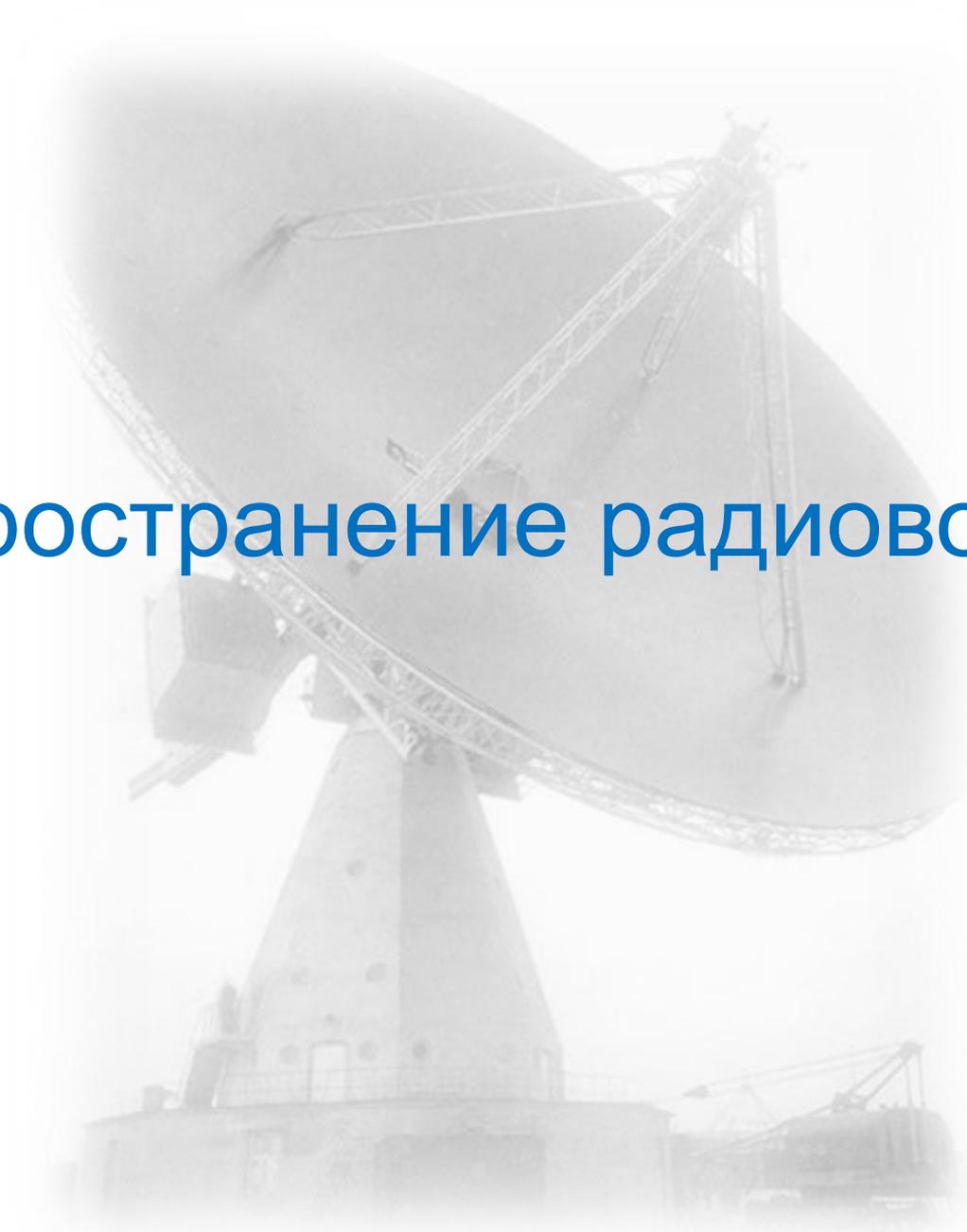


Распространение радиоволн

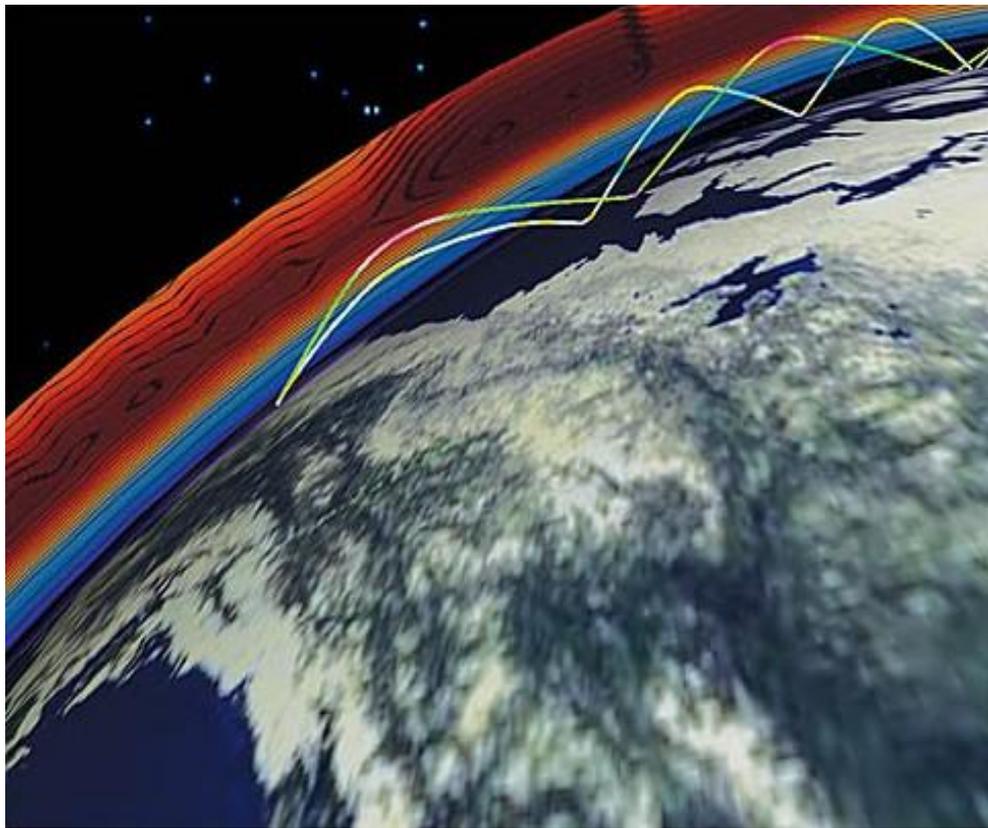


Основные понятия.

Любая радиотехническая система передает или принимает информацию в виде радиосигнала, которая распространяется в окружающем пространстве. В соответствии с международными соглашениями к радиоволнам относятся электромагнитные волны частотой от 3 до $3 \cdot 10^{12}$ Гц (1 Гц – это колебание электрической величины: тока, напряжения, напряженности электрического или магнитного поля – с периодом в 1 секунду). Для передачи информации в радиосистемах используются сигналы с частотами от 3000 Гц до $3 \cdot 10^{12}$ Гц. Этим частотам соответствуют длины радиоволн от 10^5 км до 0,1 мм.

На первый взгляд распространение радиоволн происходит в свободном пространстве (в вакууме) со скоростью света $2,997 \cdot 10^8$ м/с. Однако это интуитивное представление ошибочно. На распространение радиоволн влияют: земная поверхность, лес, дом и другие естественные и искусственные объекты. Влияет также земная атмосфера. Особенно существенно влияние нижней части земной атмосферы – тропосферы, которая располагается на высотах до 10-12 км над поверхностью Земли, и верхней части земной атмосферы – ионосферы, находящейся на высотах свыше 60 км.

