0,0359 |
| 0,1 | 0,0398 | 0,0438 | 0,0478 | 0,0517 | 0,0557 | 0,0596 | 0,0636 | 0,0675 | 0,0714 | 0,0753 |
| 0,2 | 0,0793 | 0,0832 | 0,0871 | 0,0910 | 0,0948 | 0,0987 | 0,1026 | 0,1064 | 0,1103 | 0,1141 |
| 0,3 | 0,1179 | 0,1217 | 0,1255 | 0,1293 | 0,1331 | 0,1368 | 0,1406 | 0,1443 | 0,1480 | 0,1517 |
| 0,4 | 0,1554 | 0,1591 | 0,1628 | 0,1664 | 0,1700 | 0,1736 | 0,1772 | 0,1808 | 0,1844 | 0,1879 |
| 0,5 | 0,1915 | 0,1950 | 0,1985 | 0,2019 | 0,2054 | 0,2088 | 0,2123 | 0,2157 | 0,2190 | 0,2224 |
| 0,6 | 0,2257 | 0,2291 | 0,2324 | 0,2357 | 0,2389 | 0,2422 | 0,2454 | 0,2486 | 0,2517 | 0,2549 |
| 0,7 | 0,2580 | 0,2611 | 0,2642 | 0,2673 | 0,2708 | 0,2734 | 0,2764 | 0,2794 | 0,2823 | 0,2852 |
| 0,8 | 0,2881 | 0,2910 | 0,2939 | 0,2967 | 0,2995 | 0,3023 | 0,3051 | 0,3078 | 0,3106 | 0,3133 |
| 0,9 | 0,3159 | 0,3186 | 0,3212 | 0,3238 | 0,3264 | 0,3289 | 0,3315 | 0,3340 | 0,3365 | 0,3389 |
| 1,0 | 0,3413 | 0,3437 | 0,3461 | 0,3485 | 0,3508 | 0,3531 | 0,3554 | 0,3577 | 0,3599 | 0,3621 |
| 1,1 | 0,3643 | 0,3655 | 0,3686 | 0,3708 | 0,3729 | 0,3749 | 0,3770 | 0,3790 | 0,3810 | 0,3830 |
| 1,2 | 0,3849 | 0,3869 | 0,3888 | 0,3907 | 0,3925 | 0,3944 | 0,3962 | 0,3980 | 0,3997 | 0,4015 |
| 1,3 | 0,4032 | 0,4049 | 0,4066 | 0,4082 | 0,4099 | 0,4115 | 0,4131 | 0,4147 | 0,4162 | 0,4177 |
| 1,4 | 0,4192 | 0,4207 | 0,4222 | 0,4236 | 0,4251 | 0,4265 | 0,4279 | 0,4292 | 0,4306 | 0,4319 |
| 1,5 | 0,4332 | 0,4345 | 0,4357 | 0,4370 | 0,4382 | 0,4394 | 0,4406 | 0,4418 | 0,4429 | 0,4441 |
| 1,6 | 0,4452 | 0,4463 | 0,4474 | 0,4484 | 0,495 | 0,4505 | 0,4515 | 0,4525 | 0,4535 | 0,4545 |
| 1,7 | 0,4554 | 0,4564 | 0,4573 | 0,4582 | 0,4591 | 0,4599 | 0,4608 | 0,4616 | 0,4625 | 0,4633 |
| 1,8 | 0,4641 | 0,4649 | 0,4656 | 0,4664 | 0,4671 | 0,4678 | 0,4686 | 0,4693 | 0,4699 | 0,4706 |
| 1,9 | 0,4713 | 0,4719 | 0,4726 | 0,4732 | 0,4738 | 0,4744 | 0,4750 | 0,4756 | 0,4761 | 0,4767 |
| 2,0 | 0,4772 | 0,4778 | 0,4783 | 0,4788 | 0,4793 | 0,4798 | 0,4803 | 0,4808 | 0,4812 | 0,4817 |
| 2,1 | 0,4821 | 0,4826 | 0,4830 | 0,4834 | 0,4838 | 0,4842 | 0,4846 | 0,4850 | 0,4854 | 0,4857 |
| 2,2 | 0,4860966 | 0,4864474 | 0,4867906 | 0,4871263 | 0,4874545 | 0,4877755 | 0,4880894 | 0,4883962 | 0,4886962 | 0,4889893 |
| 2,3 | 0,4892759 | 0,4895559 | 0,4898296 | 0,4900969 | 0,4903581 | 0,4906133 | 0,4908625 | 0,4911060 | 0,4913437 | 0,4915758 |
| 2,4 | 0,4918025 | 0,4920237 | 0,4922397 | 0,4924506 | 0,4926564 | 0,4928572 | 0,4930531 | 0,4932443 | 0,4934309 | 0,4936128 |
