МИНИСТЕСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ УССР

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА ЭНЕРГИИ И НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА МОРСКИХ И РЕЧНЫХ СУДАХ

Киев - 1981

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ УССР

"Утверждаю"
Зам. Министра
здравоохранения УССР
В.Н.Гирин

Одобрены
бюро президиума
Ученого медицинского
совета МЗ УССР
18.08.81.
протокол № 21
проф. С.А.Пятак

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА ЭНЕРГИИ И НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА МОРСКИХ И РЕЧНЫХ СУДАХ

Киев - 1981

Излагаются расчетные методы определения плотности потока энергии и напряженности электрической составляющей электромагнитного поля от радиолокаторов и радиостанций на судах, а также методика измерения внутренних и внешних электромагнитных полей.

Методические рекомендации разработаны в помощь санитарным врачам СЭС, осуществляющим предупредительный и текущий санитарный надзор за проектированием, строительством и эксплуатацией судов различного назначения, специалистам по охране труда и технике безопасности.

Методические рекомендации разработаны сотрудниками Киевского научно-исследовательского института общей и коммунальной гигиены им. А.Н.Марзеева канд. мед. наук, старшим научным сотрудником В.Я.Акименко, канд. техн. наук, доцентом П.А.Базарновым. В разработке принимали участие м.н.с. Скляренко В.Г., аспирант Е.А.Соленый.

Ответственный за выпуск – директор Киевского научно-исследовательского института общей и коммунальной гигиены им. А.Н.Марзеева заслуженный деятель науки УССР, член-корреспондент АМНСССР, профессор ШАНДАЛА М.Г.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. На современных морских судах для целей радио и радиотелефонной связи используются радиоустройства, работающие на средних, коротких и ультракоротких волнах. Радионавигация осуществляется с помощью радиолокаторов /РЛ/, работающих в диапазоне сверхвысоких частот /СВЧ/. На судах, таким образом, возможно формирование одновременно многочастотного электромагнитного поля /ЭМП/.

I.2. Создаваемые излучающими устройствами ЭМП могут быть как в закрытых помещениях - внутреннее поле, так и над открытыми палубами - внешнее поле.

Внешнее ЭМП создается неподвижными антеннами радиопередающих устройств /РПУ/ и вращающимися антеннами РЛ, расположенными над открытыми палубами.

Внутреннее ЭМП создается паразитными излучениями, возникающими в результате нарушения экранировки высокочастотных элементов излучающих устройств, таких, как генераторов, фидерных линий, антенных переключателей.

I.3. Как внутренние, так и внешние ЭМП при определенных условиях /уровень, длительность экспозиции, частота и др./ могут оказывать неблагоприятное воздействие на здоровье человека.

I.4. Облучение персонала судна электромагнитной энергией /ЭМЭ/ внешних полей возможно одновременно или последовательно как в прерывистом режиме при работе РЛ, так и непрерывно при излучении РПУ. Облучение ЭМЭ внутренних полей возможно только в непрерывном режиме.

I.5. Указанные особенности электромагнитной ситуации на судах, а также различный характер трудовой деятельности экипажа в условиях весьма широкого перепада температуры воздуха определяют необходимость разработки специальных нормативов, максимально приближенных к судовым условиям.

I.6. В первом приближении гигиеническую оценку облучаемости экипажа ЭМЗ внутренних и внешних ЭМП можно осуществить, используя нормативные документы ГОСТ I2.I.006-76 " Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности" и "Санитарные нормы и правила размещения радио, телевизионных и радиолокационных станций № 1823-78, Москва, 1978". Для этого необходимо иметь следующие данные.

I.6.I. Распределение в пределах судна интенсивности ЭМП для каждого частотного диапазона.

I.6.2. Предельно допустимый уровень /гигиеническую норму/ интенсивности ЭМП для судовых условий.

I.6.3. Результаты гигиенической оценки распределения интенсивности ЭМП, полученные из сравнения его с гигиенической нормой, по формуле

$$\sqrt{\left(\frac{E_1}{N_1}\right)^2+\left(\frac{E_2}{N_2}\right)^2+\cdots\cdots+\left(\frac{E_n}{N_n}\right)^2}\leq 1$$

где E_n -измеренные значения напряженности электрической составляющей ЭМП n источника,

N_n - гигиенические нормативы в соответствующем диапазоне частот.

Если левая часть выражения превышает единицу, то суммарный уровень облучения электромагнитной энергии выше допустимого. Последнее определяет необходимость принятия мер по снижению уровня ЭМП или применения средств защиты людей от облучения.

I.7. Уровень интенсивности ЭМП в диапазонах средних , коротких и

ультракоротких волн оценивается напряженностью его электрической составляющей. Основной единицей измерения является $\frac{\text{Вольт}}{\text{метр}}$

В диапазоне СВЧ интенсивность ЭМП оценивается плотностью потока энергии /ППЭ/. Для измерения ППЭ используется либо основная единица $\frac{\text{Ватт}}{\text{метр}^2}$ $/\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}/$ либо производная $\frac{\text{МикроВатт}}{\text{сантиметр2}}$ $/\frac{\text{МкВт}}{\text{см}^2}/$

Напряженность электрической составляющей и ППЭ ЭМП связаны между собой следующей формулой

$$E, \frac{в}{м} = 194 \sqrt{ППЭ, \frac{мкВт}{см^2}}$$

I.8. Нормативный уровень интенсивности ЭМП установлен для двух категорий людей: профессионально связанных и профессионально не связанных с ЭМП. Применительно к судовым условиям к первой категории относятся радисты, мастера по ремонту радиоаппаратуры и лица, работающие на РЛ. Облучение их возможно внутренними ЭМП в непрерывном режиме. Гигиеническая оценка уровня облучаемости этих лиц осуществляется на основе ГОСТа I2.I.006-75, которым установлено, что допустимая напряженность ЭМП по электрической составляющей в диапазоне средних, высоких, ультравысоких частот и ППЭ в диапазоне сверхвысоких частот в непрерывном режиме облучения на рабочих местах не должна превышать в течение рабочего дня

50, В/м для частот от 60 кГц до 3 мГц
20, В/м -"-от 3 мГц до 30 мГц
I0, В/м -"-от 30 мГц до 50 мГц
5, В/м -"-от 50 мГц до 300 мГц
$I0\frac{\text{мкВт}}{\text{см}^2}$ -"-от 300 мГц до 300 ГГц

Остальные члены экипажа и другие контингенты людей, находящиеся на судах, относятся к категории профессионально не связанных с ЭМП. Находясь на открытых палубах они подвергаются облучению ЭМЭ внешних ЭМП. Облучение возможно в прерывистом режиме во время работы

РЛ и непрерывном - при излучении РПУ.