Однако, влияние земли и различных частей атмосферы на распространение радиоволн зависит от длины волны. Поэтому приходится проводить экспериментальные и теоретические исследования, влияния окружающей среды на распространение волн определенных диапазонов, чтобы обеспечить работоспособность радиотехнических систем. В течение XX века радиотехника освоила почти весь диапазон радиоволн – вплоть до миллиметрового. Сейчас идет интенсивное освоение диапазона волн длиной короче миллиметра – терагерцового диапазона волн.



Схематическая картина многоскачкового распространения коротких радиоволн в ионосфере. Основные ионосферные слои показаны синим и красным цветом, траектории радиоволн – тонкими желтыми линиями. Видно, что волна, стартуя с земли под углом к поверхности, многократно переотражается в канале между землей и ионосферой. Такой режим распространения обеспечивает радиосвязь на дальние расстояния

Тенденция современной радиотехники – создание высокоточных радиотехнических систем. При этом роль процессов распространения радиоволн очень велика, т.к. они определяют точностные характеристики радиосистем, обусловленные фундаментальными законами, не зависящими от инженерного искусства. Поэтому неудивительно, что изучение процессов распространения радиоволн в различных средах практически важно при проектировании радиосистем, особенно на новых принципах.

Научные исследования в области распространения радиоволн.

Первые научные исследования в области распространения коротких радиоволн в ионосфере были выполнены проф. Казанцевым во время его работы на кафедре.