| 2,5 | 0,4937903 | 0,4939634 | 0,4941323 | 0,4942969 | 0,4944574 | 0,4946139 | 0,4947664 | 0,4949151 | 0,4950600 | 0,4952012 |
| 2,6 | 0,4953388 | 0,4954729 | 0,4956035 | 0,4957308 | 0,4958547 | 0,4959754 | 0,4960930 | 0,4962074 | 0,4963189 | 0,4964274 |
| 2,7 | 0,4965330 | 0,4966358 | 0,4967359 | 0,4968333 | 0,4969280 | 0,4970202 | 0,4971099 | 0,4971972 | 0,4972821 | 0,4973646 |
| 2,8 | 0,4974449 | 0,4975229 | 0,4975988 | 0,4976726 | 0,4977443 | 0,4978140 | 0,4978818 | 0,4979476 | 0,4980116 | 0,4980738 |
| 2,9 | 0,4981342 | 0,4981929 | 0,4982498 | 0,4983052 | 0,4983589 | 0,4984111 | 0,4984618 | 0,4985110 | 0,4985588 | 0,4986051 |
| 3,0 | 0,4986501 | 0,4986938 | 0,4987361 | 0,4987772 | 0,4988171 | 0,4988558 | 0,4988933 | 0,4989297 | 0,4989650 | 0,4989992 |
| 3,1 | 0,4990324 | 0,4990646 | 0,4990957 | 0,4991260 | 0,4991553 | 0,4991836 | 0,4992112 | 0,4992378 | 0,4992636 | 0,4992886 |
| 3,2 | 0,4993129 | 0,4993363 | 0,4993590 | 0,4993810 | 0,4994024 | 0,4994230 | 0,4994429 | 0,4994523 | 0,4994810 | 0,4994991 |
| 3,3 | 0,4995166 | 0,4995335 | 0,4995499 | 0,4995658 | 0,4995811 | 0,4995959 | 0,4996103 | 0,4996242 | 0,4996376 | 0,4996505 |
| 3,4 | 0,4996631 | 0,4996752 | 0,4996869 | 0,4996982 | 0,4997091 | 0,4997197 | 0,4997299 | 0,4997398 | 0,4997493 | 0,4997585 |
| 3,5 | 0,4997674 | 0,4997759 | 0,4997842 | 0,4997922 | 0,4997999 | 0,4998074 | 0,4998146 | 0,4998215 | 0,4998282 | 0,4998347 |
| 3,6 | 0,4998409 | 0,4998469 | 0,4998527 | 0,4998583 | 0,4998637 | 0,4998689 | 0,4998739 | 0,4998787 | 0,4998834 | 0,4998879 |
| 3,7 | 0,4998922 | 0,4998964 | 0,4999004 | 0,4999043 | 0,4999080 | 0,4999116 | 0,4999150 | 0,4999184 | 0,4999216 | 0,4999247 |
| 3,8 | 0,4999276 | 0,4999305 | 0,4999333 | 0,4999359 | 0,4999385 | 0,4999409 | 0,4999433 | 0,4999456 | 0,4999478 | 0,4999499 |
| 3,9 | 0,4999519 | 0,4999539 | 0,4999557 | 0,4999575 | 0,4999593 | 0,4999609 | 0,4999625 | 0,4999641 | 0,4999655 | 0,4999670 |
| 4,0 | 0,4999683 | 0,4999696 | 0,4999709 | 0,4999721 | 0,4999733 | 0,4999744 | 0,4999755 | 0,4999765 | 0,4999775 | 0,4999784 |
| 4,1 | 0,4999793 | 0,4999802 | 0,4999811 | 0,4999819 | 0,4999826 | 0,4999834 | 0,4999841 | 0,4999848 | 0,4999854 | 0,4999861 |
| 4,2 | 0,4999867 | 0,4999872 | 0,4999878 | 0,4999883 | 0,4999888 | 0,4999893 | 0,4999898 | 0,4999902 | 0,4999907 | 0,4999911 |
| 4,3 | 0,4999915 | 0,4999918 | 0,4999922 | 0,4999925 | 0,4999929 | 0,4999932 | 0,4999935 | 0,4999938 | 0,4999941 | 0,4999943 |