При гигиенической оценке уровня облучаемости их можно отнести к населению с распространением на них санитарных норм и правил СНП № 1823-78. По нормативам коммунальной гигиены установлены следующие предельно допустимые уровни при круглосуточном облучении

10, В/м для частот от 300 кГц до 3 мГц

4, В/м для частот от 3 мГц до 30 мГц

2, В/м -"- от 30 мГц до 300 мГц

5, $\frac{мкВт}{см^2}$ -"- от 300 мГц до 300 ГГц для вращающейся антенны источника излучения /прерывистый режим/.

I.9. РПУ в соответствующем частотном диапазоне работают в весьма широкой полосе частот. Каждой рабочей частоте соответствует определенная величина излучаемой мощности.

Каждый РЛ имеет также несколько значений излучаемой средней мощности.

Поэтому гигиеническая оценка ЭМП на судах должна производиться в режимах наибольшей излучаемой средней мощности каждого излучающего устройства.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА СУДОВЫХ РЛ И СОЗДАВАЕМОГО ИМИ ЭМП.

2.1. На морских и речных судах используются несколько типов РЛ. Основными техническими параметрами РЛ, определяющими величину ППЭ, являются: излучаемая импульсная мощность, направленность антенны, частота повторения и длительность импульсов. На распределение ППЭ существенное влияние оказывает также высота антенны над палубами. Технические параметры некоторых судовых РЛ приведены в таблице П-I приложения.

2.2. Одной из особенностей судовых РЛ является наличие нескольких фиксированных частот посылок импульсов при соответствующих значениях их длительности. Эти параметры совместно с импульсной мощностью определяют величину излучаемой средней мощности. Каждый судовой РЛ имеет одно значение импульсной мощности и несколько значений излучаемой средней мощности. Наибольшая величина последней получается при наименьшей частоте посылок импульсов и наибольшей их длительности /при пеленгации удаленных объектов/.

2.3. Сосредоточенность излучающих устройств и людей на ограниченной площади открытых палуб определяет необходимость оценки уровня ЭМП как в зоне дальнего, так и ближнего излучаемого поля. Граница между этими зонами находится от антенны на растоянии R, определяемом следующим равенством.

$$R = \frac{2L^2}{\lambda} ,$$

где L - наибольший размер антенны, м;

λ - длина волны, м.

Распределение ЭМП в дальней зоне определяется направленностью излучения антенны в форме ее диаграммы направленности /ДН/, равной

$$F^2(\vartheta,\varphi) = \frac{\Pi(\vartheta,\varphi)}{\Pi_м} ,$$

где ϑ, φ - углы в вертикальной и горизонтальной плоскостях;

$П(\vartheta,\varphi)$ – плотность потока энергии в направлении углов ϑ, φ;

$П_м$ – значение ППЭ в направлении максимального излучения.

В зоне ближнего излучаемого поля интерференция волн сглаживается, направленность излучения антенны выражена слабее. В этом случае

$$F^2(\vartheta,\varphi) = \frac{П(\vartheta,\varphi)}{П_м} \cdot B_\vartheta \cdot B_\varphi ,$$

где B_ϑ, B_φ – коэффициенты в вертикальной и горизонтальной плоскостях соответственно.

Коэффициенты B_ϑ и B_φ характеризуют степень уменьшения направленности антенны. Их величины зависят от расстояния до антенны. Чем ближе к антенне, тем величина коэффициентов меньше.

2.4. Направленность излучения антенны РЛ в вертикальной плоскости сравнительно слабая, а максимальное излучение некоторых РЛ направлено ниже горизонта на некоторый угол ε_0. Поэтому часть излученной энергии падает на поверхность палубы. Вследствие этого распределение ЭМП над открытыми палубами определяется взаимодействием /интерференцией/ волн прямой и отраженной от палубы. Диаграмма направленности антенны в вертикальной плоскости в этом случае имеет многолепестковый характер /рис.2.1./.

2.5. Судовые РЛ являются РЛ кругового обзора. Поэтому режим облучения на открытых палубах оказывается прерывистым. Суммарное время воздействия ЭМП в дальней зоне определяется по формуле

$$t_{возд.} = \frac{2\Psi_{0,5}\, t}{360} ,$$

где $2\Psi_{0,5}$ – ширина характеристики направленности антенны в горизонтальной плоскости по половинному значению мощности, градусы;

t – общее время работы РЛ, минуты.

В зоне ближнего излучаемого поля из-за расширения диаграммы направленности антенны в горизонтальной плоскости время воздействия

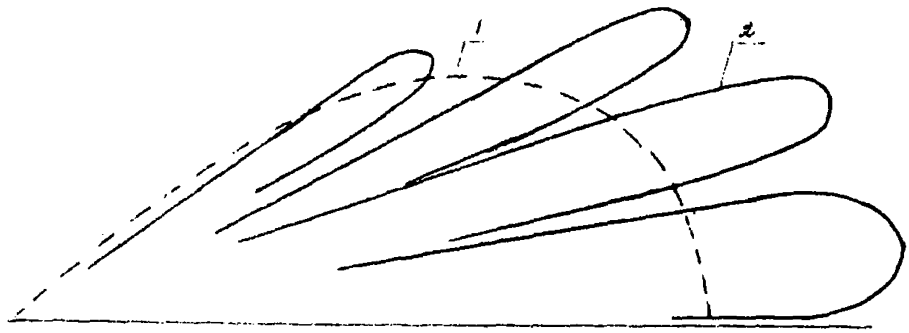


рис. 2.I. ДН антенны РЛ в вертикальной плоскости

I. без учета отражения от палубы
2. с учетом отражения

ЭМП увеличивается на величину коэффициента B_φ в горизонтальной плоскости и определяется по формуле

$$t_{возд} = \frac{2\varphi_{0,5} \cdot t}{360 \cdot B_\varphi}$$

3. МЕТОДИКА РАСЧЕТА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ППЭ НАД ОТКРЫТЫМИ ПАЛУБАМИ СУДОВ.