Ионосфера представляет собой плазму – ионизированный газ, содержащий свободные электроны и ионы. Диэлектрическая проницаемость ионизированного газа в радиодиапазоне определяется исключительно концентрацией электронов, имеет значение меньше единицы и даже меньше нуля. Электромагнитная волна идущая с поверхности земли, в диапазоне коротких волн отражается и может распространяться на очень большие расстояния путем многократного отражения от ионосферы. Дальность действия коротковолновой радиолинии определяется ослаблением радиоволн в ионосфере. А.Н.Казанцев предложил физически наглядную и простую формулу для расчета ослабления радиоволн в ионосфере позволяющие рассчитать дальность работы коротковолновой линии.



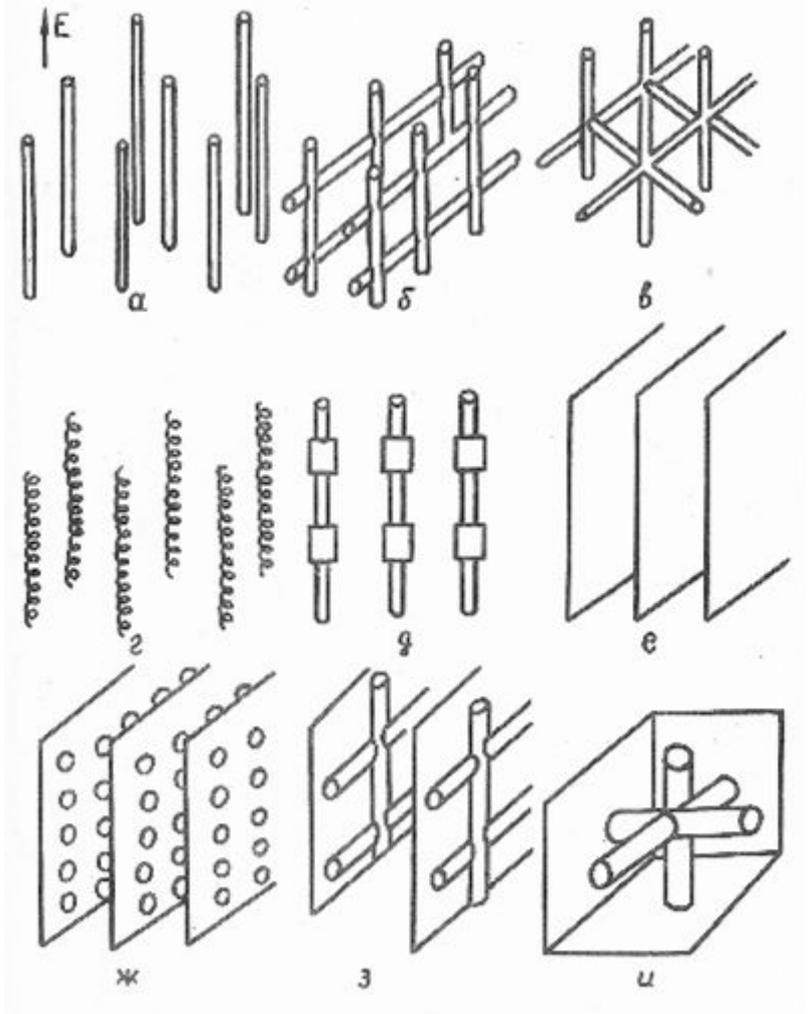
Следующий оригинальный цикл исследований был выполнен под руководством профессора Васильева Е. Н. в 60-70-х годах прошлого века. Для этих исследований в МЭИ была создана специальная научная лаборатория. Тематика лаборатории - изучение влияния «ракетной» плазмы на распространения радиоволн от бортовых антенн. Струи реактивных двигателей представляют собой слабоионизованную плазму, которая изменяет характеристики антенн, установленных на борту ракеты, приводит к искажению и ослаблению радиосигнала.

Старт ракеты Союз с космодрома Куру. Видно, что светящаяся область струй двигательных установок имеет сферическую форму.

Были проведены теоретические и экспериментальные исследования влияния «ракетной» плазмы на распространение радиоволн. Разработаны теоретические модели, позволившие определить искажения диаграмм направленности бортовых антенн и уменьшение энергетического потенциала радиолинии для плазменных неоднородностей, как соизмеримых, так и больших по сравнению с длиной волны.

В первом случае для определения характеристик антенн использовался метод интегральных уравнений (для учета влияния корпуса ракеты на характеристики антенн) и метод собственных функций (для учета влияния неоднородной плазмы). Теоретические исследования в этом направлении были выполнены Каменевым В.Г. и Пермяковым В.А.

Во втором случае анализ влияния неоднородной плазмы на характеристики антенн был проведен квазиоптическими методами (метод геометрической оптики и его обобщения). Теоретические исследования в этом направлении были выполнены Орловым Ю. И., Якушкиным И. Г..

