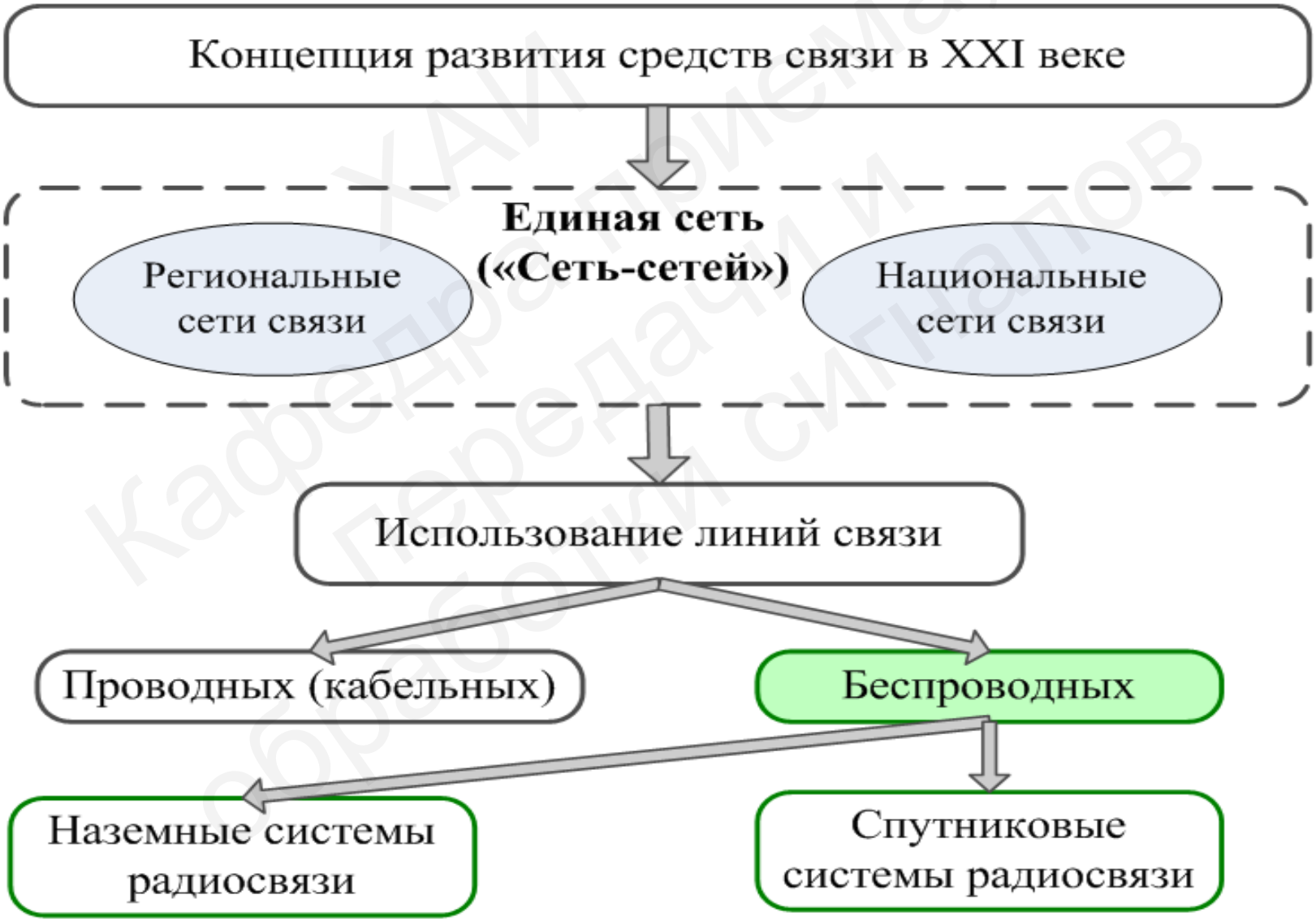
Лекция 1

Общие принципы построения систем связи



ХАИ Кафедра приема, передачи и обработки сигналов

Службы радиосвязи

Фиксированная (ФСС)

предназначена для организации связи между стационарными пользователями. В основном, используется для организации магистральных и зоновых линий связи большой протяженности.

