Спиридонов Д.В., Захаров В.А., Шевченко А.В.
Разработка методики расчёта антенной системы спирального типа,
применительно в области технической защиты информации

*Донской государственный технический университет
(Россия, Ростов-на-Дону)*

doi: 10.18411/lj-08-2020-07

ids: lj-08-2020-07

Аннотация

В области технической защиты информации требуются эффективные широкодиапазонные антенные системы, служащие для облегчения поисковых и измерительных работ, обладающие такими качествами как практичность, надёжность, прочность, частотная широкодиапазонность. Антенные системы спирального типа, благодаря своим свойствам, применительны к техническим средствам поиска, измерения, а также техническим средствам защиты информации направленного действия. Данная статья будет полезна для расчёта данного вида антенной системы и в других сферах технической деятельности.

Ключевые слова: технический канал утечки информации, нелинейная радиолокация, антенна, диаграмма направленности, поляризация, коэффициент перекрытия.

Abstract

In the field of technical information protection, effective wide-band antenna systems are required to facilitate search and measurement operations, which have such qualities as practicality, reliability, strength, and frequency wide-band capability. Spiral antenna systems, due to their properties, are applicable to technical means of search, measurement, as well as technical means of protection of directional information. This article will be useful for calculating this type of antenna system in other areas of technical activity.

Keywords: technical channel of information leakage, nonlinear radar, antenna, directional diagram, polarization, overlap coefficient.

В настоящее время прогресс и успех в любой отрасли человеческой деятельности определяет информация, а так же её конфиденциальность, актуальность и достоверность. Добывание информации незаконным путём может осуществляться по различным техническим каналам утечки информации, которые в свою очередь подразделяются на следующие группы: 1) звуковые, 2) виброакустические, 3) проводные, 4) побочные электромагнитные излучения и наводки, 5) оптические.

Закономерно, что первым в группе и списке помещён акустический канал утечки. Доказано, что наибольшее количество ценных сведений можно получить из прослушивания разговоров компетентных лиц, методом внедрения подслушивающих устройств, как на рабочих местах, так и в быту. Одним из средств защиты информации противостоящее такому виду несанкционированного получения информации является нелинейный радиолокатор.

Принцип нелинейной радиолокации, постановка задачи.

Для выявления средств несанкционированного съёма информации (далее – СНСИ) основным является активный способ – нелинейное радиолокационное зондирование. Сущность данного способа основана на следующем физическом принципе, СНСИ являются радиоэлектронными устройствами (РЭУ) состоящими из электронной элементной базы (в основном SMD компоненты), компоненты схематично соединены между собой проводниками, данные соединения для зондирующего сигнала служат антеннами (антенными вибраторами).

Практически каждая элементная компонентная база (диод, транзистор, микросхема) содержит в своём составе полупроводник с р-п переходом, обладающими нелинейными вольт-амперными характеристиками (ВАХ). При излучении спектрально-

чистым СВЧ зондирующим сигналом на полупроводниковых компонентах РЭУ через схематичные соединения наводится переменная ЭДС, которая в свою очередь преобразуется в набор, кратных частоте зондирующего сигнала, частотных гармоник. Данные преобразования происходят в связи с нелинейностью характеристик элементной базы устройства. Нелинейный радиолокатор (далее – НРЛ), благодаря своему антенному устройству, принимает преобразованные сигналы на этих частотах, спектр переизлучённого сигнала нелинейного элемента всегда шире спектра зондирующего сигнала. Свойства нелинейности сильнее всего выражены у элементов с р-п-переходами, также они наблюдаются у прижимных металлических контактов. ВАХ большинства полупроводниковых компонентов близки к квадратичным. Именно эти компоненты электронной схемы и представляют собой объект поиска для НРЛ. ВАХ контактов разнородных металлов возникающих в результате коррозии, (металл-оксид-металл), аппроксимируются многочленом третьей степени, такие контакты принято называть "ложными" переходами. Во время облучения НРЛ полупроводникового перехода, отклик на второй гармонике намного сильнее отклика, чем на третьей гармонике, в свою очередь, при облучении металл оксидных контактов более сильный отклик на третьей гармонике.

В связи с вышеизложенным данный вид поиска электронных устройств назван нелинейной радиолокацией.

Стоимость НРЛ варьируется от 350 т.р. до 1,2 млн.р и выше, 30% стоимости устройства как раз составляет антенная система.

