

**“МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)”**

**Факультет №4 «Радиоэлектроника летательных аппаратов»
Кафедра 410 «Радиолокация, радионавигация и бортовое
радиоэлектронное оборудование**

Введение в профессию

Группа М43-101Бк-17

Введение в профессию

Заместитель заведующего кафедрой по учебной работе

Нелин Игорь Владимирович

Контакты:

Телефон: 8-903-232-07-85

e-mail: nelin.iv@yandex.ru.

- Площадка «Красные ворота» - комната **409**
- Площадка «МАИ» - корпус 24Б, комната **514**

МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

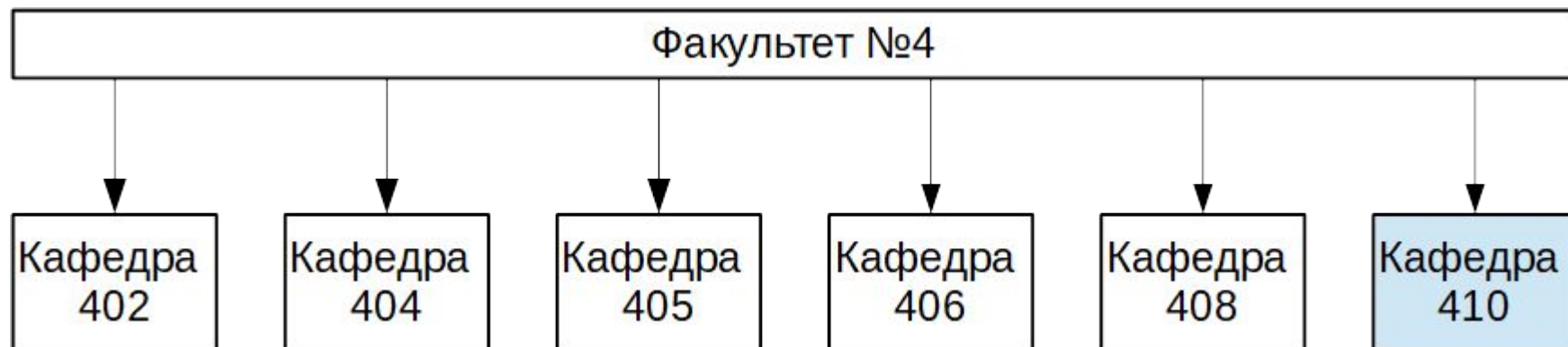
Факультет №4

Радиоэлектроника летательных аппаратов

Факультет как отдельная структурная единица внутри МАИ создан в 1946 году, когда был создан факультет «Радиолокация» (приказ ГУУЗ НКАП от 17 июля, приказ по МАИ № 104 от 5 августа 1946 года).



Декан факультета – к.т.н. Кирдяшкин
Владимир Владимирович.



Кафедра 410

«Радиолокация, радионавигация и бортовое радиоэлектронное оборудование»

Кафедра «Радиолокация, радионавигация и бортовое радиоэлектронное оборудование» основана в 2017 году в результате объединения кафедры «Радиолокация и радионавигация» и «Радиоприемные устройства» факультета №4 и кафедры «Аналоговые и цифровые радиоэлектронные устройства» факультета Радиовтуз МАИ.



И.о. заведующего кафедрой – Канащенко Анатолий Иванович, д.т.н., профессор.
Заслуженный машиностроитель РФ,
Заслуженный деятель науки РФ, лауреат
Государственной премии РФ.
Награжден орденом Ленина, орденом
Октябрьской революции, двумя орденами
Трудового Красного Знамени
Автор более 210 научных работ, в том числе
17 монографий и 55 изобретений.
Долгое время – Генеральный конструктор –
заместитель генерального директора по науке
ОАО Корпорации «Фазотрон-НИИР»

Направление подготовки «Радиотехника»

Срок обучения (заочное отделение) – 4 года 11 месяцев.
Квалификация выпускника – бакалавр.

Учебный график:

Курс	Неделя обучения																																																						
1	Теоретическое обучение																		Экзаменационная сессия			Каникулы		Теоретическое обучение																		Экзаменационная сессия			Каникулы										
2	Теоретическое обучение																		Экзаменационная сессия			Каникулы		Теоретическое обучение																		Экзаменационная сессия			Каникулы										
3	Теоретическое обучение																		Экзаменационная сессия			Каникулы		Теоретическое обучение																		Экзаменационная сессия			Каникулы										
4	Теоретическое обучение																		Экзаменационная сессия			Каникулы		Теоретическое обучение																		Экзаменационная сессия			Каникулы										
5	Теоретическое обучение																		Экзаменационная сессия			Каникулы		Теоретическое обучение																		Экзаменационная сессия			Каникулы		Дипломное проектирование			Каникулы					

	Теоретическое обучение
	Экзаменационная сессия
	Каникулы
	Дипломное проектирование
*	Распределенная практика

Теоретическое обучение:

- 18 недель каждый осенний семестр (кроме 1);
- 17 недель каждый весенний семестр (кроме 10).

Распределенная практика:

- Каждый весенний семестр, начиная с 4.

Дипломное проектирование – 6 недель на 5 курсе.

Направление подготовки «Радиотехника»

"МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)"

Утверждаю
Начальник УМО ОД

Семестровый план на 2017-2018 учебный год

по учебному плану 000014304

Выпуск. кафедра	410
--------------------	-----

Сидоров А.Ю.

Индекс	Подразд.	Отд-ние	Факультет	Курс	Сем-р	Направ./ спец-ть	Профиль/ спец-ия	Кол-во групп	Кол-во студ.	Номера групп
		заочная	4	1	1	11.03.01	11.03.01.Б1	1	16	М43-101Бк-17

Кол-во недель	Учебные занятия	Экзам. сессия	Практика	Каникулы	Военные сборы
14	с 01.10 по 06.01	с 07.01 по 27.01		с 28.01 по 10.02	

№	Наименование дисциплины	Обеспечивающая кафедра	Поток	Признак потока	Аудиторные часы				Самостоятельная работа студентов						Контроль				Окончание				
					в неделю	Всего	в том числе				по видам СРС(кол-во)						Руб. контроль						
							ЛК	ЛР	ПЗ/ сем.	КСР	КП	КР	РГР*	ДЗ*	РЕФ*	Всего (часы)	Коллоквиум*	Контр. работа*		Тестирование*	Всего	Вид контроля	Часов за экзамен
1	Иностранный язык	И-12			0,4	4	0	0	4	0						68					3ч		
2	Линейная алгебра и аналитическая геометрия	812	08481	10	0,9	12	8	0	4	0						96					Э	36	Да
3	Математический анализ	812	08481	10	0,9	12	8	0	4	0						96					Э	36	
4	Физика	801	08481	10	0,9	12	8	0	4	0						96					Э	36	
5	Информатика	410	08481	10	0,9	12	4	0	8	0						96					Э	36	
6	Инженерная и компьютерная графика	904			0,7	8	0	0	8	0						64					3ч		
7	Введение в профессию	410	08481	10	0,7	8	4	0	4	0						64					3ч		Да
Итого:					5,4	68	32	0	36	0						580					7/4	144	

Группы по потокам:
08481: М43-101Бк-17

Виды промежуточного контроля – курсовой проект, расчетная работа, домашнее задание, реферат.
Виды итоговой аттестации – зачет (зачет с оценкой), экзамен.

Направление подготовки «Радиотехника»

График обучения:

- 1) **Январь** – 3 недели: экзаменационной сессии за прошедший семестр и установочные лекции на следующий учебный семестр.
- 2) **Февраль – май**: выполнение домашних заданий и подготовка к экзаменационной сессии (дистанционно).
- 3) **Июнь** – 4 недели: экзаменационной сессии за прошедший семестр и установочные лекции на следующий учебный семестр.
- 4) **Июль – декабрь**: выполнение домашних заданий и подготовка к экзаменационной сессии (дистанционно).

Переаттестация дисциплин.

Переаттестация возможна:

-) При наличии среднего профессионального образования.
-) При согласии преподавателя по дисциплине!

Перезачет возможен:

-) При наличии высшего образования.
-) При наличии неоконченного высшего образования.

Что нужно сделать – принести копию диплома и выписки с оценками к диплому или академическую справку и написать заявление на переаттестацию и перезачет дисциплин.