3.1. Для гигиенической оценки ЭМП необходимо знать распределение ППЭ в зависимости от расстояния в вертикальной плоскости в направлении максимального излучения в горизонтальной плоскости. Для этой цели на судах целесообразно использовать специальную характеристику - радиальную диаграмму излучения /РДИ/.

РДИ характеризует распределение ППЭ вдоль расстояния в максимуме диаграммы направленности антенны в горизонтальной плоскости при различных превышениях антенны РЛ над точкой облучения. Она удобна для прогнозирования распределения ППЭ над открытыми палубами проектируемых судов, а также при установке новых радиолокаторов на эксплуатируемые суда.

3.2. РДИ рассчитывается для наибольших значений излучаемой средней мощности каждого типа РЛ и по возможности проверяется инструментальными измерениями распределения ППЭ.

3.3. Поскольку ближняя граница дальней зоны удалена от антенны на сотни метров, то расчет распределения ППЭ ЭМП в форме РДИ осуществляется в зоне ближнего излучаемого поля, т.е. для расстояний r меньших значения $\frac{2L^2}{\lambda}$. Для этой цели с достаточной точностью может быть использована следующая формула

$$\Pi(r) = \frac{\Pi_u}{r^2} F^2(\theta) \cdot \varphi \cdot B_\varphi ,$$

где Π_0 – постоянное значение ППЭ;

$F^*(\vartheta)$ – нормированная ДН в вертикальной плоскости;

φ – интерференционный множитель;

ϑ – угол в вертикальной плоскости между направлением максимального излучения и направлением на точку облучения;

r – расстояние от антенны до точки облучения.

3.3.1. Величина Π_0 определяется техническими параметрами РЛ и рассчитывается по формуле

$$\Pi_0 = \frac{P \cdot G \cdot F \cdot \tau}{4\pi} ,$$

где P – импульсная мощность излучения;

G – коэффициент усиления антенны;

F, τ – частота повторения и длительность импульсов.

3.3.2. Угол ϑ в общем случае является разностью двух углов /рис.3.1./: угла Δ, определяющего превышение центра антенны над точкой облучения и угла места установки антенны ε_0. Установка антенны судовых РЛ осуществляется в двух вариантах: либо максимум излучения совпадает с горизонтом /в этом случае $\vartheta = \Delta$/, либо он направлен ниже горизонта на угол ε_0, тогда $\vartheta = \Delta - \varepsilon_0$.

Угол $\Delta = arctg \frac{z}{r}$,

где $z = h - H$ – превышение центра антенны над точкой облучения, $м$;

H – высота точки облучения, м;

h – высота центра антенны, м;

r – горизонтальная дальность от антенны до точки облучения.

3.3.3. Антенна судового РЛ, как правило, устанавливается на палубе наиболее высокой надстройки /на пеленгаторной палубе/. Надстройка образует уступ, обращенный в сторону открытых палуб. В этом случае превышение антенны над точкой облучения слагается из высоты антенны над пеленгаторной палубой h_1 и высоты уступа над открытой палубой /рис.3.2./ h_2.

3.3.4. Нормированная ДН антенны в вертикальной плоскости для расчета РДИ аппроксимируется по известной ее ширине $2\theta_{0.5}$. Наиболее подходящей аппроксимацией главного лепестка и огибающей первых боковых лепестков является кривая Гаусса.
Рассчитанные значения ДН приведены в таблице П.2 приложения в виде нормированной зависимости. $F^2(\theta/\theta_{0.5})$.

3.3.5. Значения интерференционного множителя по мощности определены на основе экспериментальных результатов измерения на ЭМП на судах. Для пассажирских судов, открытая палуба которых относительно ровная, он равен 2,7÷3,0. В случае палуб с большим числом неровностей /грузовые суда/ величина интерференционного множителя равна I,2÷I,3.

3.3.6. Значения коэффициента B_φ для косинусоидального амплитудного распределения вдоль горизонтального размера антенны представлены графически на рис. П.I приложения.

3.4. Расчет РДИ удобно вести с помощью специального формуляра. Образец формуляра и пример расчета РДИ РЛ "Дон" приведены на рис.3.3. Полученные результаты расчета ППЭ $\Pi(z)$, $\frac{\text{мкВт}}{\text{см}^2}$ оформляются в виде графика. Так, рассчитанная РДИ РЛ "Дон" представлена на рис. 3.4.

3.5. Для расчета величины ППЭ в облучаемой точке по РДИ необходимо на судне или по его чертежам определить превышение антенны z и удаление облучаемой точки от антенны z.

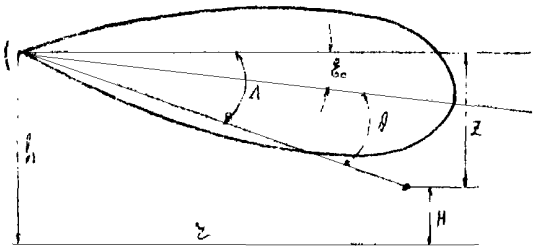


рис. 3.1 Обозначения к расчету ПЭ ЭМП.

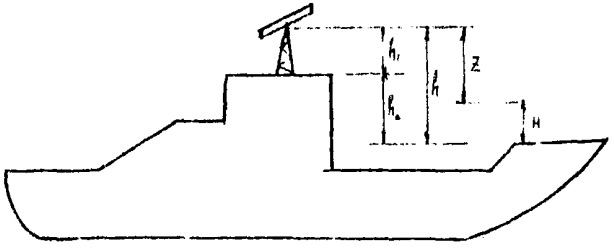


рис. 3.2 Определение превышения антенны над точкой облучения.

Исходные данные : $P = 85$ кВт, $G = 1200$, $F = 3200$ Гц, $\tau = 0{,}1$ мкс, $2\theta_{0,5} = 20°$,
$\lambda = 0{,}032$ м, $L = 2{,}4$ м, $\varphi = 1{,}3$, $H = 1{,}5$ м, $\xi_м = 0$.