Для реализации своих возможностей по обнаружению закладных РЭУ НРЛ требуется оптимально подобранная антенная система, которая сможет принимать разнополяризованные сигналы с минимальными потерями извлекаемой информации, таковыми антеннами являются антенны с круговой поляризацией. Используемая антенная система должна быть простой и надёжной, обеспечивать точную локацию, легкой, практичной в применении, быстро приводима в действие и не дорогой в производстве.

Для решения поставленных задач и проведённого анализа множества антенных систем, можно сделать вывод – применение однозаходной регулярной цилиндрической спиральной антенны (далее – ЦСА) – наиболее оптимальный выбор, ЦСА представлена на рисунке 1. Даная антенна изначально создавалась для получения круговой поляризации с относительной узкой диаграммой направленности (далее – ДН). Все остальные виды антенных систем с круговой поляризацией требуют достаточно сложных расчетов, а при изготовлении – сложной технологичности производства, что ведёт к повышению их стоимости.

Одним из приоритетным характеризующим свойством спиральной антенны является частотная широкодиапазонность с коэффициентом перекрытия от 1,5 до 10. В нашем случае коэффициент перекрытия должен быть равен 2.

Рисунок 1 – регулярная цилиндрическая спиральная антенна

Рисунок 2 – Спираль в цилиндрической системе координат

ЦСА обладает наибольшей направленностью (ДН от 30 град, КНД достигает 25). Расчёты и производство спиральных антенн в основном проводятся эмпирическим путём. В данной статье приведена подробная систематизация расчета размеров и параметров ЦСА с дальнейшей практической проверкой их результатов в учебной лаборатории, которые будут предоставлены в следующей статье.

Исходные данные на разработку антенной системы:

1) диапазон рабочих частот $F=0,95-2,85$ ГГц; 2) диаметр основания антенны $D=50$ мм; 3) диаметр сечения проводника антенны $d=3,5$ мм; 4) ширина диаграммы направленности не более $ДН=50$ град; 5) оптимальный угол намотки (угол возвышения) $\alpha=14$ град; 6) коэффициент перекрытия: $K_{\Pi} = 2$.

Решение задачи

Анализ работы ЦСА и расчёт её характеристик начинается с анализа работы спиральной линии, отрезком которой является спиральная антенна. Этот анализ позволяет из бесконечной совокупности возможных типов волн выбрать нужный, при возбуждении которого спиральная антенна имеет требуемые характеристики и параметры, а также определить частотные границы существования этого типа волны и основные геометрические размеры спирали (угол намотки, диаметр), при которых существует нужный тип волны. В связи с тем, что такой характеризующий параметр как собственная волна и их свойства в лево- и правовинтовых антеннах одинаковы, рассмотрим левовинтовую, с целью её последующей реализации.

Для определения границ существования нужной формы ДН и определения интервалов существования нужного режима излучения антенны, требуется решить граничную задачу, которая определяет систему волн и их свойства. Зависимость ДН от номера резонирующей гармоники n представлена на рисунке №3.

Рисунок 3 – Виды диаграмм направленности в зависимости от номера резонирующей гармоники

Режим прямого (обратного) осевого излучения наблюдается только на волне $T_1(T-1)$ в области пространственного резонанса первой гармоники. Угол раствора конуса, уровень, ширина главного и боковых лепестков ДН зависят от номера резонирующей гармоники n .

В антенном устройстве НРЛ для обеспечения поисковой точности необходим режим осевого излучения.

Из рисунка 3 видно, что режим осевого излучения наблюдается при резонансе первой гармоники ($n=1$). Поляризация, при $n=1$ вдоль оси – круговая, другие резонансные гармоники ($n=2, n=3$), которые называют пространственными, не обеспечивают режима центрального (осевого) излучения. В граничных значениях резонанса пространственных гармоник, фазовая скорость близка к значению скорости света ($\pm C$), в этом случае множитель системы $F_c(\theta)$ имеет основной максимум вдоль центра оси симметрии ($\Theta=0, \pi$).