| 4,4 | 0,4999946 | 0,4999948 | 0,4999951 | 0,4999953 | 0,4999955 | 0,4999957 | 0,4999959 | 0,4999961 | 0,4999963 | 0,4999964 |
| 4,5 | 0,4999966 | 0,4999968 | 0,4999969 | 0,4999971 | 0,4999972 | 0,4999973 | 0,4999974 | 0,4999976 | 0,4999977 | 0,4999978 |
| 5,0 | 0,4999997 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Таблица 4

Таблицы двоичных логарифмов целых чисел от 1 до 100

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | log2x | x | log2x | x | log2x |
| 1 | 0 | 36 | 5,169925 | 71 | 6,149747 |
| 2 | 1 | 37 | 5,209453 | 72 | 6,169925 |
| 3 | 1,584963 | 38 | 5,247928 | 73 | 6,189825 |
| 4 | 2 | 39 | 5,285402 | 74 | 6,209453 |
| 5 | 2,321928 | 40 | 5,321928 | 75 | 6,228819 |
| 6 | 2,584963 | 41 | 5,357552 | 76 | 6,247928 |
| 7 | 2,807355 | 42 | 5,392317 | 77 | 6,266787 |
| 8 | 3 | 43 | 5,426265 | 78 | 6,285402 |
| 9 | 3,169925 | 44 | 5,459432 | 79 | 6,303781 |
| 10 | 3,321928 | 45 | 5,491853 | 80 | 6,321928 |
| 11 | 3,459432 | 46 | 5,523562 | 81 | 6,33985 |
| 12 | 3,584963 | 47 | 5,554589 | 82 | 6,357552 |
| 13 | 3,70044 | 48 | 5,584963 | 83 | 6,375039 |
| 14 | 3,807355 | 49 | 5,61471 | 84 | 6,392317 |
| 15 | 3,906891 | 50 | 5,643856 | 85 | 6,409391 |
| 16 | 4 | 51 | 5,672425 | 86 | 6,426265 |
| 17 | 4,087463 | 52 | 5,70044 | 87 | 6,442943 |
| 18 | 4,169925 | 53 | 5,72792 | 88 | 6,459432 |
| 19 | 4,247928 | 54 | 5,754888 | 89 | 6,475733 |
| 20 | 4,321928 | 55 | 5,78136 | 90 | 6,491853 |
| 21 | 4,392317 | 56 | 5,807355 | 91 | 6,507795 |
| 22 | 4,459432 | 57 | 5,83289 | 92 | 6,523562 |
| 23 | 4,523562 | 58 | 5,857981 | 93 | 6,539159 |
| 24 | 4,584963 | 59 | 5,882643 | 94 | 6,554589 |
| 25 | 4,643856 | 60 | 5,906891 | 95 | 6,569856 |
| 26 | 4,70044 | 61 | 5,930737 | 96 | 6,584963 |
| 27 | 4,754888 | 62 | 5,954196 | 97 | 6,599913 |
| 28 | 4,807355 | 63 | 5,97728 | 98 | 6,61471 |
| 29 | 4,857981 | 64 | 6 | 99 | 6,629357 |
| 30 | 4,906891 | 65 | 6,022368 | 100 | 6,643856 |
| 31 | 4,954196 | 66 | 6,044394 |  |  |
| 32 | 5 | 67 | 6,066089 |  |  |
| 33 | 5,044394 | 68 | 6,087463 |  |  |
| 34 | 5,087463 | 69 | 6,108524 |  |  |
| 35 | 5,129283 | 70 | 6,129283 |  |  |

# Список использованной литературы

1. Ю.А.Наруш Методические указания по выполнению курсовой работы «Обоснование организации связи в районе чрезвычайной ситуации», Калининград, 2009
2. <http://www.ronl.ru/obshaya_psihologiya/11225.htm>
3. <http://www.pravo.by/pdf/2005-129/2005-129(087-113).pdf>
4. <http://vkmtuci.edu.mhost.ru/students/konsp12.htm>