

## От редактора

Один из красивых волновых феноменов – волна с отрицательной энергией. Отрицательной энергией обладают волны, в которых возмущения скорости и плотности противофазны. Понятие о волнах с отрицательной энергией впервые появилось в электронике СВЧ в виде известной теоремы Чу о кинетической мощности. Чу показал, что с медленной волной пространственного заряда связан поток отрицательной кинетической мощности. По физическому смыслу, волны с отрицательной энергией – это такие волны, с ростом амплитуды которых суммарная энергия системы «среда–волна» уменьшается. Очевидно, что для возникновения в среде волны с отрицательной энергией нужны условия передачи медленной волной некоторой части своей энергии среде или другим волнам. Яркая иллюстрация этого – резистивный усилитель (усилитель на поглощении) – рассматривается в одной из статей номера. Его схема изображена на рис.1 (стр.53).

Предварительно модулированный во входном устройстве электронный поток проходит через диэлектрическую трубку, внутренняя поверхность которой покрыта поглощающим слоем, и наводит в нем переменный заряд. Входное воздействие возбуждает в потоке две волны пространственного заряда, поля которых вызывают в резистивных стенках движущиеся заряды. Это, в свою очередь, приводит к джоулевым потерям энергии волн. Такие потери по-разному действуют на волны пространственного заряда: быстрая волна (с положительной энергией) затухает, а медленная нарастает, отдавая энергию среде, волна увеличивает свою амплитуду. Было показано (я уже говорил об этом), что отрицательной энергией обладают волны, в которых возмущения скорости и плотности противофазны. Повторяюсь, потому что это главное.

Первые эксперименты показали, что лампа на поглощении может обеспечить высокий коэффициент усиления и отсутствие самовозбуждения. Однако коэффициент шума достаточно высокий. Теоретические расчеты фактора шума, сделанные впервые в вышеупомянутой статье данного номера, подтвердили это. Однако технологические трудности нанесения резистивного слоя на диэлектрическую трубу дрейфа и возможный пробой диэлектрика надолго затормозили исследование подобных приборов.

Ряд работ последнего времени демонстрирует (пока в теории), что указанные трудности можно обойти, используя метаматериалы. Одна из статей данного номера содержит краткий обзор работ в этом направлении, выполненных в последние годы за рубежом.

Еще одно из реанимированных направлений (здесь кроме теории есть и эксперименты) связано с электронно-волновой лампой, в которой используется двухпоточковая неустойчивость. Замечу, что простейшее объяснение этой неустойчивости также связано с волной с отрицательной энергией (медленная волна пространственного заряда) одного из потоков, взаимодействующей с быстрой волной пространственного заряда (волна с положительной энергией) другого потока. Одному из вариантов возможного прибора соответствует периодическое взаимодействие двух электронных потоков, разделенных экраном с отверстиями. В еще одной статье номера изложена теория подобного устройства, а также лампы бегущей волны с двумя взаимодействующими электронными потоками.

Редакционная коллегия посчитала целесообразным поместить все три статьи в раздел «Новое в прикладной физике».

Научный руководитель ИРЭ РАН,  
академик РАН

*Ю.В. Гуляев*