Рисунок 4 – Режим центрального излучения (осевое)

Необходимый режим центрального излучения, называется РЕЖИМ Т1 (режим собственных волн), т.е. направление максимума излучения идёт вдоль оси Z, при этом наблюдается резонанс первой гармоники, фазовая скорость сигнала близка к скорости света. Таким образом, исходя из заданных условий на разработку, необходимо определить интервал существования режима осевого излучения. Волна Т1 существует в интервале Ra, ограниченном значениями R_{a1}^{max} и R_{a1}^{min} . Но для этого нам нужно определить значения длин волн и волновое число свободного пространства для заданного диапазона частот. Значение длин волн определяется по формуле: $\lambda = \frac{c}{f}$, где λ – длина волны; C – скорость света, f – частота.

$$\lambda_{\max} = \frac{30}{950} \approx 32 \text{ (см)}, \lambda_{\text{ср}} = \frac{30}{1,9} \approx 15,8 \text{ (см)}, \lambda_{\min} = \frac{30}{2,85} \approx 10,5 \text{ (см)}$$

Значение волнового числа свободного пространства определяется по формуле:

$$R = \frac{2\pi}{\lambda_{\text{ср}}}, R = \frac{2 \times 3,14}{15,8} = 0,4$$

Так как антенна рассчитывается для работы в составе НРЛ, она должна принимать вторую и третью гармоники сигнала. Вторая гармоника сигнала будет резонировать на частоте F=1.9 ГГц, которая в заданном диапазоне является средней частотой, значит режим осевого излучения антенны Т1 должен быть рассчитан на среднюю частоту диапазона, т.е. вторая гармоника излучаемого сигнала должна являться гармоникой собственной волны антенны. Собственная волна антенны наблюдается на волне Т1, при которой резонирует первая гармоника сигнала (принимаемого сигнала). Исходя из значения принимаемой частоты, радиус антенны будет равен: $a = \frac{\lambda_{\text{ср}}}{2\pi}$, $a = \frac{15,8}{2 \times 3,14} = 2,5 \text{ (см)}$, значит, диаметр антенны будет равен: $D=2 \times a=2 \times 2,5=5 \text{ (см)}$;

За основание антенны можно взять пластиковую трубу, наша промышленность производит трубы нужного диаметра равного 50мм.

Диаметр проводника антенны рассчитывается по формуле: $d=0,22\lambda_{\text{ср}}$; $d=0,22 \times 15,8=3,4 \text{ (мм)}$;

Ближайший найденный проводник по диаметру выпускаемый нашей промышленностью оказался равным 3.5 мм, материал – медь, что является подходящим проводником требуемого диаметра.

Исходя из знания значения диаметра основания, можно определить значение длины витка спирали. В режиме осевого излучения он должен быть примерно равен средней длине волны рабочего диапазона антенны. Длина витка спирали рассчитывается по формуле: $l=\pi d$; $l=3,14 \times 5=15,7 \text{ (см)}$;

Из полученного значения видно, что длина витка спирали практически соответствует средней длине волны рабочего диапазона, что удовлетворяет условию осевого режима излучения.

Регулярные однозаходные ЦСА могут работать в режимах прямого и обратного осевого излучения. Режим прямого излучения со сравнительно небольшими боковыми лепестками наблюдается в диапазоне частот с коэффициентом перекрытия равным 2. Минимальная, средняя и максимальная длины волн рабочего диапазона, при котором наблюдается режим осевого излучения должны удовлетворять следующим условиям: $\frac{2\pi a}{\lambda_{\min}} = 1,3$, $\frac{2\pi a}{\lambda_{\text{ср}}} = 1$, $\frac{2\pi a}{\lambda_{\max}} = 1,7$

В нашем случае при радиусе основания 2.5(см):

$$\frac{2 \times 3,14 \times 2,5}{10,5} = 1,5, \frac{2 \times 3,14 \times 2,5}{15,8} = 1, \frac{2 \times 3,14 \times 2,5}{32} = 0,5$$

Видно, что полученные значения удовлетворяют данным условиям, значит, из этих условий можно сделать вывод, что диаметр основания антенны подобран правильно и расчёты производятся верно.

Волна T1 существует в интервале R_a , ограниченном значениями $R_{a1}^{\min}$ и $R_{a1}^{\max}$. Выбираем (из графика области возникновения волн) оптимальный угол намотки спирали (угол возвышения), при котором режим осевого излучения наблюдается в наибольшем диапазоне частот, данный угол равен $\alpha = 16^\circ$.