Основные понятия и определения

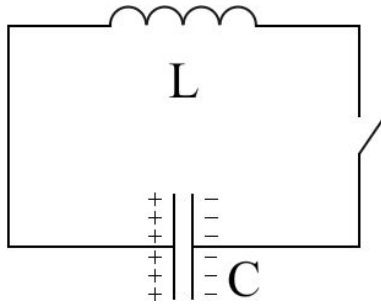
Предмет радиотехники

Радио (от лат. radio – испускаю лучи) – технические средства радиосвязи, в том числе предназначенные для вещания радиопрограмм.

Радиотехника - это область науки, использующая электромагнитные колебания радиочастотного диапазона для осуществления передачи информации на большие расстояния.

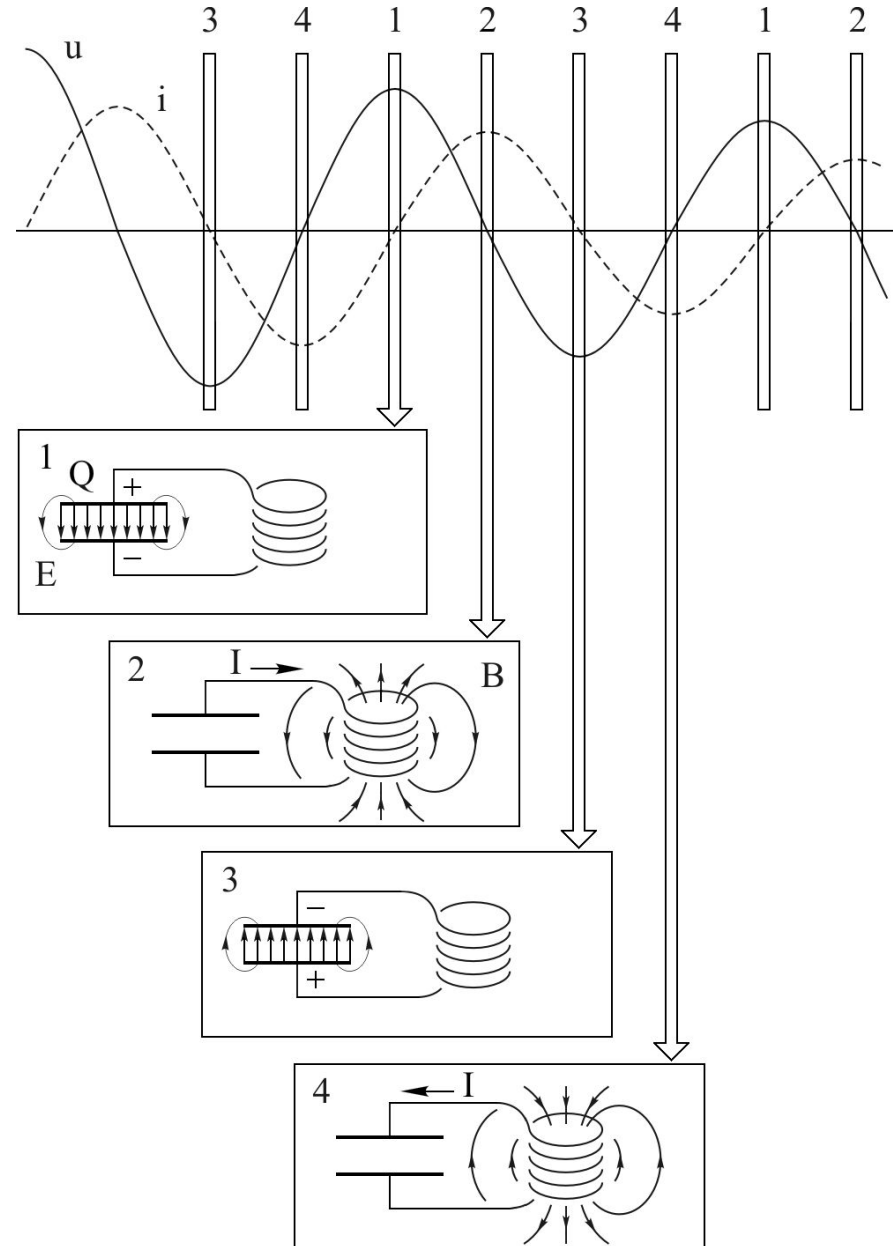
Электромагнитные колебания

Простейшая колебательная система – LC-контур.



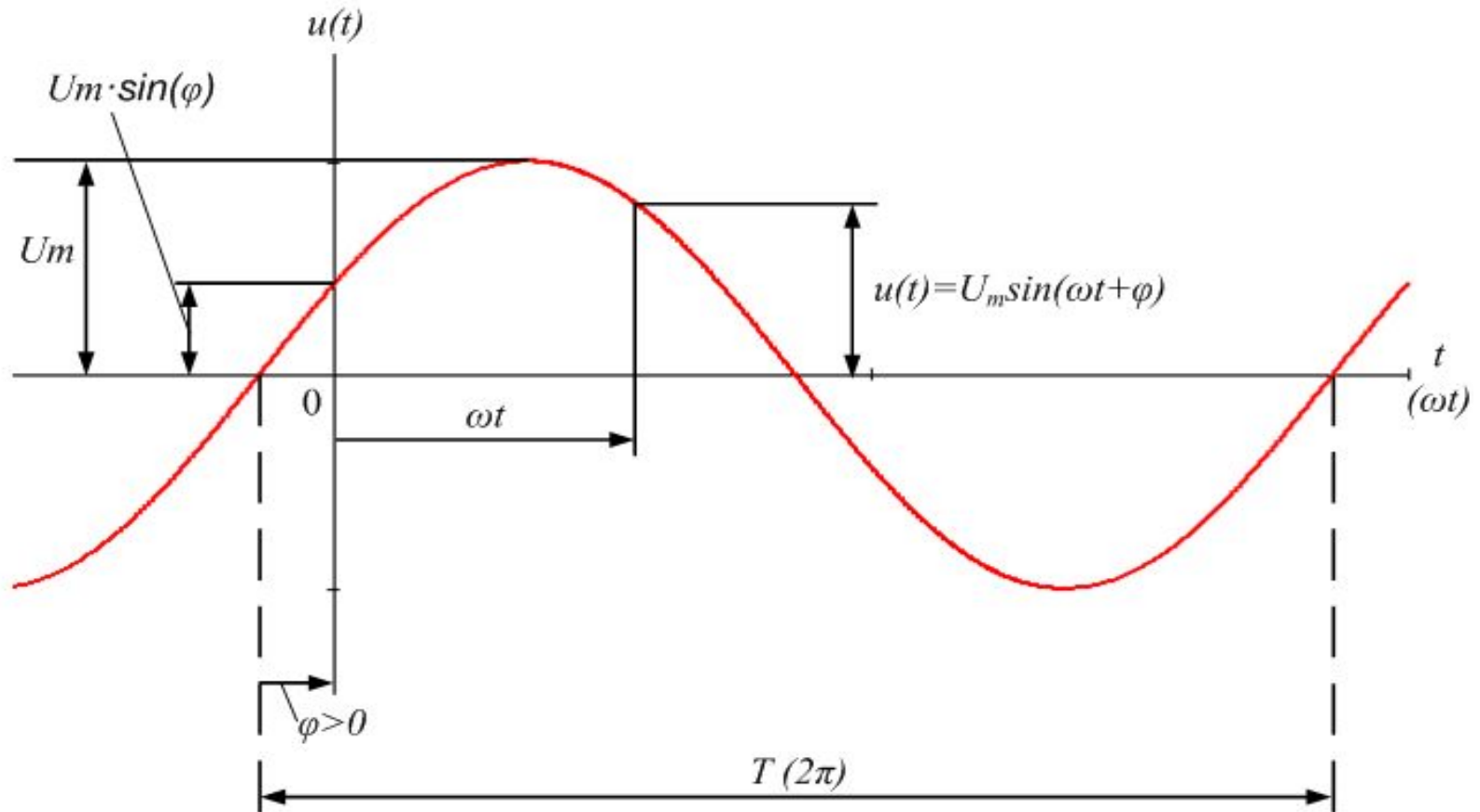
C – конденсатор, накапливает энергию электрического поля.

L – катушка индуктивности, накапливает энергию магнитного поля)



Электрическое колебание

$$u(t) = U_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)$$



Основные этапы развития радиотехники

Развитие радиотехники

Майкл Фарадей,
Великобритания
(1791-1867)



Открытие закономерности взаимодействия
электрических и магнитных полей

Электромагнитная индукция – появление
электрического тока в проводе при движении
магнита или провода.