Подвижная (ПСС)

связь между подвижными объектами или между подвижными объектами и стационарным пользователем (мобильная связь). Используется как в системах специального назначения (морская, воздушная, автомобильная, ж/д связь), так и для предоставления услуг персональной связи.

Радиовещательная (РСС)

предназначена для приема телевизионных и радиовещательных программ. Охватывает наземные и спутниковые системы ТВ и радиовещания.

Персонализация услуг связи

Стирание границ между ФСС и ПСС и ФСС и РСС

ХАИ Кафедра приема, передачи и обработки сигналов

Виды радиосвязи и классификация систем связи

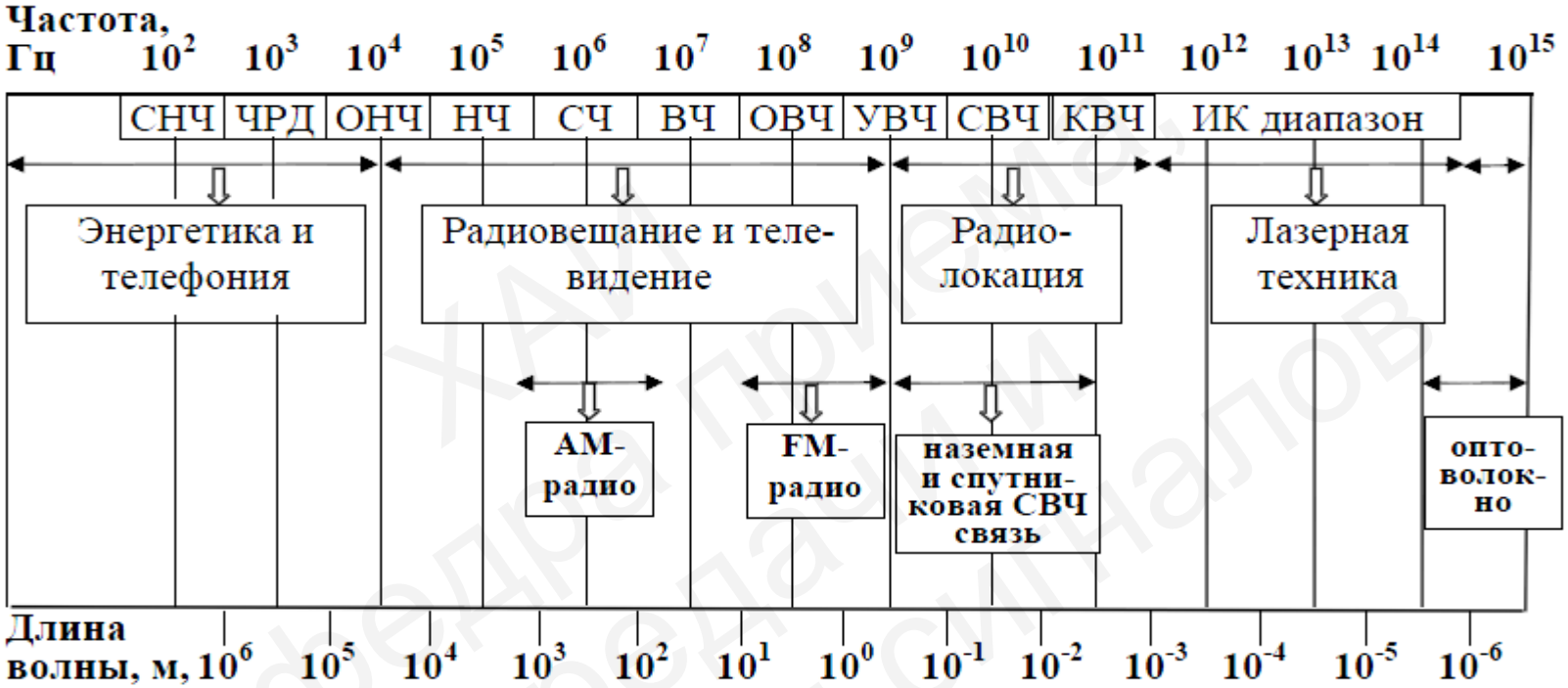
Космическая радиосвязь – радиосвязь, в которой используся космические радиостанции, пассивные спутники или другие космические объекты.