Расчетные параметры: $R = \frac{2L^2}{\lambda} = \frac{2 \cdot 2{,}4^2}{0{,}032} = 360$ м

$$C = \frac{P_{кВт} \cdot G \cdot F_{Гц} \cdot \tau_{мкс} \cdot \varphi \cdot 10^3}{4\pi} = \frac{85 \cdot 1200 \cdot 3200 \cdot 0{,}1 \cdot 1{,}3 \cdot 10^3}{12{,}56} = 3{,}4 \cdot 10^9 \text{ мкс Вт}$$

r, м	r^2, м^2	$\frac{r}{R}$	Σ_φ	$\Xi = 8$ м						$z =$
				$\frac{\Xi}{r}$	$\Delta = \operatorname{arctg}\frac{\Xi}{r}$	$\vartheta = \Delta - \xi_м$	$\vartheta/\vartheta_{0,5}$	$F^2(\vartheta/\vartheta_{0,5})$	$\Pi(r) = \frac{C \cdot \xi_м \cdot F^2(\vartheta/\vartheta_{0,5})}{r^2 \cdot 10^4}$ мкВт/см^2	
5	25	0,014	0,07	1,6	49	49	4,9			
10	100	0,0278	0,14	0,8	39	39	3,9	$5{,}3 \cdot 10^{-5}$	7,0	
15	225	0,0416	0,22	0,53	28	28	2,8	$5{,}25 \cdot 10^{-3}$	9,5	
20	400	0,056	0,25							
25	625	0,069								
30	900									
35										
40										

Рис. 3.3. Образец формуляра для расчета РДМ.

Пример расчета РДМ РЛ "Дон"

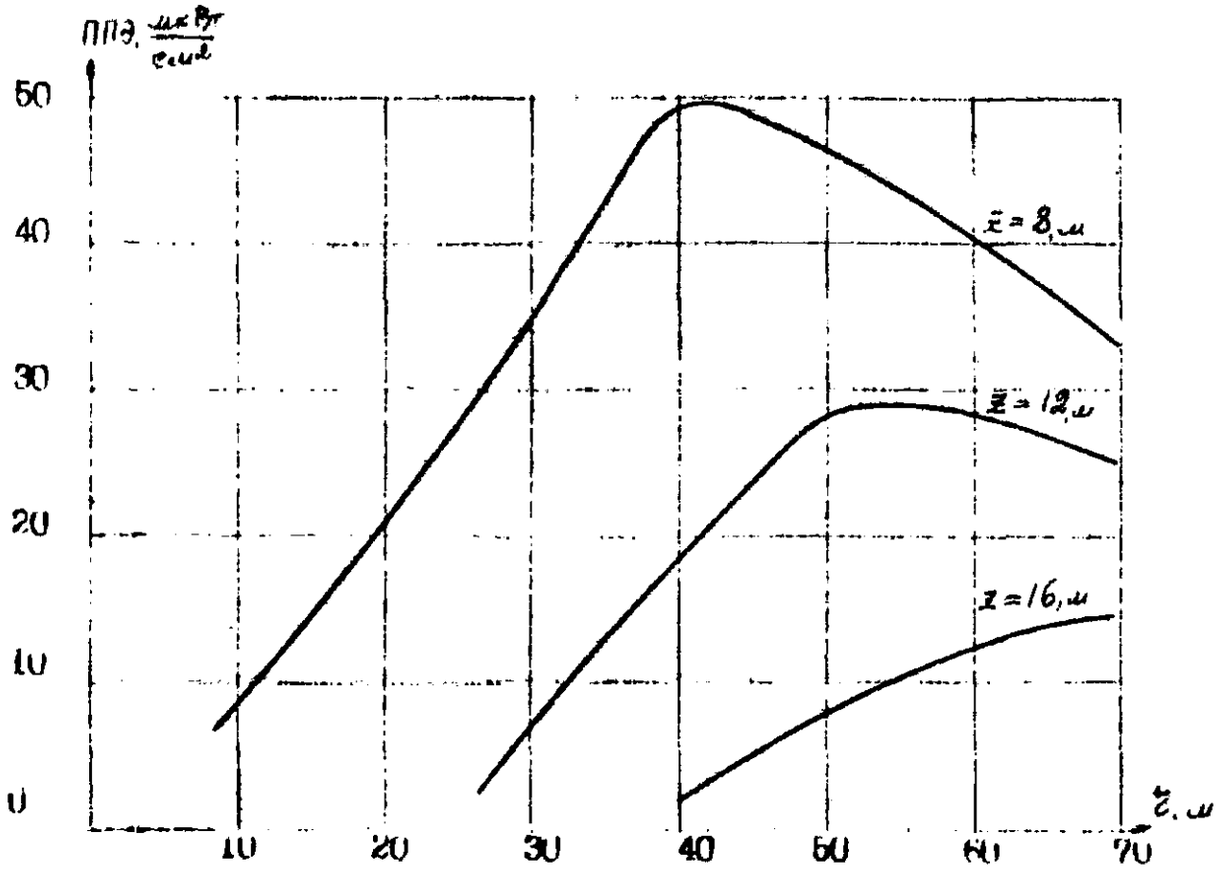


рис.3.4 РДИ рл "Дон"

Например: определили $r' = 12$м, $r = 30$м. Из РДИ находим ППЭ $П = 7{,}5 \frac{мкВт}{см^2}$

С помощью РДИ можно также определить высоту расположения антенны над открытой палубой, при которой уровень ППЭ ЭМП в пределах всей палубы не будет превышать нормативный. Например: допустимый уровень ППЭ равен 5 $\frac{мкВт}{см^2}$. Из РДИ определяем, что превышение антенны над облучаемой точкой на расстоянии, например $r' = 28$м должно быть не менее 12 метров. Следовательно, высота антенны $h = r + H$ при допущении, что высота облучаемой точки над палубой H равна 2 м, должна быть не менее 14 метров.

4. ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДОВЫХ РАДИОПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ И СОЗДАВАЕМОГО ИМИ ЭМП.