Оптимальный угол намотки спирали выбирается в пределах от 13° до 16°

Для определения интервала режима осевого излучения необходимо знать значения $R_{a1}^{\min}$ и $R_{a1}^{\max}$:

Значение $R_{a1}^{\min}$ рассчитываемся по формуле: $R_{a1}^{\min} = n(\sqrt{Q_n + \tan \alpha} - \tan \alpha)^{-1}$, где $Q_n = \left[\left(\frac{n \operatorname{ctg} \alpha + R_a}{R_a} \right)^2 - 1 \right] t g^2 \alpha$, n – номер гармоники $Q_n = \left[\left(\frac{\operatorname{ctg} 16 + 1}{1} \right)^2 - 1 \right] t g^2 16 = 1,5$, тогда $R_{a1}^{\min} = 1(\sqrt{1,5 + \tan 16} - \tan 16)^{-1} = 0,95$

Значения $R_{a1}^{\max}$ рассчитываемся по формуле:

$$R_{a1}^{\max} = \frac{(n+1) \cos \alpha}{1 + \sin \alpha}, R_{a1}^{\max} = \frac{(1+1) \cos 16}{1 + \sin 16} = 1,4$$

Значение, при котором пропадает эффект поверхностной волны называется критическим и рассчитывается по формуле:

$$R_{a_{\text{кр}}} = 0,5 \operatorname{ctg} \alpha, R_{a_{\text{кр}}} = 0,5 \times 3,5 = 1,7$$

Коэффициент перекрытия по частоте K_p области режима осевого излучения спиральной антенны максимален и равен: $K_p = \frac{R_{a_{\max}}}{R_{a_{\min}}}$, $K_p = \frac{1,4}{0,95} = 1,5$

Данный коэффициент перекрытия подтвердил правильность того, что расчет параметров и характеристик может проводиться на средней длине волны заданного диапазона работы антенны. Это так же означает, что режим работы и требуемые характеристики антенны будут одинаковы во всём диапазоне частот.

Волна Tn, в нашем случае T1, определяется n-й пространственной гармоникой $n=1$ и имеет фазовую скорость, близкую к скорости света в свободном пространстве, т.е. фазовая скорость волны тока V_f сильно зависит от R_a . Поэтому интервал R_a , называется областью сильной дисперсии фазовой скорости. Область сильной дисперсии ограничена со стороны минимальных значений величиной $R_{a1}^{\min}$, со стороны максимальных значений – некоторым значением R_{a1}'

$$R_{a1}' \approx \frac{n \cos \alpha}{1 - \sin \alpha} \quad R_{a1}' = \frac{\cos 16}{1 - \sin 16} = 1,3$$

Режим прямого осевого излучения в спиральной антенне наблюдается на волне T1, в которой при $R_a < R_{a1}'$ резонирует первая пространственная гармоника. При

выполнении данного условия множитель витка $f_l(Q)$ имеет вид показанный на рисунке 5:

Рисунок 5 – Множитель витка спирали в зависимости от номера резонирующей гармоники

Рисунок 6 – Полоска согласования антенны 50 Ом

В области сильной дисперсии волны Т1 её фазовая скорость близка к скорости света в свободном пространстве, отражение поля и тока от свободного конца спиральной антенны мало, волна в заходе спирали близка к бегущей и поляризация излучения в направлении оси близка к круговой. При этом осевая фазовая скорость волны почти не зависит от частоты. Область R_a ограниченная значениями $R_{a1}^{\min}$ и $R_{a1}^{\max}$, является областью слабой дисперсии. Область значений R_a и α , в которой существует только одна волна Т1 и в ней резонирует первая пространственная гармоника. Эта область соответствует режиму осевого излучения в спиральной антенне и имеет наибольшую ширину по шкале R_a , при $\alpha = \alpha_{\text{опт}}$. Значение $\alpha_{\text{опт}}$ находится из формулы:

$$\tan \alpha_{\text{опт}} = \frac{1 - \frac{Q_2}{4}}{\sqrt{3(1 + 0,5Q_2)}}, \quad \tan^{-1}(\tan \alpha_{\text{опт}}), \quad \text{где } Q_2 = \frac{0,67 + 2A_1}{0,5 + 2A_1}$$

$$A_1 = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{\gamma}} \ln \frac{1}{1 - e^{-\gamma}} - \text{это не резонансные члены, } \gamma = 1 + \frac{a}{a_0} - \text{постоянная}$$