Наземная радиосвязь – радиосвязь, в которой применяют радиостанции, находящиеся на поверхности Земли и в основной части земной атмосферы, исключая космическую радиосвязь и радиоастрономию.

Спутниковая радиосвязь – это космическая радиосвязь между земными станциями, осуществляемая путем ретрансляции радиосигналов через один или несколько спутников Земли.

ХАИ Кафедра приема, передачи и обработки сигналов

ДИАПАЗОНЫ И ПОЛОСЫ ЧАСТОТ



Полосы частот для спутниковой связи

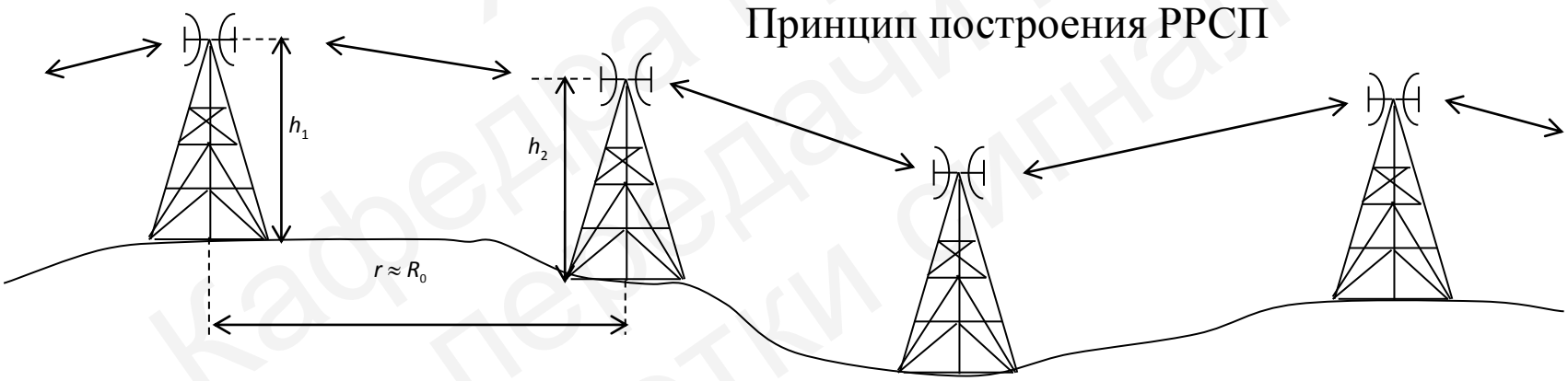
Название диапазона	Диапазон частот, ГГц	Ширина полосы, ГГц	Наиболее распространенное применение
L	1 – 2	1	Мобильная спутниковая связь
C	2 – 4	2	Службы мобильной спутниковой связи. Исследования космоса
S	4 - 8	4	Спутники фиксированной службы связи
X	8 – 12,5	4,5	Военные службы ФСС, исследование Земли из космоса, метеоспутники
K_u	12,5 – 18	5,5	Службы ФСС, радиовещательные спутниковые службы (РСС)
K	18 – 26,5	8,5	Службы ФСС и РСС
K_a	26,5 – 40	13,5	Службы ФСС,

ХАИ кафедра приема, передачи и обработки сигналов

Назначение и классификация радиорелейных систем передачи

Радиорелейными (от франц. relais – промежуточная станция) **системами передачи** (РРСП) называют сверхвысокочастотные радиосистемы, в которых использован принцип последовательной ретрансляции радиосигналов в пределах прямой видимости.