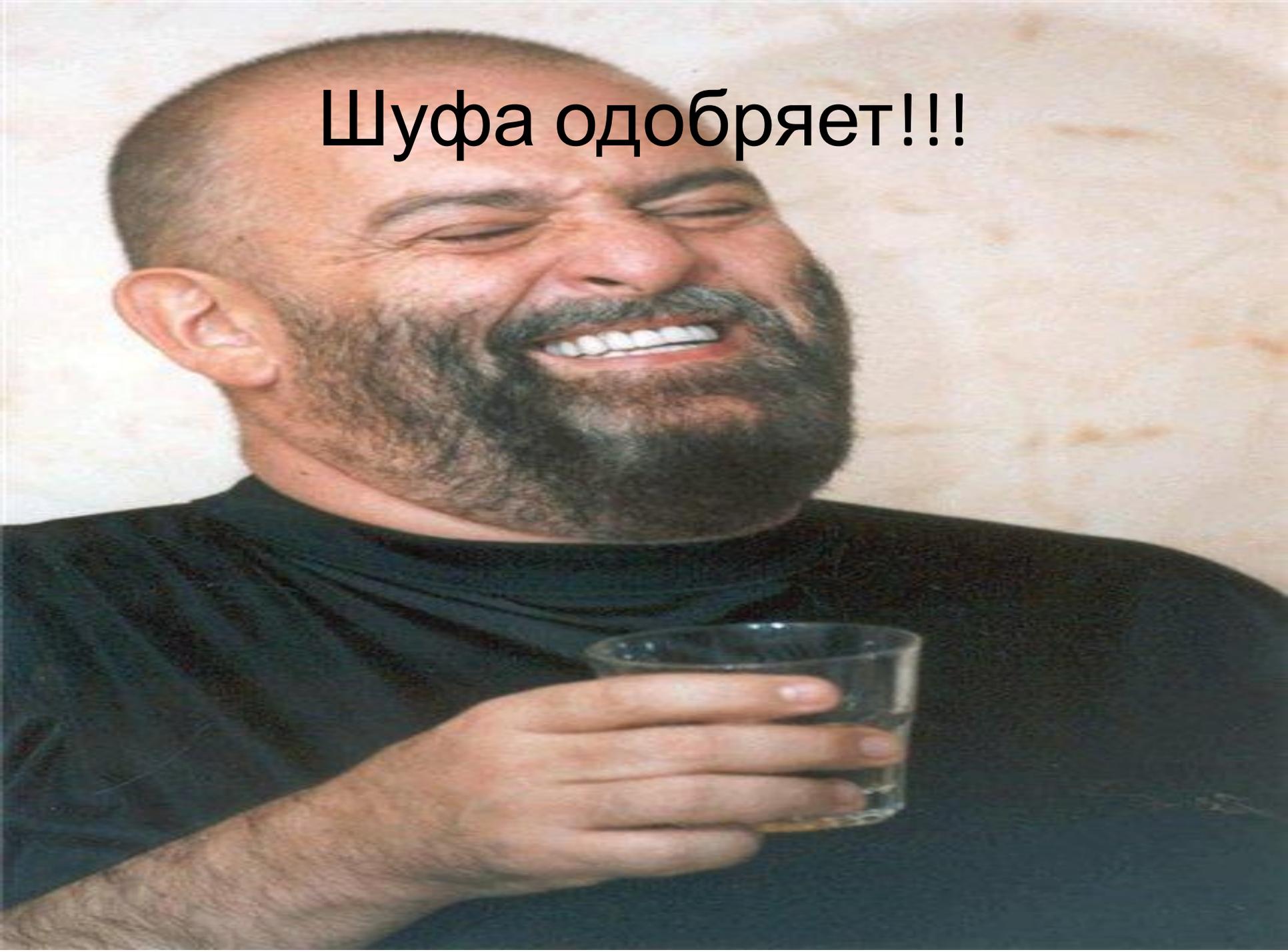


Другим интересным направлением работ группы профессора Васильева Е. Н. было моделирование слабоионизованной плазмы с помощью искусственных плазмopodobных диэлектриков. В качестве таких модельных сред использовались стержневые и спиральные диэлектрики. Были экспериментально исследованы модели плоскостной плазмы и модель плазменной струи в виде радиально неоднородного шара. Созданы модели плазмы с отрицательной диэлектрической проницаемостью.

В последние годы началось интенсивное изучение практических приложений искусственных сред, называемых метаматериалами, к которым относятся и плазмopodobные диэлектрики с отрицательной диэлектрической проницаемостью.

Различные варианты искусственных диэлектриков моделирующих плазму.

Шуфа одобряет!!!



Любите физику!!!



Работу выполнил: двоечник-
тунеядец Постников Антон