распространения, $V = \frac{a}{a_0} \cot \alpha$, отсюда $V = \frac{3,5}{25} \cot 16 = 0,49$, $\gamma = 1 + \frac{3,5}{25} = 1,14$

$$A_1 = \frac{\tan 16}{\sqrt{1,14}} \ln \frac{1}{1 - e^{-0,49}} = 0,25, \quad Q_2 = \frac{0,67 + 2 \times 0,25}{0,5 + 2 \times 0,25} = 1,16, \quad \text{тогда } \tan \alpha_{\text{опт}} =$$

$$\frac{1 - \frac{1,16}{4}}{\sqrt{3(1 + 0,5 \times 1,16)}} = 0,326, \quad \tan^{-1}(0,326) = 18^\circ$$

Угол намотки спирали равен 18° . Это угол намотки без учёта ширины диаграммы направленности. С учётом заданной диаграммы направленности уточнённый угол намотки рассчитывается по формуле: $\tan \alpha = \frac{85^2}{2Q_{0,5} \times N \times R_a}$, где $2\theta_{0,5}$ - ширина диаграммы направленности, $\tan \alpha = \frac{85^2}{50 \times 10 \times 1} = 0,289$, тогда угол намотки спирали равен: $\tan^{-1}(0,289) = 16^\circ$.

Уточнённый угол намотки совпал с выбранным, значит угол возвышения подобран правильно.

При изготовлении ЦСА нецелесообразно количество витков спирали N брать меньше 4, так как при этом в проводнике спирали появляется заметная отражённая от конца спирали волна тока, что приводит к уменьшению коэффициента поляризации.

Уточнённое количество витков определяется по формуле:

$$N = \frac{85^2}{(2Q_{0,5} \times \sqrt{R_a \times \tan \alpha})^2}, \quad N = \frac{85^2}{(50 \times \sqrt{1 \times \tan 16})^2} = 10$$

Количество витков получилось равное 10, что соответствует вышеизложенной рекомендации. Шаг необходимый для получения круговой поляризации S рассчитывается по формуле: $S=0.2\lambda_{\text{ср}}$; $S=0.2 \times 15.8=3.1(\text{см})$.

Длина спиральной антенны тесно связана с числом витков и углом намотки, который выражается через значение шага намотки. Длина спиральной антенны рассчитывается по формуле: $L=N \times S$, где N и S – число витков и шаг намотки спирали, тогда $L=10 \times 3.1=31(\text{см})$;

Для уменьшения некоторого обратного излучения спираль, как правило, применяется совместно с экраном обычно круглой формы. В сантиметровом диапазоне экран делается сплошным. Эксперимент показывает, что на характеристики и параметры спиральной антенны влияет диаметр экрана.

Диаграмма направленности и поляризационная характеристика наиболее стабильны в диапазоне частот при $D \geq (0.6 \dots 0.7)\lambda_{\text{ср}}$. При меньшем экране растёт уровень заднего излучения. Диаметр рефлектора равен: $D=0.7 \times 15.8=11(\text{см})$.

Так как диаметр рекомендуется брать больше полученного значения, значит берём диаметр равный 15 см. На характеристики излучения спиральной антенны влияет форма и размеры переходного участка от внутреннего проводника коаксиального фидера к проводнику спирали. Этот начальный элемент антенны обтекается током большой амплитуды и не имеет осевой диаграммы направленности. Форма и размеры переходного участка влияют и на степень согласования с фидером. Начальный элемент витка совместно с экраном образует несимметричную нерегулярную полосковую линию, в которой основанием служит экран, а полоской – первый виток спирали. Первый виток спирали является в этом случае трансформатором сопротивления. В нашем случае согласованием служит металлическая полоска, сделанная по принципу диполя Найденовского, изображённого на рисунке 6.

Полоска служит согласованием, и крепиться к проводнику антенны и её разъёму.

Важной характеристикой антенны является её ДН. Применительно к нелинейному радиолокатору для обеспечения поиска нелинейных объектов она может достигать до 60 градусов, в нашем случае заданная величиной ширины диаграммы направленности 50 градусов.

Для уточнения ширины диаграммы направленности воспользуемся формулой: $(2Q_{0,5})_{\theta}^0 = \frac{85}{\sqrt{NR_a \tan \alpha}}$, тогда $(2Q_{0,5})_{\theta}^0 = \frac{85}{\sqrt{10 \times 1 \times \tan 16}} = 50,8^\circ$

По результату полученного значения видно, что оно совпало с заданным на расчёт значением, значит можно сделать вывод, что сделанные ранее расчёты верны.