Принцип построения РРСП



Расстояние прямой видимости приблизительно равно $R_0 = 4{,}1\left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}\right)$ (км). Следовательно при высотах подвеса антенн h_1 и h_2 от 50 до 70 м длина одного прогона (расстояние между ближайшими радиорелейными станциями (РРС)) на равнинной местности составит 40 – 70 км, а в горах и на пересеченной местности это расстояние может быть увеличено за счет установки РРС на возвышениях (вершинах гор).

УАИ Кафедра приема, передачи и обработки сигналов

История развития радиорелейных систем передачи

1935 г. – появление в США первой экспериментальной аналоговой РРЛ Нью-Йорк – Филадельфия с пятью телефонными каналами протяженностью 200 км.

Нач. 1950-х гг. – интенсивное строительство магистральных РРЛ во многих развитых странах для организации телефонной связи, телерадиовещания, а также передачи цифровых данных.

1953 – 1958 гг. – появление первых магистральных РРСП в СССР (системы Р-600б Р-600М, Р-600-МВ, «Рассвет», комплекс унифицированных РРС «Курс»)

Середина 1970-х гг. – окончание создания в СССР уникальной РРЛ протяженностью около 10 тыс. км.

Середина 1970-х гг. – начало разработки и создания в Украине аналоговых и цифровых РРСП, которые на сегодняшний день перекрывают диапазон частот от 4 до 40 ГГц («Сатурн», «Эклиптика», «Элара», «Энергетик», «Эврика», «Гелиос» и др.).

ХАИ
Кафедра приема, передачи и обработки сигналов

Области применения радиорелейных систем передачи

Организация ***аналоговых*** многоканальных линий телефонной связи

Магистральная телефония и передача ***цифровых*** потоков информационных данных

Соединение базовых станций сотовых и транкинговых систем с центрами коммутации

Организация локальных и корпоративных сетей ***высокоскоростной*** передачи данных

Организация мобильных сетей военного и гражданского назначения для обеспечения ***оперативной связи*** в районах боевых действий или стихийных бедствий

ХАИ
Кафедра приема, передачи и обработки сигналов

Классификация радиорелейных систем передачи

По службам РС:

РРСП ФСС,
РРСП ПСС,
РРСП РСС

По назначению:

междугородние,
магистральные,
внутризоновые,
местные

По диапазону длин волн:

дециметровые,
сантиметровые,
миллиметровые

По числу прогонов:

однопрогонные,
многопрогонные

По способу разделения каналов :

с частотным разделением каналов,
с временным разделением каналов,
с кодовой модуляцией сообщений

По скорости передачи данных:

высокоскоростные (более 140 Мбит/с)
среднескоростные (до 52 Мбит/с)
низкоскоростные (до 8 Мбит/с)

По виду информационных сигналов:

аналоговые,
цифровые

По емкости:

малой емкости (до 60 КТЧ в одном стволе),
средней емкости (до 600 КТЧ в одном стволе),
большой емкости (более 600 КТЧ в одном стволе)

