

# РАЗРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ ПО БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ ОПЕРАТОРОВ ПОРТАТИВНЫХ СВЧ СРЕДСТВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОДАВЛЕНИЯ С ФОКУСИРОВКОЙ ЭМИ В ФАР

Преснякова А.Д, Дзюбан В.Н.

Научный руководитель – к.т.н., доц. Грецких Д.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
(61166, Харьков, пр. Науки 14, каф. КРиСТЗИ, тел. (057) 702-14-30)  
e-mail: strongann@i.ua

Developed requirements for the biological protection of operators portable microwave means of functional suppression with electromagnetic radiation focusing in phased antenna arrays.

Известно, что степень и глубина воздействия СВЧ излучения на организм человека зависят от величин плотности потока мощности электромагнитного излучения, частоты колебаний и биоэлектрических свойств тканей и внутренних органов тела человека. Чем выше частота, тем меньше глубина проникновения в тело и эффект воздействия СВЧ излучения на человека. К одному из важных эффектов этого воздействия относится тепловой нагрев тканей, внутренних и внешних органов человека [1]. При этом одним из важных внешних органов являются глаза.

В табл. 1 приведены типовые усредненные нормативные требования техники безопасности для работающих с излучающей СВЧ техникой, широко используемые при оценке экологических условий работы. Значения безопасных уровней плотности потока мощности СВ и интервалов времени безопасной работы обслуживающего персонала усредняются в широком диапазоне частот функционирования портативных СВЧ средств функционального подавления (ФПД)  $f_0=0,3...30$  ГГц.

Табл.1. Нормативы при работе с техникой СВЧ

СВ, мкВт/см <sup>2</sup>	Интервалы времени безопасной работы
Не более 10	Без ограничений в течение всего рабочего дня
10÷100	Не более 2-х часов в течение всего рабочего дня
100÷1000	Не более 0,4÷0,3 часа в день с защитными очками
Более 1000	Весь день в спецодежде из экранирующей ткани

Усредненные нормативы в табл. 1 приведены также с учетом наиболее чувствительных к воздействию СВЧ тканей и органов без терморесепторов. К таким относятся, в частности, глаза человека. Даже при слабом нагреве СВЧ полем хрусталика глаза возникает его помутнение (катаракта).

Для оценки требований по биологической защите операторов при работе с СВЧ средствами ФПД требуется оценить уровень плотности потока мощности  $S_2$  в задней полусфере вдоль оси ФАР на расстоянии  $z=-1,5$  м от ее переднего торца, где находится оператор, выполняющий

ручное управление. Оценка проведена по имеющимся данным об уровне задних лепестков на примере рупорных излучателей и по коэффициентам их ослабления за счет снижения токов затекания путем установки защитных бленд (металлических «kozyрьков») с покрытием их внешних кромок радиопоглощающим материалом. При использовании программы моделирования HFSS показано, что уровень задних лепестков Н-образного рупорного излучателя на частотах  $f_0=(3...6)$  ГГц составляет  $-(22...23)$  дБ. При использовании защитных бленд или радиопоглощающих покрытий на внешних торцах рупора можно обеспечить дополнительно снижение задних лепестков по  $-(10...15)$  дБ. При совместном же использовании бленд и на их торцах радиопоглощающих покрытий суммарное снижение задних лепестков можно обеспечить не менее  $-25$  дБ. Тогда практически обеспечиваемый относительный уровень заднего лепестка в задней полусфере вдоль оси ФАР с такими пирамидальными рупорными излучателями можно принять не более  $\delta_3=-(47...48)$  дБ. При  $P=2$  кВт на оси такой ФАР в начале задней полусферы создаваемая мощность может быть  $P_{3Л} \leq \delta_3 P = 2 \cdot 10^3 \cdot 0,16 \cdot 10^{-4} = 3,2 \cdot 10^{-2}$  Вт. При этом в задней полусфере на оси ФАР и расстоянии  $z=-1,5$  м от ее переднего торца, где должен находиться оператор ручного управления, можно считать величину

$$S_{3Л2}(x=0, y=0, z=-1,5 \text{ м}) = P_{3Л} [S_{КР}(x=0, y=0, z=-1,5 \text{ м})]^{-1} = \\ = P_{3Л} [\pi r_{КР}(x=0, y=0, z=-1,5 \text{ м})^2]^{-1} = P_{3Л} [\pi \{|z=-1,5 \text{ м}| \cdot (\lambda/L)\}^2]^{-1},$$

где  $S_{КР}(x=0, y=0, z=-1,5 \text{ м})$  и  $r_{КР}(x=0, y=0, z=-1,5 \text{ м})$  – площадь и радиус круглого сечения заднего лепестка ДН вдоль оси ФАР на расстоянии  $z=-1,5$  м от ее переднего торца.

С учетом выбранных параметров ФАР

$$S_{3Л2}(x=0, y=0, z=-1,5 \text{ м}) = 3,2 \cdot 10^{-2} [\pi \{1,5(2,5 \cdot 10^{-2}/0,5)\}^2]^{-1} = \\ = 3,2 \cdot 10^{-2} [177 \cdot 10^{-4}]^{-1} = 1,8 \text{ Вт/м}^2 = 180 \text{ мкВт/см}^2.$$

Такой уровень плотности потока мощности превышает приведенный в табл. 1 допустимый уровень для работы оператора без ограничений по времени. Наиболее чувствительны к воздействию СВЧ излучения, как отмечалось выше, глаза человека. Поэтому в рассматриваемом случае для увеличения интервала времени безопасной работы могут использоваться защитные очки, например типа ОРЗ–5 со стеклами, покрытыми оптически прозрачной пленкой двуокиси олова и ослабляющими мощность СВЧ излучения не менее чем на  $20...30$  дБ. Это ослабление равноценно эффекту аналогичного снижения уровня плотности потока мощности СВЧ излучения, воздействующего на оператора с защитными очками. Тогда эквивалентное значение  $S^*_{3Л2}(x=0, y=0, z=-1,5 \text{ м}) = (0,18...1,8)$  мкВт/см<sup>2</sup> и оператор в данных СВЧ средствах ФПД может осуществлять ручное управление ими без ограничений по времени.

**Список литературы:** 1. Березовский В.А., Колотилов Н.Н. Биоэлектрические характеристики тканей человека. / Справочник. – Киев: Наук. думка, 1990. – 224 с.