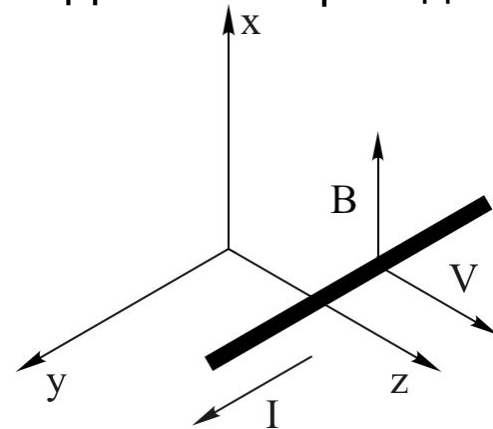
Двигается
магнитное поле

$$F_{\text{поле}} = q \cdot E$$



$$F = F_{\text{пров}} + F_{\text{поле}} = q(E + V \cdot B)$$

Двигается провод



$$F_{\text{пров}} = q \cdot V \cdot B$$



Развитие радиотехники

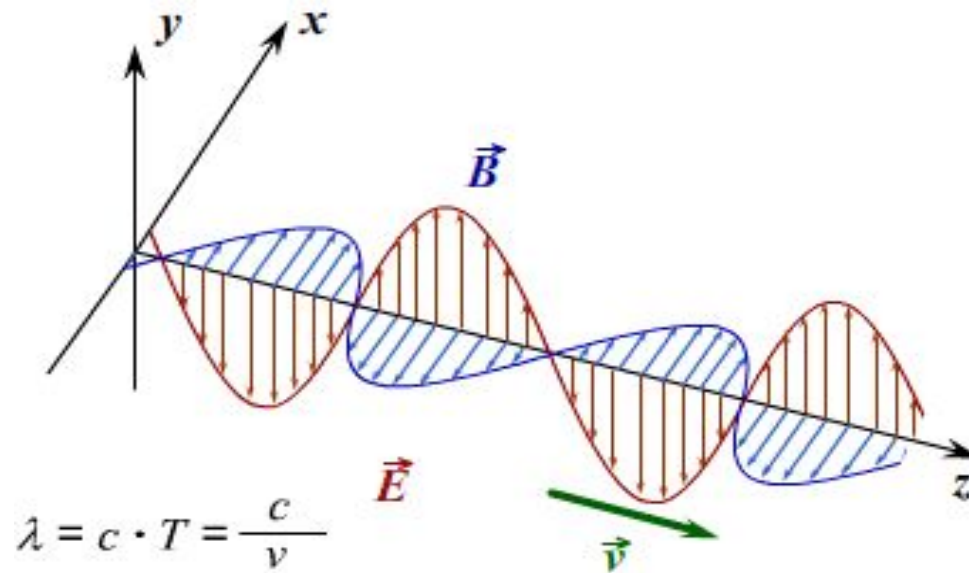
Обобщение элементарных законов электромагнетизма и создание математической теории (систему уравнений) электромагнитного поля и электромагнитных волн, распространяющихся со скоростью света

Джеймс Клерк Максвелл,
Великобритания
(1831-1879)



Название	СГС	СИ
Закон Гаусса	$\oint_s \mathbf{D} \cdot d\mathbf{s} = 4\pi Q$	$\oint_s \mathbf{D} \cdot d\mathbf{s} = Q$
Закон Гаусса для магнитного поля	$\oint_s \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = 0$	$\oint_s \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = 0$
Закон индукции Фарадея	$\oint_l \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{1}{c} \frac{d}{dt} \int_s \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s}$	$\oint_l \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{d}{dt} \int_s \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s}$
Теорема о циркуляции магнитного поля	$\oint_l \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = \frac{4\pi}{c} I + \frac{1}{c} \frac{d}{dt} \int_s \mathbf{D} \cdot d\mathbf{s}$	$\oint_l \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = I + \frac{d}{dt} \int_s \mathbf{D} \cdot d\mathbf{s}$

Электромагнитная волна



Электромагнитные колебания — распространяющееся в пространстве возмущение электрических и магнитных полей.

Электромагнитные волны — это такие электромагнитные колебания, которые распространяются в пространстве с конечной скоростью, которая зависит от свойства среды.

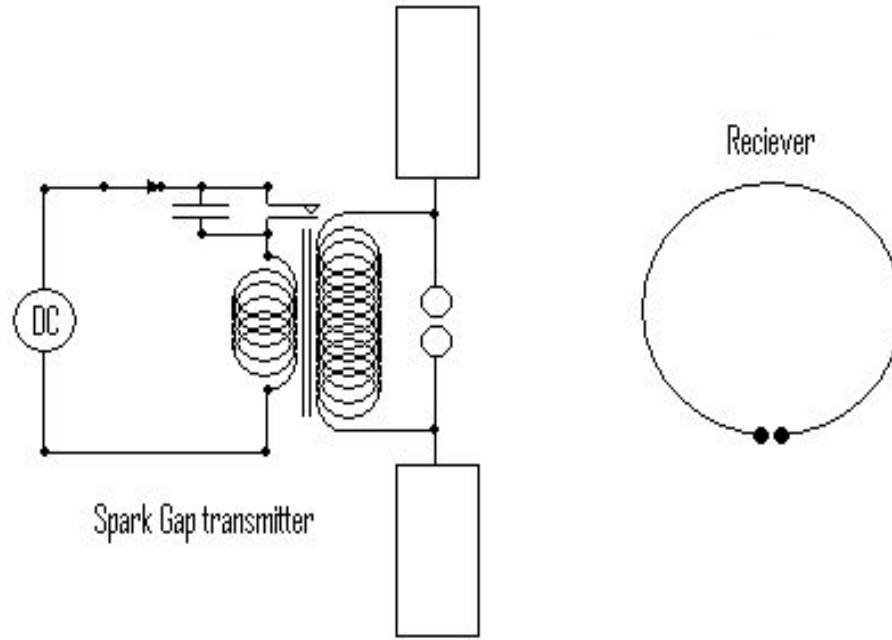
Развитие радиотехники

Генрих Рудольф Герц,
Германия
(1857-1894)



На практике подтвердил теорию Дж. Максвелла, в 1886-1888 годах экспериментально доказал существование электромагнитных волн и их аналогию со светом. Также Г. Герц сконструировал радиопередатчик на основе катушки Румкорфа (с ударным возбуждением колебательного контура ключевым прерывателем), а также простейший радиоприемник.

Развитие радиотехники



Благодаря своим опытам Герц пришёл к следующим выводам:

1. Волны Максвелла "синхронны" (справедливость теории Максвелла, что скорость распространения радиоволн равна скорости света);
2. Можно передавать энергию электрического и магнитного поля без проводов.

Развитие радиотехники

Основываясь на упомянутых результатах исследований Герца и некоторых других ученых, А. С. Попов изобрел, сконструировал и успешно испытал первый в мире прибор передачи сигналов на расстояние. На год позже радиосвязь осуществил итальянец Гульельмо Маркони.

В результате экспериментов также были зарегистрированы некоторые эффекты, легшие в последующем в основу различного рода приборов, например грозоотметчик. Также впервые был обнаружен эффект отражения радиоволн от препятствий с возможностью регистрации этих отражений – будущая радиолокация.

Александр Степанович
Попов (1859-1905)

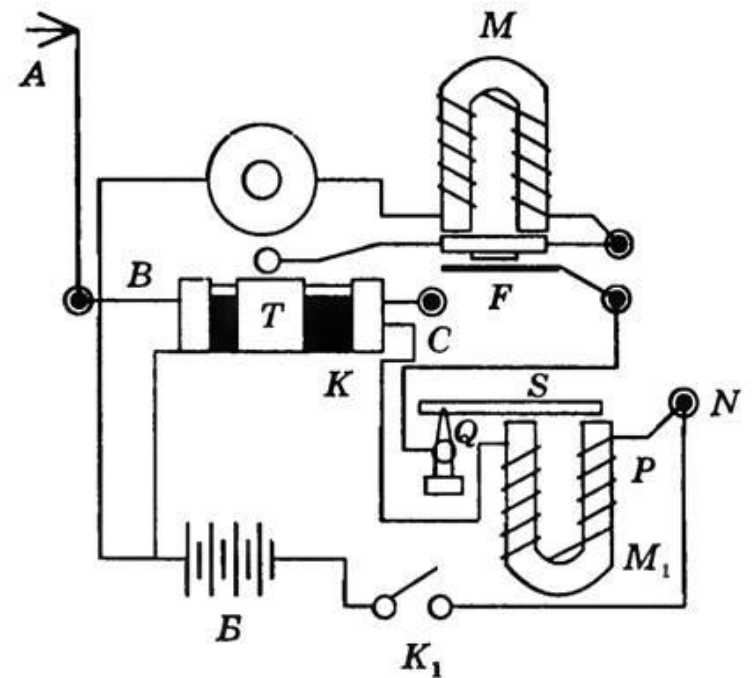
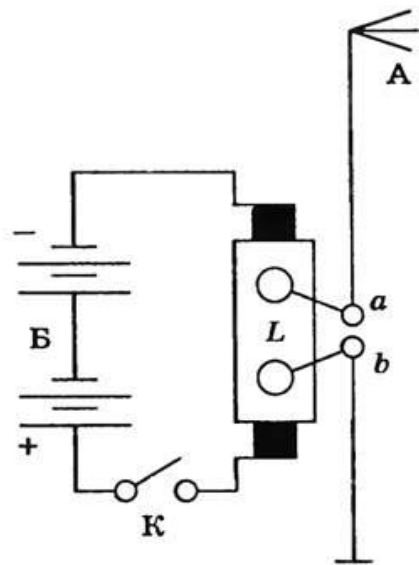