Кафедра приема, передачи и обработки сигналов УлГТУ

Высокоскоростные РРСП большой емкости

Среднескоростные РРСП средней емкости

магистральные

Используются в глобальных системах передачи данных

зоновые

Используются для создания региональных и зоновых сетей передачи данных

Низкоскоростные РРСП

Организация связи

на ж/д транспорте

в газотранспортных системах

в нефтепроводах

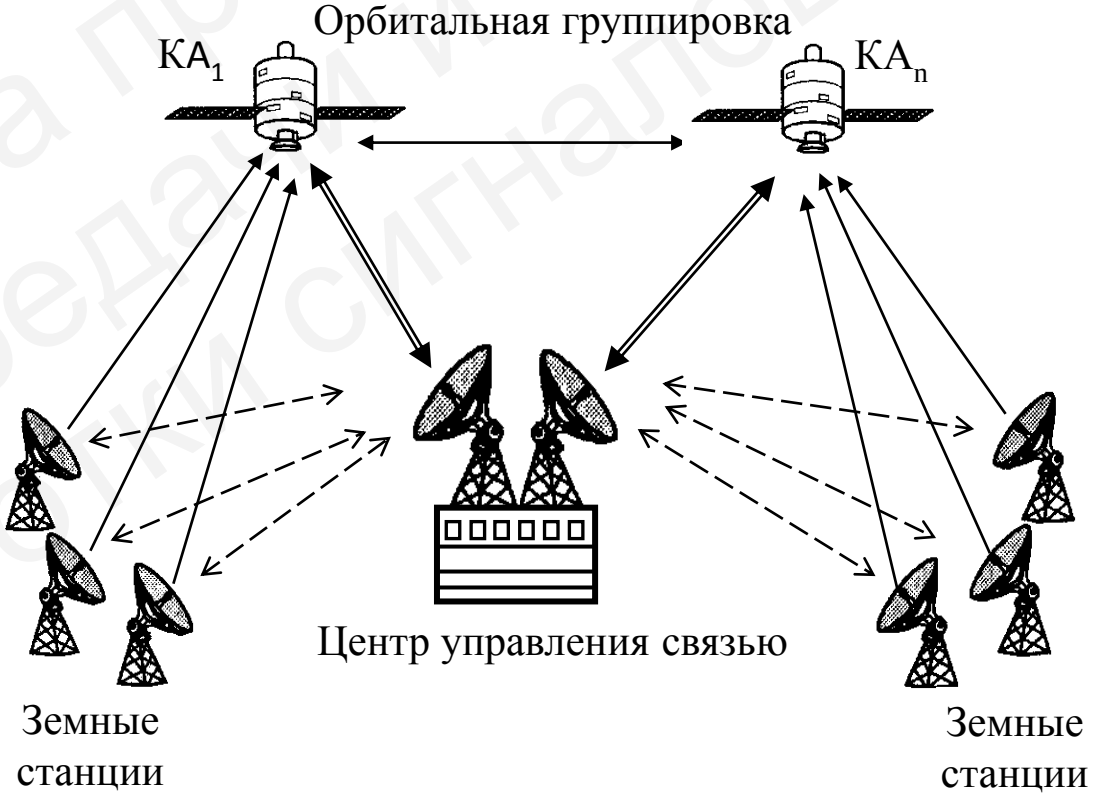
на линиях электропередачи

ХАИ Кафедра приема, передачи и обработки сигналов

Назначение и классификация спутниковых систем связи

Спутниковые системы связи (ССС) – это такие системы связи, в которых для передачи сигналов на большие расстояния используется принцип активной ретрансляции.

Радиоретранслятор находится на космическом аппарате (КА), выведенном на околоземную орбиту. Таким образом, в ССС осуществляется многократная ретрансляция сигналов земных станций через КА, а сами КА могут одновременно работать с несколькими земными станциями.



Конфигурация системы спутниковой связи

Кафедра приема, обработки и передачи сигналов ХНУРЭ

История развития спутниковых систем связи

1945 г. – публикация в журнале «Wireless World» статьи английского учёного, писателя и изобретателя Артура Кларка «Внеземные ретрансляторы» («Extra-terrestrial Relays»), в которой он предложил идею создания системы спутников связи на геостационарных орбитах, которые позволили бы организовать глобальную систему связи.

Вторая половина 1950-х – в западных странах начали проводиться первые исследования в области гражданской спутниковой связи. В США толчком к ним послужили возросшие потребности в трансатлантической телефонной связи.

1957 г. - в СССР запущен первый искусственный спутник Земли с радиоаппаратурой на борту.

12 августа 1960 г. – в США выведен на орбиту высотой 1500 км КА «Эхо-1», представлявший собою надувной шар диаметром 30 м с металлизированной оболочкой, которая выполняла функции пассивного ретранслятора.

20 августа 1964 г. – подписание 11 странами (без СССР) соглашения о создании международной организации спутниковой связи Intelsat (International Telecommunications Satellite organization).

23 апреля 1965 г. – успешный запуск в СССР связного спутника Молния-1.

6 апреля 1965 г. в рамках программы Intelsat был запущен первый коммерческий спутник связи «Intelsat I» (“Early Bird”). Он обладал полосой пропускания 50 МГц и мог обеспечивать до 240 телефонных каналов связи.