4.1. Величина излучаемой мощности современных судовых РПУ составляет: в диапазонах СЧ и ВЧ от 0,025 до 1,5 кВт, в диапазоне УВЧ от 0,001 до 0,025 кВт.

4.2. В диапазонах средних и коротких волн используются вертикальные проволочные антенны с горизонтальной частью /Г и Т-образные антенны/ и без горизонтальной части /штыревые антенны/. При этом Г и Т-образные антенны, как правило, имеют вертикальную часть в виде одного провода, а горизонтальную – от одного до нескольких параллельных проводов, расположенных либо в одной плоскости /плоская горизонтальная часть/, либо по образующей цилиндра /цилиндрическая горизонтальная часть/. В диапазоне УКВ антенной является вертикальный полуволновой вибратор.

4.3. Геометрические размеры антенны значительно меньше длины волны /СЧ и ВЧ/ или соизмеримы с ней /УКВ/. Открытые палубы судов находятся в зонах индуктивного ЭМП средних и коротких волн и в зоне излучаемого поля диапазона УКВ.

4.4. Оценка напряженности электрической составляющей ЭМП в зоне индукции для малых превышений основания вертикальной части антенны над точкой облучения /реальные условия для большинства судов/ производится по следующей формуле

$$E = \frac{C}{z}\sqrt{\left(1-\frac{z^2}{z^2}\right)\cdot\left[1-\frac{\lambda^2}{39{,}5z^2}+\left(\frac{\lambda^2}{39{,}5z^2}\right)^2\right]}$$

где E – напряженность электрической составляющей ЭМП, $В/м$,

C – расчетный параметр;

z – превышение основания вертикальной части антенны над облучаемой точкой, м;

Z — расстояние от основания антенны до точки облучения, м;

λ — длина волны, м,

4.4.I. Оценка напряженности электрической составляющей ЭМП в случае использования штыревой антенны.

Расчетный параметр равен

$$C = \frac{188\,l}{\lambda}\sqrt{\frac{P\cdot\eta}{R_{\varepsilon_n}}},$$

где l — геометрическая длина антенны, м;

η — коэффициент полезного действия антенно-фидерного устройства. В диапазоне коротких волн $\eta = 0,9$ в диапазоне средних волн $\eta = 0,8$;

P — мощность передатчика, Вт;

R_{ε_n} — сопротивление излучения антенны в пучности тока, Ом;

Величина сопротивления приведена в таблице П.3 приложения.

В качестве примера в таблице 4.I. приведены расчетные значения напряженности электрического поля в зависимости от расстояния Z и превышения антенны Ξ над точкой облучения для частоты $f = 10$ мГц, при которой мощность передатчика является максимальной.

Таблица 4.I.

Значения напряженности электрического поля (В/м) в зависимости от расстояния и превышения антенны над точкой облучения при номинальной мощности передатчика I500 Вт

Ξ, метры	Z, метры				
	0	I	2	3	4
I	2	3	4	5	6
8	87,5	86,5	84,0	82,0	75,6
I2	6I,5	6I,4	6I,0	59,6	58,0

Продолжение Табл.4.1.

1	2	3	4	5	6
16	47,8	47,8	47,6	46,0	45,0
20	38,5	38,5	38,5	38,0	37,0
24	32,4	32,4	32,4	32,4	32,0

4.4.2. Оценка напряженности электрической составляющей ЭМП в случае использования Г-образной антенны.

Расчетный параметр равен

$$C = \frac{188\, l_э}{\lambda} \sqrt{\frac{P \cdot \eta}{R_{En}}},$$

где

$l_э = l + b_э$ - эквивалентная длина антенны, м;

l - геометрическая длина снижения антенны, м;

$b_э = \frac{\lambda}{6,3} \operatorname{arcctg}\left[\frac{\rho_г}{\rho_в} \operatorname{ctg}\left(360\frac{b}{\lambda}\right)\right]$ - эквивалентная длина горизонтальной части антенны, м;

b - геометрическая длина горизонтальной части антенны, м;

$\rho_г, \rho_в$ - волновые сопротивления соответственно горизонтальной и вертикальной частей антенны, Ом; их значения приведены в таблице П.4. - П.6 приложения;

η - коэффициент полезного действия антенно-фидерного устройства. В диапазоне коротких волн $\eta = 0,9$; в диапазоне средних волн $\eta = 0,8$.

Величины R_{En} для соответствующих значений l/λ и $b_э/\lambda$ приведены в таблице П.3 приложения.

В качестве примера в таблице 4.2. представлены расчетные значения электрического поля в зависимости от расстояния r и превышения антенны z над точкой облучения для частоты f = 3 мГц, при которой мощность передатчика является

максимальной. Геометрические размеры антенны $\ell = 10$ м., $b = 10$ м. Волновые сопротивления $\rho_\ell = 240$ ом, $\rho_b = 420$ ом.

Таблица 4.2.

Значения напряженности электрического поля ($В/м$) в зависимости от расстояния и превышения антенны над точкой облучения при номинальной мощности передатчика 1000 Вт.

z, метры	Σ метры				
	0	1	2	3	4
8	111,0	110,0	107,0	103,0	96,0
12	31,8	31,4	31,0	30,5	30,0
16	15,3	15,2	15,1	15,0	14,8
20	9,7	9,7	9,7	9,6	9,5
24	7,8	7,8	7,8	7,8	7,7

4,4.3. Оценка напряженности электрической составляющей ЭМП в диапазоне УКВ.

Оценка производится по формуле

$$E = \frac{6}{z}\sqrt{1,3P\left(1-\frac{\Sigma^2}{z^2}\right)}$$

В качестве примера в таблице 4.3. приведены расчетные значения электрического поля в зависимости от расстояния z и превышения Σ над точкой облучения для мощности передатчика $P=20$ б.

Таблица 4.3.

Значения напряженности электрической составляющей ЭИП /В/м/ в диапазоне УКВ в зависимости от расстояния и превышения антенны при номинальной мощности 20 Вт.

Z, метры	Z, метры				
	0	I	2	3	4
8	3,8	3,76	3,7	3,54	3,3
I2	2,54	2,53	2,5	2,46	2,4
I6	I,9I	I,9I	I,9	I,86	I,82
20	I,53	I,53	I,53	I,52	I,5
24	I,27	I,27	I,27	I,26	I,25

5. ИЗМЕРЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ЭМП.