На заседании Физического отделения Русского физико-химического общества (РФХО) 25 апреля (7 мая) 1895 г. Александр Степанович прочитал доклад об изобретенном им приборе и продемонстрировал возможность приема коротких и продолжительных сигналов.

Поэтому **7 мая 1895 года** считается днем изобретения радио!

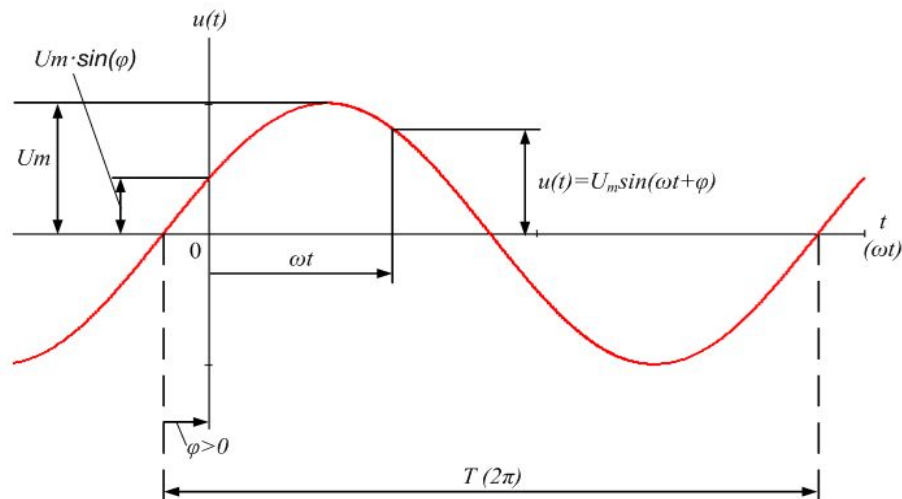
Развитие радиотехники

Система радиосвязи А. С. Попова

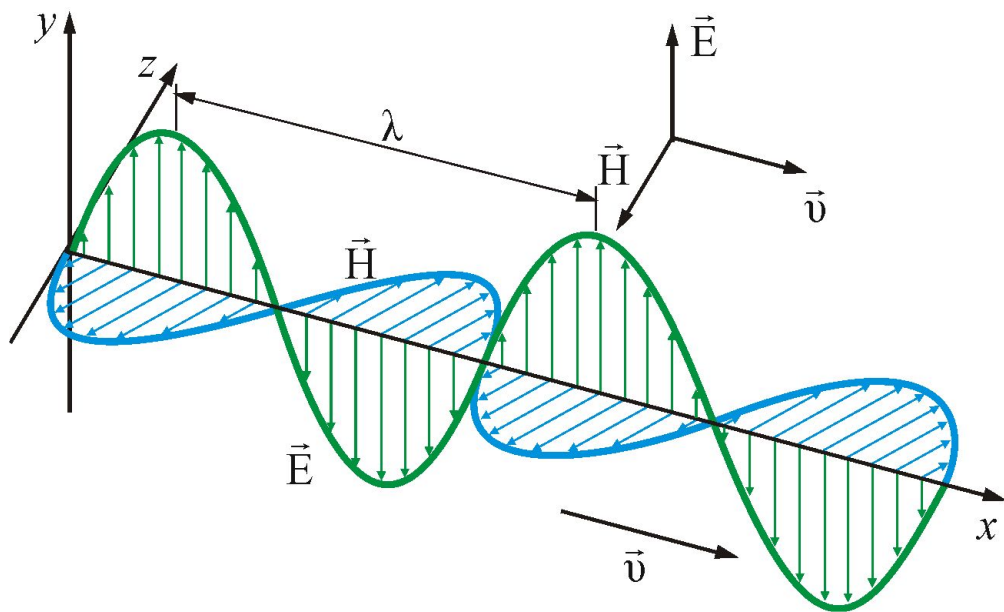


Диапазона радиоволн

Диапазоны радиоволн и частот



В электрической цепи:
Характерный параметр – частота
 $f = 1/T$



В пространстве:
Характерный параметр – длина
волны

$$\lambda = c/f$$

Приставки кратных и дольных единиц

Кратность	Приставка		Кратность	Приставка
10^1	Дека		10^{-1}	Деци, [д]
10^2	Гекто, [г]		10^{-2}	Санتي, [с]
10^3	Кило, [к]		10^{-3}	Милли, [м]
10^4	Мириа		10^{-4}	Децимилли
10^6	Мега, [М]		10^{-6}	Микро, [мк]
10^9	Гига, [Г]		10^{-9}	Нано, [н]
10^{12}	Тера, [Т]		10^{-12}	Пико, [п]
10^{15}	Пета, [П]		10^{-15}	Фемто, [ф]
10^{18}	Экса, [Э]		10^{-18}	Атто, [а]