1971 г. – подписание 9 странами социалистического блока соглашения о создании системы связи «Интерспутник», что положило начало развитию гражданской спутниковой связи в СССР.

ХАИ Кафедра приема, передачи и обработки сигналов

Классификация спутниковых систем связи

По территориальному признаку

Глобальные **–** зона обслуживания охватывает весь земной шар.

Национальные **–** обеспечивают связь в отдельной стране или группе близко расположенных стран.

Региональные **–** обеспечивают связь в отдельных регионах.

По орбитальному признаку

Геостационарные (стационарные) – GEO (Geostationary Earth Orbit).

Среднеорбитальные (средневысотные) – MEO (Medium Earth Orbit).

Низкоорбитальные (низковысотные) – LEO (Low Earth Orbit).

Системы связи на эллиптических орбитах – EEO (Elleptical Earth Orbit).

Кафедра ЛАИ приема передачи и обработки сигналов

Преимущества и недостатки спутниковых систем связи

Преимущества

большая пропускная способность, обусловленная работой на частотах порядка ГГц;

обеспечение связи между значительно удаленными станциями, возможность обслуживания абонентов в труднодоступных точках;

независимость стоимости передачи информации от расстояния между абонентами (стоимость зависит от продолжительности передачи или объема передаваемого трафика);

возможность построения сети без физически реализованных коммутационных устройств, обусловленная широковещательностью работы СС.

Недостатки

Необходимость обеспечения конфиденциальности данных и предотвращения возможности перехвата данных «чужими» станциями;

наличие задержки приема радиосигнала наземной станцией из-за больших расстояний между спутником и РТС;

возможность взаимного искажения радиосигналов от наземных станций, работающих на соседних частотах;

подверженность передаваемых сигналов влиянию различных атмосферных явлений;

необходимо активное сотрудничество многих стран, использующих технику спутниковой связи для разрешения проблем с распределением частот и размещением спутников на орбите.

ХАИ
Кафедра приема, передачи и обработки сигналов

Основные понятия и определения

Система радиосвязи – это совокупность радиоканалов, устройств обработки информации, источников и получателей сообщений, внешней среды и правил функционирования.