5.1. Инструментальные измерения на открытых палубах производятся с целью уточнения и проверки расчетных распределений ЭМП в реальных условиях, когда в результате многократных отражений электромагнитной энергии от архитектурных и других металлических конструкций распределение ЭМП может существенно отличаться от расчетного.

Измерения внутренних ЭМП осуществляется с целью обнаружения источников паразитного излучения.

5.2. Измерения ППЭ ЭМП в диапазоне СВЧ производятся приборами ПО-1, ПЗ-9 или ПЗ-13, а напряженность электрической составляющей ЭМП в диапазонах средних, высоких и ультравысоких частот-приборами ИЭМП-1 или ПЗ-2. Порядок работы на приборах указан в инструкциях по их эксплуатации.

5.3. Группа, выполняющая измерения в порядке санитарного надзора, включает радиоинженера, техника и санитарного врача. Радиоинженер работает на источнике излучения. Санитарный врач и техник производят измерения. Связь между членами группы осуществляется по радио, или с помощью штатной громкоговорящей системы.

5.4. Измерения производятся во время стоянки судна на рейде, у стенки или в ходовых условиях. При этом целью предотвращения возможных ошибок при измерении рядом с судном не должны находиться другие суда, плавучие краны, береговые сооружения, от которых возможны отражения электромагнитной энергии.

5.5. Измерения напряженности электрической составляющей и ППЭ внешнего ЭМП производятся в отдельных местах открытых палуб. Выбор места измерения обуславливается типом судна и радиопередатчиков. Конкретные точки измерения определяет радиоинженер, исходя из расположения антенн излучающих устройств, их технических харак-

теристик, а также возможности и продолжительности пребывания людей в зонах облучения.

Измерение внутренних ЭМП осуществляется на рабочих местах радиооператора и штурмана, а также вдоль фидерного тракта, антенного переключателя, вокруг генераторного шкафа, в оконном проеме /иллюминаторе/.

При измерении внутренних ЭМП необходимо помнить, что паразитные излучения могут иметь различную поляризацию. Поэтому, измеряя ЭМЭ, приемную антенну измерительного прибора следует ориентировать поочередно на прием горизонтально и вертикально поляризованных излучений.

5.6. В каждой контрольной точке измерения ЭМП производятся поочередно от всех находящихся на судне источников излучения. При этом от каждого источника делается не менее трех замеров. Результатом является среднее арифметическое значение из трех величин. Результаты измерений оформляются протоколом и подвергаются гигиенической оценке в соответствии с пунктом I.6. Форма протокола записи результатов измерения приведены в приложении.

5.7. Измерение ЭМЭ начинается на малых расстояниях от антенны РЛ. Сначала при работающей антенне в режиме наибольшей излучаемой средней мощности по всплеску стрелки индикатора измерительного прибора обнаруживается наличие ЭМП в данной точке. Затем антенна РЛ вручную направляется на точку измерения и в течение всего процесса измерения в данной точке остается неподвижной. При этом для предотвращения выгорания индикаторной трубки РЛ яркость свечения развертки должна быть значительно уменьшена.

Приемная антенна измерительного прибора на уровне роста человека незначительными перемещениями в вертикальной и горизонтальной плоскостях, а также вращением вокруг продольной и поперечной ее

осей ориентируются на максимальное отклонение стрелки индикатора. Это показание записывается в протокол.

Дальнейшую обработку полученных данных /"баланс измерения", "отсчет"/ целесообразно производить в закрытых помещениях, воспроизводя полученные при измерении показания ручками начальный баланс "Точно". Измерения ППЭ на судне в полном объеме производить весьма сложно из-за трудности сохранения передающей и приемной антенн в фиксированном /неподвижном/ положении.

5.8. Измерение напряженности ЭМП в диапазонах СЧ и ВЧ осуществляется в момент замкнутого телеграфного ключа. РПУ в это время должно работать на штатную антенну.

При измерении напряженности внешнего ЭМП приемная антенна измерительного прибора располагается примерно в точке, в которой производились измерения ППЭ. Вращением приемной антенны вокруг ручки и малым ее перемещением в горизонтальной и вертикальной плоскостях находят положение максимального показания индикатора прибора, которое записывается в протокол. Перевод показаний индикатора в "В/м" по градуировочным кривым осуществляется в лаборатории.

6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЗАЩИТЕ ПЕРСОНАЛА СУДНА ОТ ОБЛУЧЕНИЙ.

6.1. Под защитой понимаются любые мероприятия, направленные на снижение воздействия ЭМП судовых излучателей. Все средства и методы защиты можно разделить условно на три группы: организационные, инженерно-технические /конструктивные/ и лечебно-профилактические.

6.2. Конструктивные методы и средства направлены на прямое снижение интенсивности ЭМП до допустимого уровня в местах нахождения людей и поэтому являются основными. Наиболее полную реализацию конструктивных методов и средств можно осуществить на стадии проектирования судна. При этом комплексно решаются две задачи: защита людей от возможного облучения и обеспечения оптимальных эксплуатационных характеристик судовых излучающих устройств.

К возможным конструктивным средствам снижения уровня внутреннего и внешнего ЭМП относятся:

6.2.1. Рациональное взаимное расположение антенн и судовых надстроек.

6.2.2. Надежная экранировка генераторов и элементов фидерного тракта от генераторов до входа антенны.

6.2.3. Установка антенн на достаточно большой высоте или увеличение их направленности излучения в вертикальной плоскости.

6.2.4. Подъем максимума излучения антенны РЛ над горизонтом.

6.2.5. Применение защитных экранов.

6.3. Организационные мероприятия защиты от облучения направлены на такую организацию работы и отдыха, при которой удается снизить до минимума время нахождения людей под облучением и предотвратить их попадание в зоны с высокой напряженностью ЭМП. К организационным мероприятиям относятся:

6.3.1. Запрещение пребывания людей на пеленгаторной палубе во время

работы излучающих устройств.