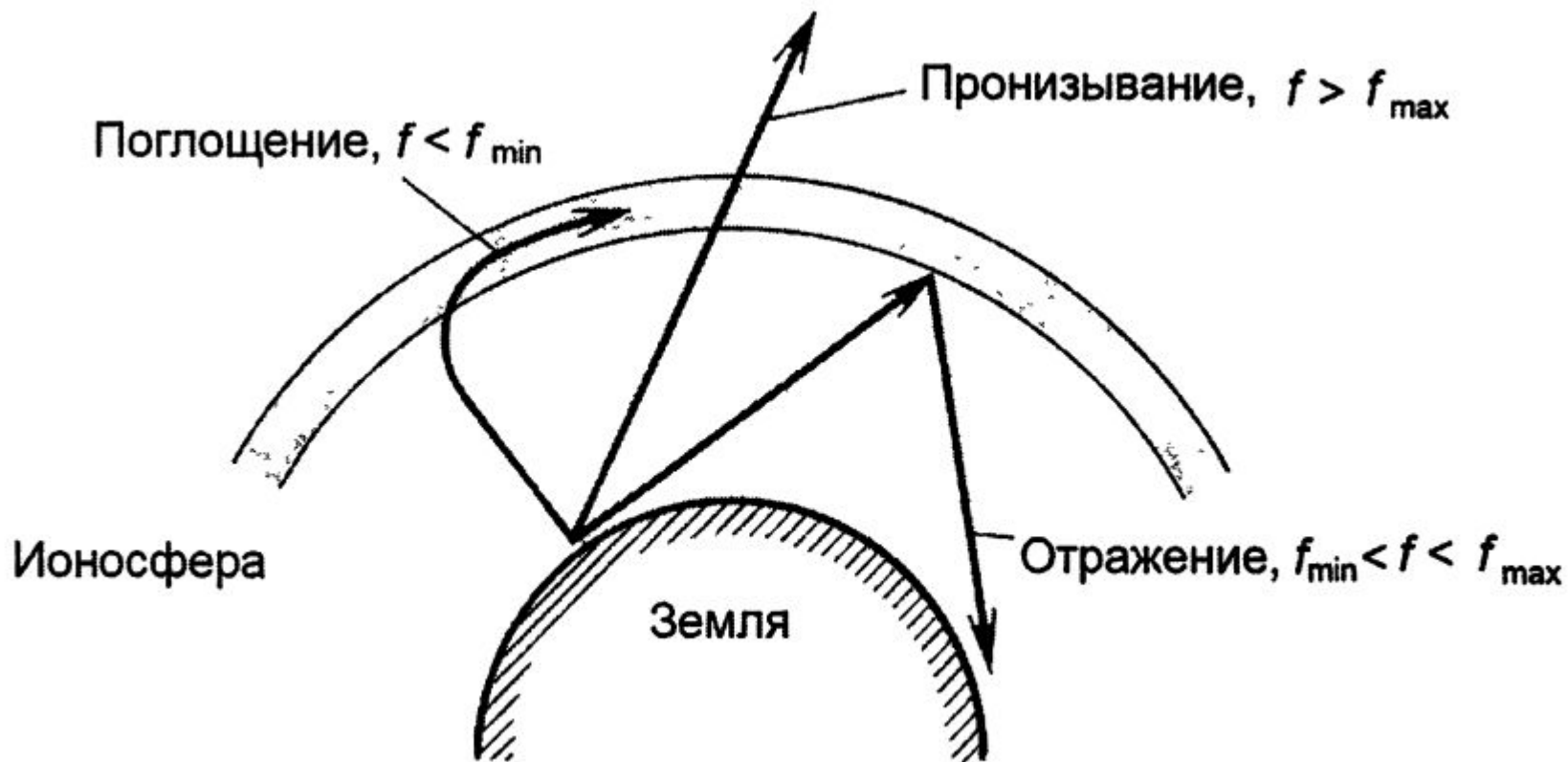
Диапазоны радиоволн и частот

Радиоволны

№	Диапазон		Условное обозначение диапазона частот	Наименование по длине волны
	частот	длин волн		
1	3-30 Гц	10^5 - 10^4 км	КНЧ (ELF) - крайне низкие частоты	Декаметрические
2	30-300 Гц	10^4 - 10^3 км	-	Мегаметрические
3	300-3000 Гц	10^3 - 10^2 км	УНЧ (ULF) - ультра низкие частоты	Гектокилометровые
4	3-30 кГц	100-10 км	ОНЧ (VLF)- очень низкие частоты	Сверхдлинные (мирааметровые)
5	30-300 кГц	10-1 км	НЧ (LF) - низкие частоты	Длинные (километровые)
6	300-3000 кГц	1000-100 м	СЧ (MF) - средние частоты	Промежуточные (гектометровые)
7	3-30 МГц	100-10 м	ВЧ (HF) - высокие частоты	Короткие (декаметровые)
8	30-300 МГц	10-1 м	ОВЧ (VHF) - очень высокие частоты	Метровые
9	300-3000 МГц	100-10 см	УВЧ (UHF) - ультра высокие частоты	Дециметровые
10	3-30 ГГц	10-1 см	СВЧ (SHF) - сверхвысокие частоты	Сантиметровые
11	30-300 ГГц	10-1 мм	КВЧ (EHF)- крайне высокие частоты	Миллиметровые
12	300-3000 ГГц	1-0,1 мм	ГВЧ - гипервысокие частоты	Децимиллиметровые
13	Оптические диапазоны волн.			

Распространение радиоволн

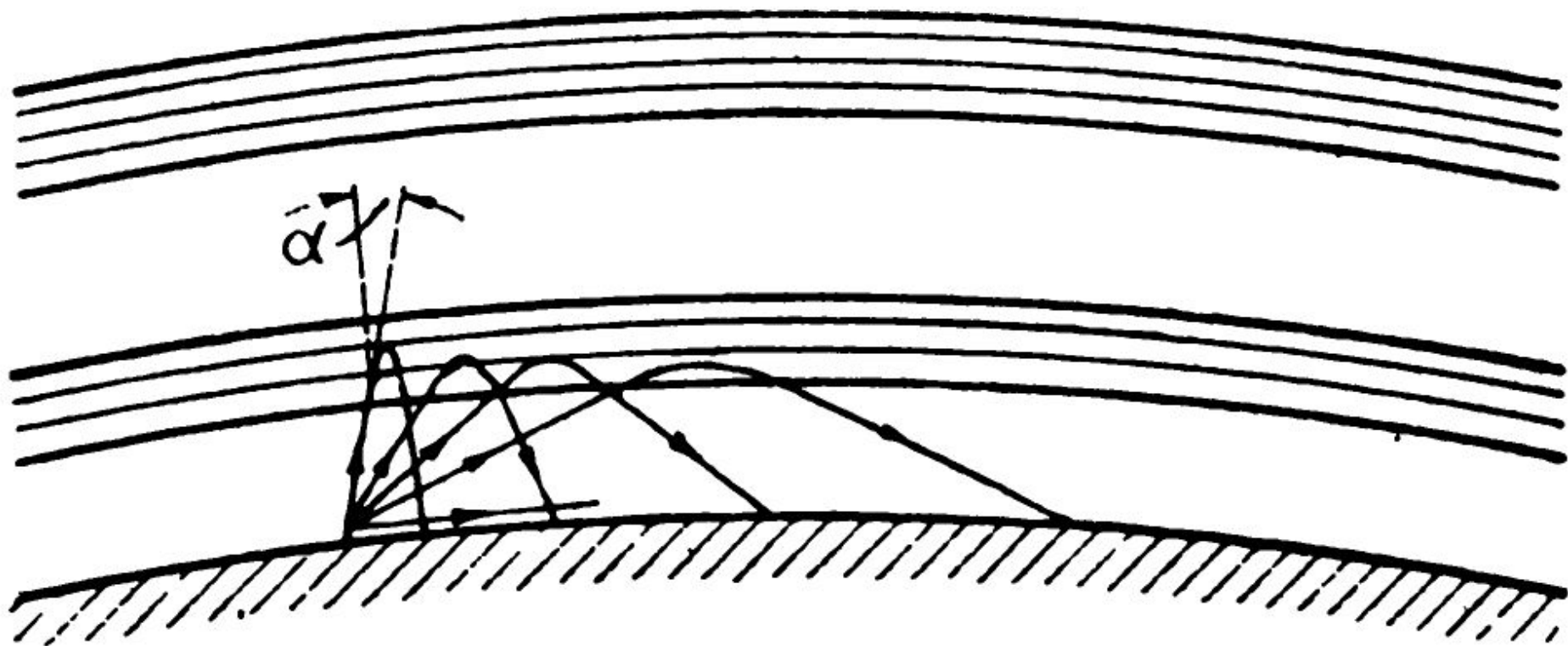
Распространение радиоволн



- На распространение радиоволн влияют:
- ионосфера;
 - поверхность Земли;
 - состояние тропосферы.