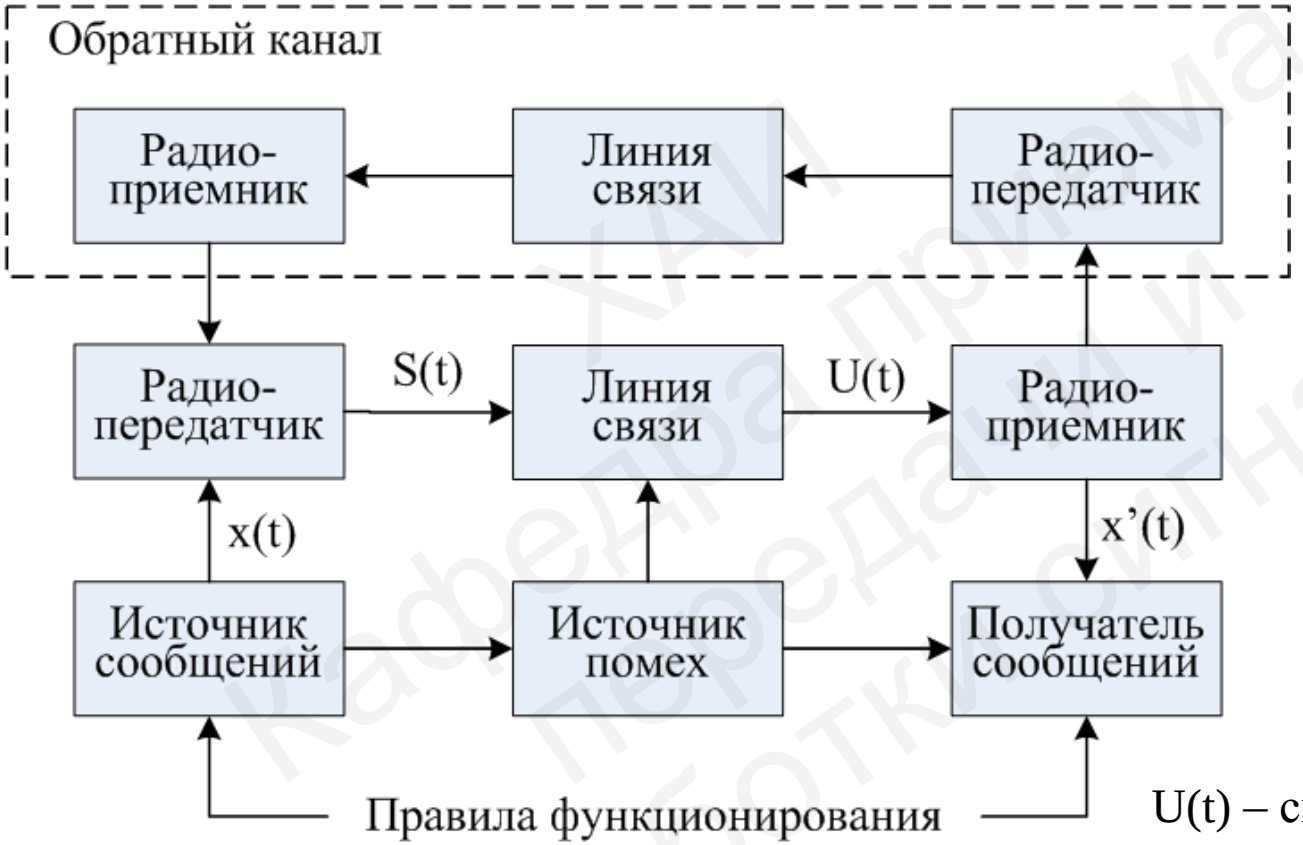
Радиоканал – это совокупность технических средств и среды распространения радиоволн, обеспечивающих передачу сигналов от источника к приемнику информации. В качестве технических средств в радиоканале используют радиостанции.

Радиолиния – это радиоканал, обеспечивающий радиосвязь в одном азимутальном направлении.

Радиосеть – это совокупность радиолиний, работающих на одной, общей для всех абонентов частоте.

ХАИ Кафедра приема, передачи и обработки сигналов

Структурная схема системы радиосвязи



x(t) – информационный сигнал от непрерывного либо дискретного источника, преобразованный в электрическую величину.

S(t) – сигнал передатчика, полученный в результате кодирования и модуляции информационного сигнала.

$S(t) = F[x(t), f(t)]$,

f(t) – сигнал переносчик (сигнал на частоте несущей).

U(t) – сигнал на входе приемника.

$U(t) = V[S(t), n(t)]$,

n(t) – величина, характеризующая влияние помех аппаратурных и действующих в линии связи. Помехи могут быть аддитивными n(t) и мультипликативными μ(t), тогда

$U(t) = S(t)\mu(t) + n(t)$.

x'(t) – оценка передаваемого сообщения, выделенная приемным устройством в результате выполнения операций демодуляции и декодирования.

$x'(t) = A[U(t)]$.

Кафедра ХАИ приема, передачи и обработки сигналов

Функции обратного канала:

1) обеспечение двухстороннего обмена информацией;
2) повышение достоверности передаваемой информации за счет формирования специальных информационных и управляющих команд.

РСПИ, содержащие обратный канал, называются **системами с обратной связью**.

системы с управляющей обратной связью

решающая схема приемника может при наличии сомнений принять решение о необходимости повторной передачи сообщения и проинформировать об этом передающую сторону.

системы с информационной обратной связью

Приемная сторона извещает передающую сторону по обратному каналу о том, какое сообщение принято, а передающая сторона сравнивает это сообщение с переданным и при обнаружении существенных отличий повторяет переданное сообщение.

Двухстороннюю радиосвязь, при которой передача и прием на каждой радиостанции осуществляются поочередно, называется **симплексной**, если передача и прием на каждой радиостанции ведутся одновременно, то такая связь называется **дуплексной**.

ХАИ
Кафедра приема, передачи и обработки сигналов