6.3.2. Ограничение до минимума времени работы излучающих устройств на максимальных мощностях. Например, РЛ речных судов могут обеспечивать навигацию при работе на малой излучаемой средней мощности.

6.4. Лечебно-профилактические мероприятия направлены на повышение сопротивляемости организма к воздействию ЭМП и лечение.

Приложение

Таблица П.I.

Технические параметры судовых РЛ

Параметры	Тип РЛ							
	"Дон"	"Донец – 2"	Океан – М		"Миус"	Тесла РР-3	Омега	Декка
			3-х см	IO-ти см				
Излучаемая импульсная мощность, кВт	85	I3	85	85	7	20	4,5	3
длина волны, см	3,2	3,2	3,2	I0,7	3,2		3,2	3,2
Частота посылок импульсов, Гц	3200	3400	3I00	3400	3I00	3000	3000	3400
	I600	I700	2000	I700	2000	I000	2000	I700
	800		850	850				
			425	425				
Длительность импульсов, мкс	0,I	0,I	0,I	0,II	0,I	0,04	0,I	0,05
	0,5	0,5	0,3	0,2	0,3	0,12	0,3	0,25
	I,0		0,5	0,4				0,75
			0,8	0,8				
Коэффициент усиления антенны	I200	I200	I200	I200	I200	I000	800	I000
Ширина диаграммы направленности по половинному значению мощности:								
в вертикальной плоскости, градусы	20	20	20	20	25	26	I5	20
в горизонтальной плоскости, градусы	I,I	I,4	0,8	2,5	I,0	0,8-I,2	I,9	I,2
наибольший размер антенны, метры	2,4	I,6			2,3	I,8	I,30	I,8
скорость вращения антенны, об/мин						24	30 и 60	28
Наклон максимума диаграммы направленности, градусы								

Таблица П.2.

Аппроксимирующие нормированные значения ДН $F^2(\theta/\theta_{0.5})$

$\theta/\theta_{0.5}$	$F^2(\theta/\theta_{0.5})$	$\theta/\theta_{0.5}$	$F^2(\theta/\theta_{0.5})$
0	I,0	I,8	0,II
0,25	0,96	2,0	$6,3\cdot10^{-2}$
0,5	0,84	2,25	$3,05\cdot10^{-2}$
0,7	0,72	2,5	$I,32\cdot10^{-2}$
I,0	0,5	2,75	$5,27\cdot10^{-3}$
I,I	0,44	3,0	$2,0\cdot10^{-3}$
I,2	0,37	3,25	$6,5\cdot10^{-4}$
I,4	0,26	3,5	$2,I\cdot10^{-4}$
,6	0,I7		

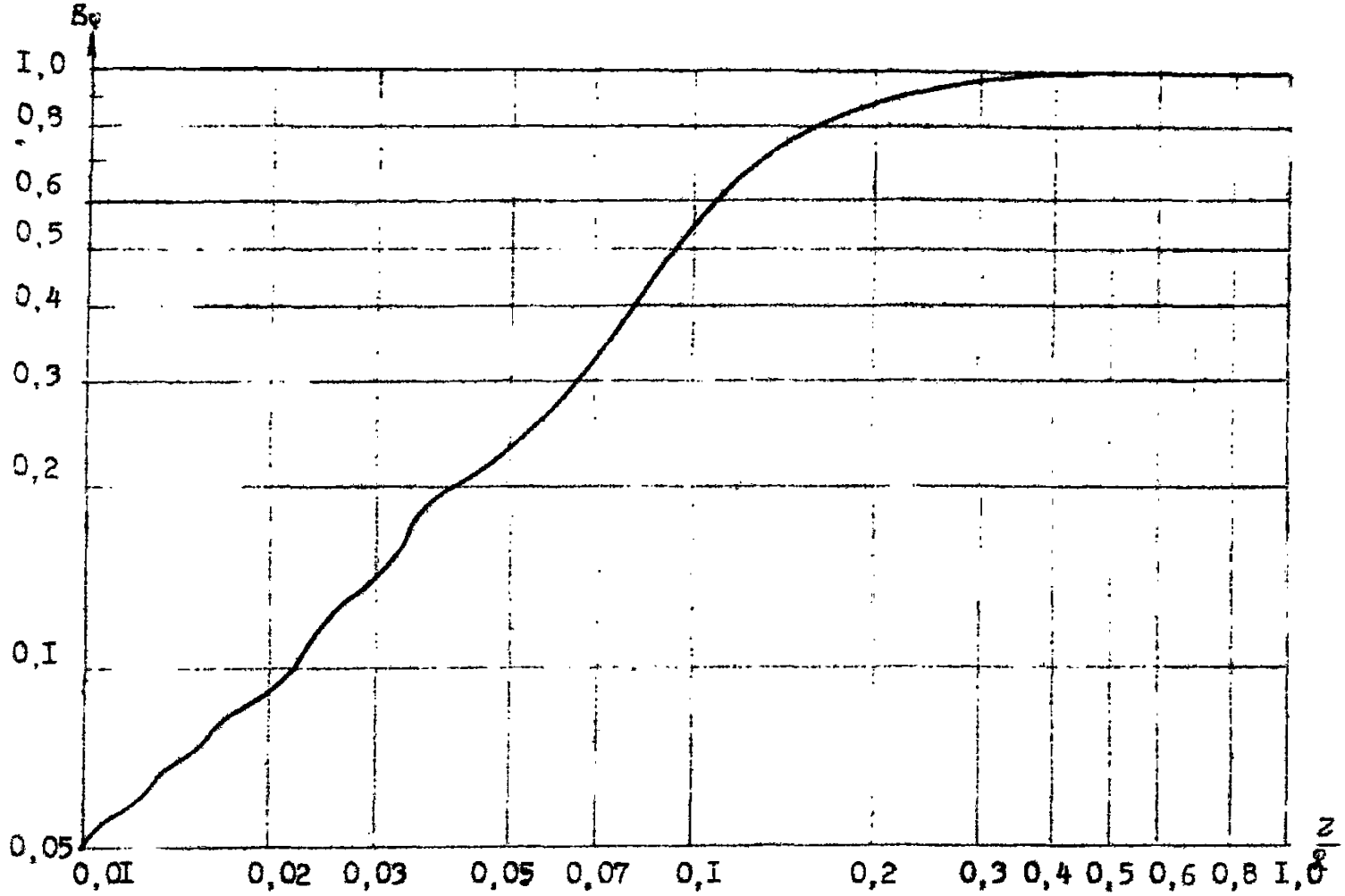


рис. II.I. Зависимость коэфициента $B\varphi$
от приведенного расстояния.