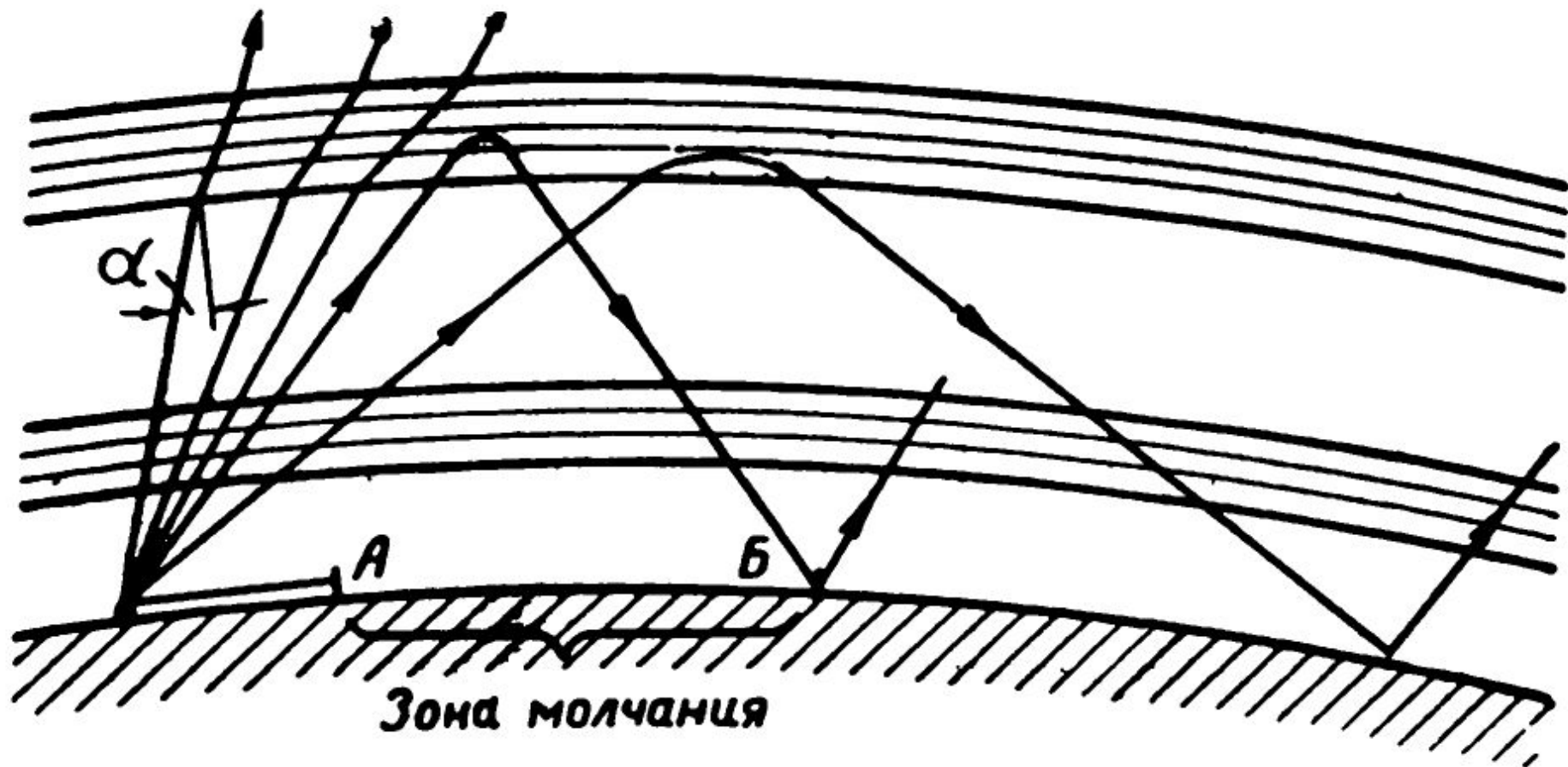
Распространение радиоволн

Средние и длинные волны



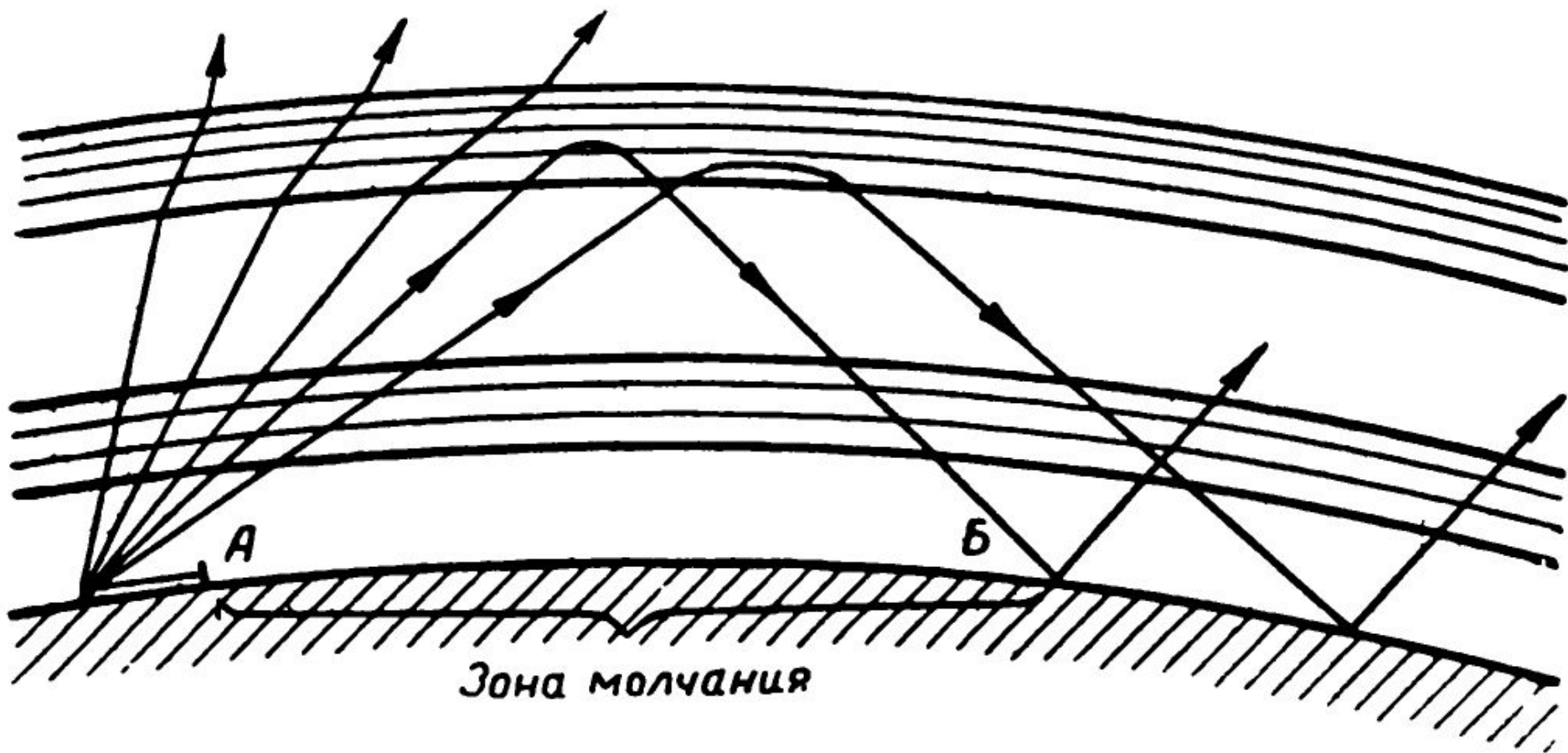
Распространение радиоволн

Короткие волны



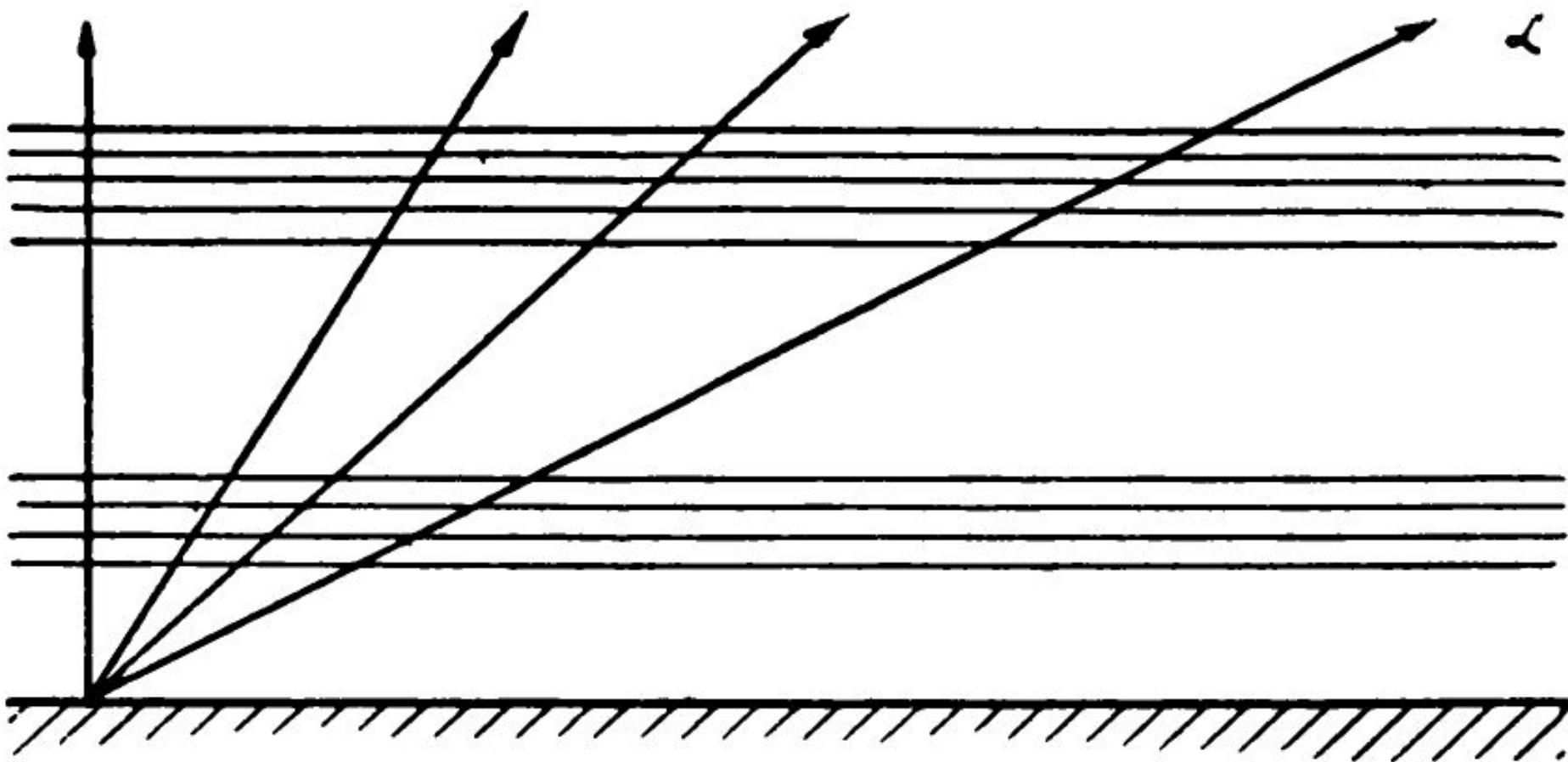
Распространение радиоволн

(Более) короткие волны

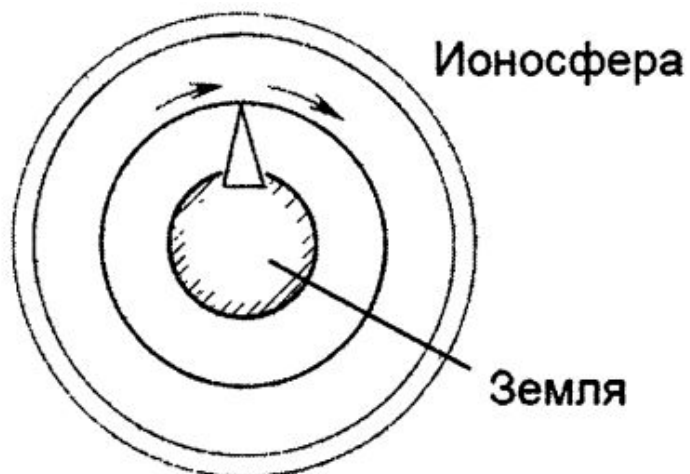


Распространение радиоволн

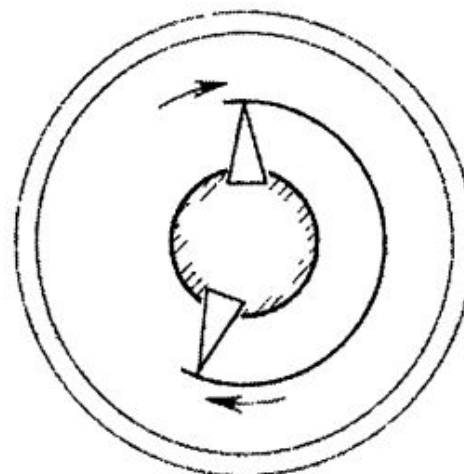
Ультракороткие волны



Распространение радиоволн



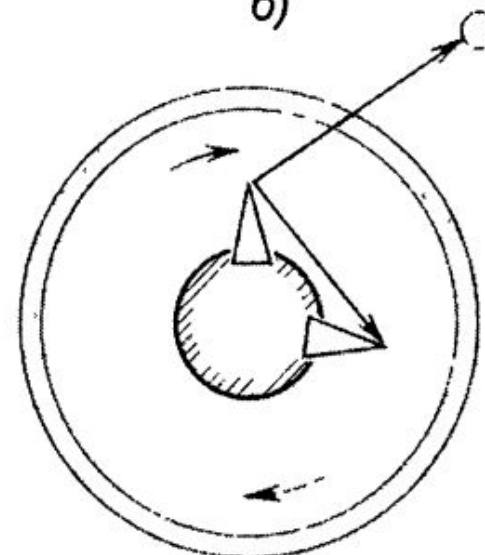
а)



б)



в)



г)

Излучение и прием радиоволн

Излучение и прием радиоволн

Антенна - устройство, предназначенное для излучения или приёма [радиоволн](#).

Антенны подразделяются на приёмные, передающие и приёмопередающие.