Способность антенны концентрировать излучение в определённом направлении определяется коэффициентом направленного действия. Коэффициент направленного действия антенны рассчитывается по формуле Крауса: $D \approx 11,8 + 10 \times \log \left\{ \left(\frac{l}{\lambda_{\text{ср}}} \right)^2 \times N \times S \right\}$, $D \approx 11,8 + 10 \times \log \left\{ \left(\frac{15,7}{15,8} \right)^2 \times 10 \times 3,1 \right\} = 26,6 (db)$

Усиление и сфокусированность луча ЦСА зависит от количества витков N , длины витка и шага витков. Усиление приблизительно пропорционально количеству витков спирали. Краус предложил формулу для расчёта усиления G , справедливые для углов намотки спирали $13^\circ - 16^\circ$ и количества витков не менее трёх. Оценка усиления приводится к изотропному излучателю круговой поляризации: $G = 15 \left(\frac{l}{\lambda} \right)^2 \times n \frac{S}{\lambda}$, тогда

$$G = 15 \left(\frac{l_{15,7}}{15,8} \right)^2 \times 10 \frac{3,1}{15,8} = 28,8. \text{ Активное входное сопротивление антенны: } R_{\text{вх}} = 140 \left(\frac{l}{\lambda} \right), R_{\text{вх}} = 140 \left(\frac{15,7}{15,8} \right) = 138,6 \text{ (Ом)}$$

Результаты измерения $R_{\text{вх}}$ позволяют сделать некоторые выводы относительно величины и характера зависимости $R_{\text{вх}}$ от геометрии спирали и частоты. Величина $R_{\text{вх}}$ спиральных антенн с углами намотки от 12 до 24 градусов в интервале R_a , соответствующем режиму осевого излучения, изменяется незначительно и составляет $\pm(10...20)$ Ом. При $N > 3$ величина $R_{\text{вх}}$ слабо зависит от N .

Вывод и дальнейшие перспективы исследований

Все произведённые расчёты удовлетворяют заданным техническим требованиям. Оптимальными условиями получения максимума излучения в осевом направлении являются: 1) $l/\lambda \approx 1$, 2) применение плоского противовеса, 3) наличие витков не менее 4-х. Макета ЦСА изложенный в методике реализован и испытан в лабораторных условиях. В перспективе данная методика применима для расчёта антенных систем, при изготовлении средств защиты информации направленного действия.

1. В.Н. Ловеров, В.Е. Ямайкин, В.Н. Ковалёв «Основы проектирования антенных устройств СВЧ./МВИЗРУ ПВО», Минск 1970.
2. К. Ротхаммель «Антенны», Том 2 /Данвел, Москва 2007.
3. Ю.Т.Зырянов, П.А..Федюнин, О.А..Белосусов «Антенны», Тамбов, Из-дательство ТГТУ 2014.

Стерлягов С.П., Домбровская Е.П.

Разработка веб-сервиса формирования рейтинга управляющих организаций многоквартирных домов на основе интерактивного обследования качества предоставляемых услуг

*ФГБОУ ВО Алтайский государственный университет
(Россия, Барнаул)*

doi: 10.18411/lj-08-2020-08

ids: lj-08-2020-08

Аннотация

Повышение качества обслуживания населения в сфере жилищно-коммунальных услуг является одной из ключевых целей реформирования ЖКХ. В качестве одного из действенных инструментов решения проблемы контроля качества оказания жилищно-коммунальных услуг в данной работе предлагается использовать рейтинг комплексной оценки деятельности управляющих организаций в сфере управления многоквартирными домами. Размещение рейтинга управляющих организаций на веб-сервисе даст публичную оценку деятельности управляющих организаций, которая может послужить стимулом к улучшению их работы с населением.

Ключевые слова: жилищно-коммунальное хозяйство, жилищно-коммунальные услуги, управляющие организации, рейтинг управляющих организаций, веб-сервис.

Abstract

Improving the quality of service to the population in the field of housing and communal services is one of the key goals of reforming housing and communal services. As one of the effective tools for solving the problem of quality control of the provision of housing and communal services, this paper proposes to use the rating of a comprehensive assessment of the activities of management organizations in the management of apartment buildings. Placing a rating of managing organizations on the web service will give a public