Таблица П.3.

Величина сопротивления излучения в пучности тока вертикальной антенны в зависимости от высоты антенны

h/λ	Ненагруженная антенна /штыревая антенна/	Нагруженная антенна при h_0/λ								
		0,028	0,0555	0,083	0,II2	0,I4	0,I68	0,I96	0,222	0,25
0,05	0,I6	0,29	0.96	I,58	2,26	2,87	3,4	3,8	3,9	5,7
0,I	I,5	3,4	5,7	8,2	I0,7	I2,3	I3,3	I5,9	I4,5	I3,4
0,I5	6;5	II,4	I6,9	22,I	26,6	29,6	3I,0	30,6	28,3	24,7
0,2	I9,I	26,9	35,2	42,4	47,5	49,8	49,3	45,9	39,8	32,1
0,25	36,6	48,2	58,2	65,3	68,8	68,0	62,4	55,0	44,2	32,2
0,3	59,9	7I,9	80,8	84,8	83,6	77,9	67,5	54,4	39,7	25,5
0,35	84,3	92,9	97,3	95,7	88,7	77,0	6I,7	45,2	29,0	I5,4
0,4	I00,3	I04,I	I0I,8	93,5	80,8	64,4	49,7	30,I	I0,I	6,7
0,45	I05,I	I0I,8	93,2	79,6	63,4	46,4	36,2	I6,2	9,I	6,4
0,5	99,5	90,I	80,0	6I,2	45,5	3I,I	20,I	I3,5	I2,4	I6,8

Таблица П.4.

Значения волнового сопротивления плоской горизонтальной части b_1 антенны

n	d, см	a, мм	h, метры			
			6	8	10	12
I		2	524	540	553	564
		4	480	496	510	525
		6	455	474	496	497
		8	439	455	470	484
2	80	2	362	358	372	385
		4	321	338	352	364
		6	310	326	340	350
		8	300	316	330	342
	100	2	336	352	364	370
		4	315	332	344	355
		6	302	320	332	340
		8	210	310	322	336
	120	2	330	345	358	369
		4	310	325	337	349
		6	300	310	320	336
		8	288	304	317	330
3	80	2	288	300	322	330
		4	275	288	307	318
		6	268	278	300	310
		8	262	273	290	305
	100	2	282	292	312	322
		4	266	276	298	318
		6	260	270	290	300
		8	252	264	284	295
	120	2	274	285	305	315
		4	260	272	290	302
		6	257	263	282	294
		8	246	258	277	288

Таблица П.5.

Значения волнового сопротивления в случае цилиндрической горизонтальной части (l_1) антенны.

l, метры	$a_э$, см			
	20	30	40	50
8	322	273	240	212
10	343	300	268	240
12	372	324	290	262
14	390	342	303	280
16	405	358	322	294
18	422	372	337	310
20	430	384	350	325

Таблица П.6.

Значения волнового сопротивления в омах вертикальной части (l_2) антенны в случае **одиночного** провода

l, метры	a, мм			
	2	4	6	8
6	448	406	382	363
8	464	422	400	382
10	478	435	413	397
12	490	450	423	405
14	496	458	435	414
16	505	468	446	424

Примечание: в таблицах П.4–П.6. l – длина снижения, h – высота горизонтальной части над палубой; n – число проводов; d – расстояние между проводами; a – радиус проводов; $a_э$ – эквивалентный радиус цилиндра.

П Р О Т О К О Л

Измерения напряженности электрической составляющей и плотности потока энергии электромагнитного поля

"_____" _____ 19____ г.

Измерительные приборы(тип,номер,год калибровки)

Название судна	Источник излучения	Частота, МГц	Место измерения	ЭЛЭ				Э	
				тип антенны	тип аттенюатора	показания прибора, мкВт	ЭЛЭ, мкЭт/см²	показание прибора	напряжение, В/м

УТВЕРЖДАЮ

руководитель учреждения, в кото-

ром проведено внедрение

"__" _____ 198__ г.

АКТ О ВНЕДРЕНИИ

1. Наименование предложения для внедрения /. гигиенические рекомендации методы определения вредных веществ в окружающей среде, прогностические модели, алгоритмы, формы организационной работы и др./.

Методические рекомендации по определению плотности потока энергии напряженности электромагнитного поля на морских и речных судах.

2. Кем и когда предложено Киевский НИИ общей и коммунальной гигиены
наименование учреждения, автор
им. А.Н.Марзеева, В.Н.Акименко, П.А.Базарнов.
авторского свидетельства и Р рационализаторского предложения

3. Источник информации /методические рекомендации, информационное письмо, отчет о НИР, диссертации, монографии, съезды, конференции, семинары и др. /_____

4. Где и когда внедрено
наименование организации, предприятия, ведомства
дата начала внедрения

5. При проведении каких видов работ внедрено предложение /проведение предупредительного и текущего санитарного надзора; исследование состояния окружающей среды; разработка проектной документации, строительство объектов; составление руководящих документов, докладов в директивные органы; проведение др. мероприятий, направленных на предупреждения, сохранения и улучшение качества окружающей среды /_____

6. Эффективность внедрения /повышение качества санитарного надзора; предупреждение загрязнения или оздоровление окружающей среды; улучшение состояния здоровья населения; экономический эффект, сокращение времени проведения анализа, др. показатели/_____

7. Замечания и предложения_____

Дата_____ подпись_____
ответ. за внедрение

Примечание: 1/п.п. 1-2 - заполняется разработчиком
2/п.п. 3-7 - заполняется организацией, внедрившей разработку
3/ акт внедрения направляется организации-разработчику, наименование которой приведено в п.2, для чего наклеивается по линии перегиба верхний и нижний края листа склеиваются.

gost.e-ecolog.ru

ЦОП РДСП Зак. №2/35 Тираж 250 экз.