Передающая антенна преобразует энергию поступающего от

[радиопередатчика](#) Передающая антенна преобразует энергию поступающего от радиопередатчика [электромагнитного колебания](#) в распространяющуюся в пространстве электромагнитную волну.

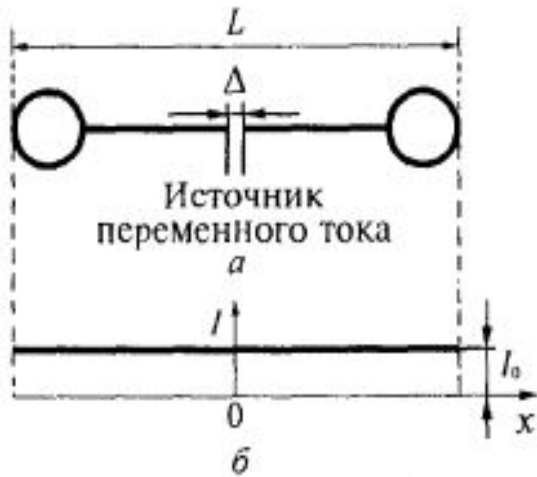
Приемная антенна преобразует энергию падающей на антенну электромагнитной волны в электромагнитное колебание, поступающее в [радиоприёмник](#).

Таким образом, антенна является преобразователем подводимого к ней электромагнитного колебания (переменного электрического тока) в [электромагнитное излучение](#) и наоборот.

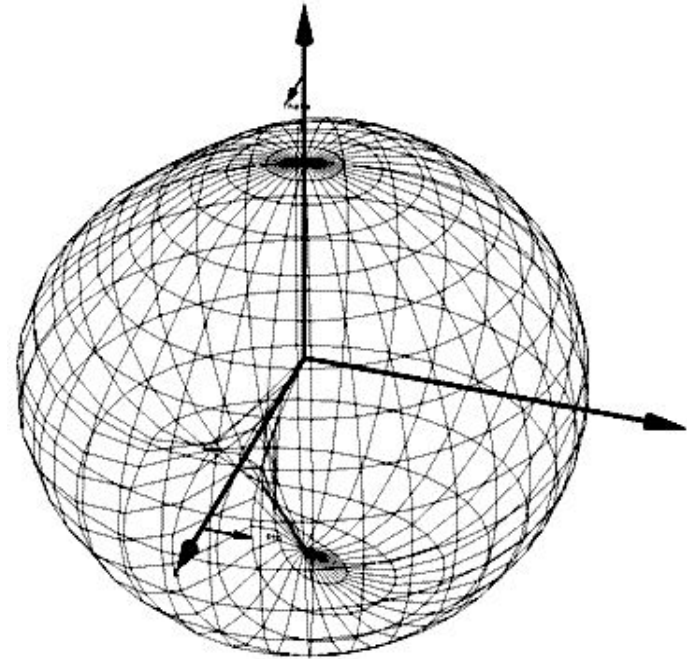


Излучение и прием радиоволн

Диполь Герца
(элементарная антенна)

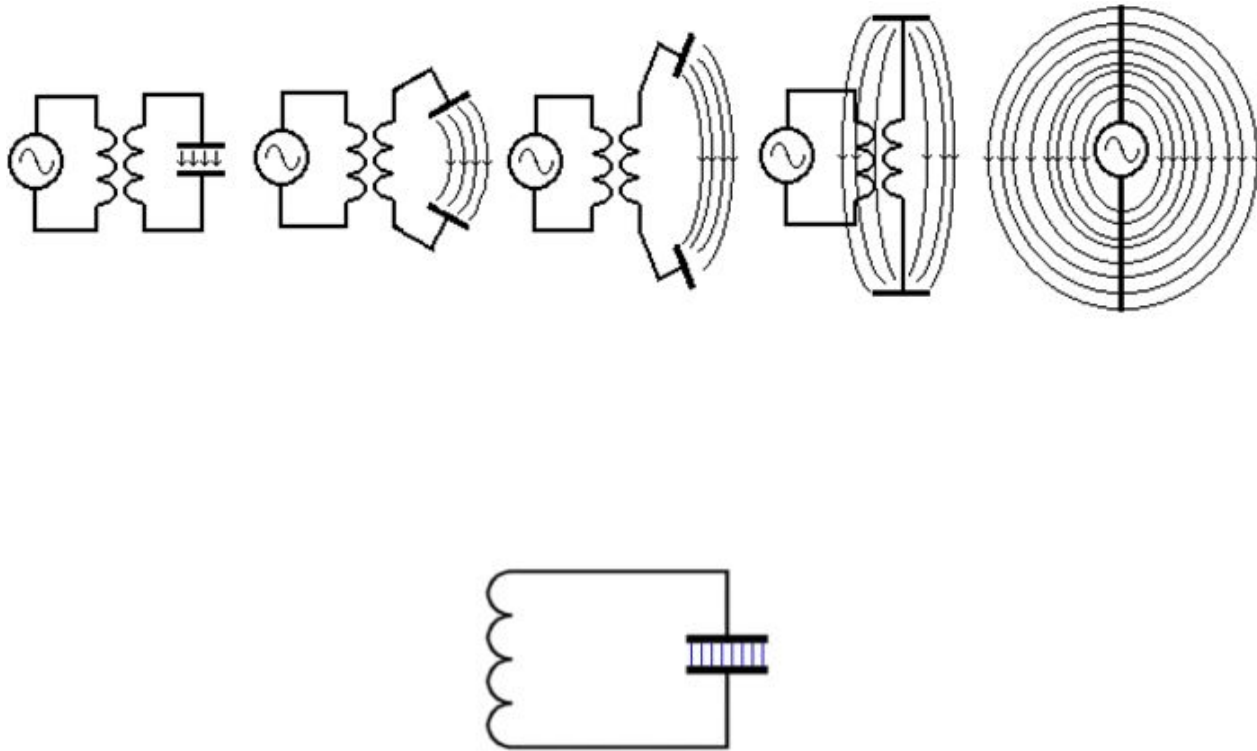


Поле точечного излучателя



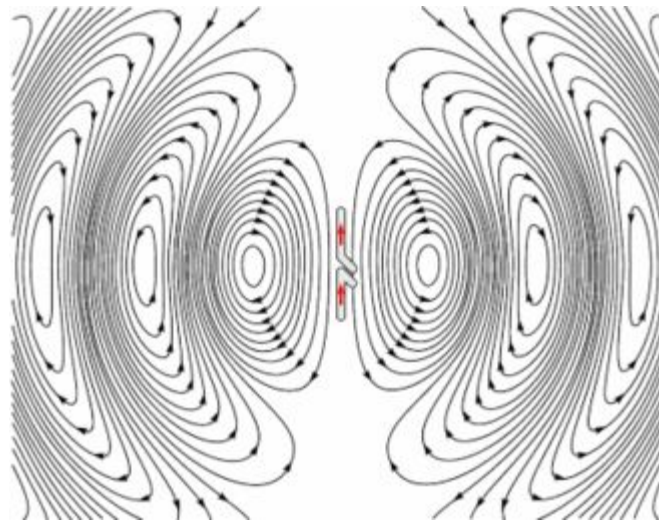
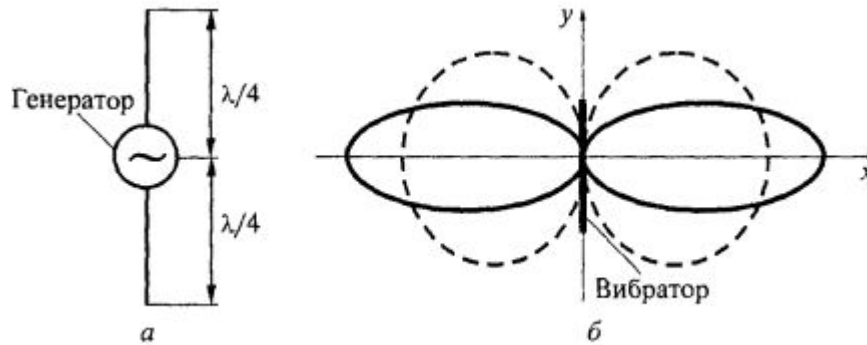
Излучение и прием радиоволн

В общем случае антенна представляет собой колебательный контур открытого типа, у которого пластины конденсатора условно сильно раздвинуты



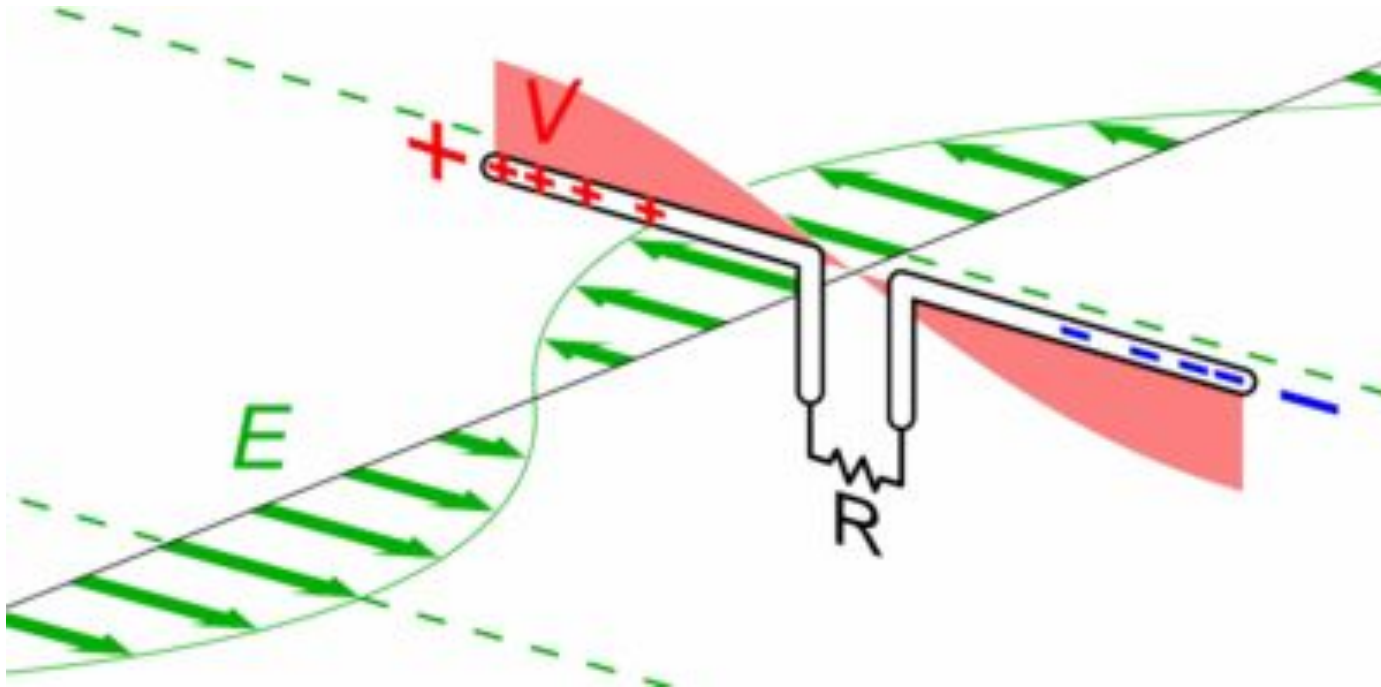
Излучение и прием радиоволн

Диаграмма направленности антенны - зависимость плотности потока мощности от направления в пространстве (в каких направлениях и как интенсивно излучает антенна)



Излучение и прием радиоволн

Прием электромагнитной волны полуволновым диполем



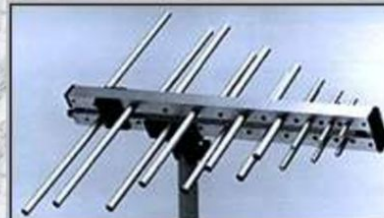
Излучение и прием радиоволн

Примеры антенн

**НЕСИММЕТРИЧНЫЕ
ВИБРАТОРЫ**



**ЛОГОПЕРИОДИЧЕСКАЯ
АНТЕННА**



HP 11966D/HP 11956A log periodic antenna, 200 MHz to 1 GHz

**ШТЫРЕВАЯ
АНТЕННА**



**РУПОРНАЯ
АНТЕННА**



HP 11966J double-ridged waveguide horn antenna, 18 GHz to 40 GHz

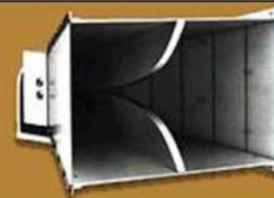
**ПАРАБОЛИЧЕСКАЯ
АНТЕННА
«СПУТНИКОВОЙ
СВЯЗИ»**



**ДИРЕКТОРНЫЕ
АНТЕННЫ**



**ОТКРЫТЫЙ КОНЕЦ
ВОЛНОВОДА**



HP 11966E double ridged waveguide horn antenna, 1 GHz to 18 GHz

Излучение и прием радиоволн

Примеры антенн

