

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКХРОНИКА**РАСШИРЕННОЕ СОВЕЩАНИЕ АКУСТИЧЕСКОЙ КОМИССИИ
АКАДЕМИИ НАУК СССР**

С 26 февраля по 1 марта 1949 г. в Москве происходило расширенное совещание акустиков, созданное Акустической комиссией при Отделении физико-математических наук Академии Наук СССР. Цель совещания была осветить пути развития советской акустики как в прошлом, так и на будущее время.

В совещании принимало участие 138 человек, представлявших 56 научных институтов и различных организаций. Совещание с большим интересом и исключительной активностью заслушало и обсудило доклады советских акустиков по различным разделам акустики, как-то: ультраакустика, электроакустика, архитектурная и строительная акустика, звукофикация, акустика киносъёмок и кинопоказа, акустические измерения. Всего было прочтено 17 обзорных докладов и сделано по ним 10 сообщений.

Было констатировано, что после Великой Октябрьской революции в области акустики создано громадное количество теоретических и экспериментальных работ, целеустремлённых на непосредственные нужды социалистической экономики, культуры и обороны нашей родины.

Важнейшие отрасли акустики: ультраакустическая дефектоскопия, звуковая кинематография, акустика и звукофикация больших зал, акустика движущихся сред, физические исследования музыкальных инструментов, теория разборчивости речи, оптика звуковых лучей и др. обязаны советским учёным своим зарождением и расцветом.

В результате самоотверженного труда советских учёных и специалистов как в довоенные годы, так и особенно в годы Великой Отечественной войны, отечественная акустика заняла одну из самых передовых позиций мировой науки и во многих отраслях имеет приоритет и главенствующую роль как в отношении метода решения проблем, так и полученных практических результатов.

На совещании установлен целый ряд фактов, показывающих, что приоритет русской и советской физики в различных областях акустики упорно замалчивается в зарубежной печати.

Открывая совещание, член-корреспондент Академии Наук СССР Н. Н. Андреев отметил, что источником успехов советской акустики является беспримерный в истории размах народнохозяйственных работ Великих Сталинских пятилеток. Так, развитие советской архитектурной акустики было обусловлено созданием таких беспрецедентных по своим масштабам сооружений, как Московский дом центрального радиовещания, Центральный дом звукозаписи, Дворец Советов, выдвинувших перед акустиками ряд практических и теоретических задач, решение которых

не могло быть почерпнуто из готового отечественного и зарубежного опыта. Он подчеркнул органическую связь научных исследований, выполненных советскими акустиками, с русской физической наукой, всегда отличавшейся широтой охвата изучаемых явлений, глубоким физическим пониманием происходящих процессов и оригинальностью. Н. Н. Андреев указал, что на совещании не могли быть заслушаны обзоры по всем отраслям акустики и что в дальнейшем предполагается издание трудов Акустической комиссии, куда наряду с заслушанными обзорами и сообщениями войдут также и те, которые будут дополнительно присланы в Акустическую комиссию по вопросам развития советской акустики.

На первом заседании совещания был заслушан большой доклад С. Я. Соколова о развитии советской ультразвуковой дефектоскопии.

Дефектоскоп был впервые предложен докладчиком в 1927 г. в Советском Союзе. До 1934 г. применялся метод просвечивания листовой стали стационарным звуком. Помехи из-за многократных отражений от границ листа и жидкой среды побудили в 1935 г. перейти на просвечивание отдельными импульсами, с промежутками, достаточными для затухания отражений. В 1940 г. уже были разработаны импульсные аппараты с большой разрешающей силой, получившие широкое применение. Использование достижений радиолокации в области импульсной техники позволило, начиная с 1942 г., укоротить импульс до 2 микросекунд и получить прибор, хотя и сложный по конструкции, но отличающийся большой эффективностью и простотой обращения. Докладчик отметил, что дальнейшее усовершенствование должно идти по пути укорочения импульса до $\frac{1}{2}$, — $\frac{1}{4}$ микросекунды и увеличения несущей частоты (в настоящее время 5 мегагерц). Принципиально новым методом дефектоскопии является получение звуковых изображений, аналогично тому, как это делается в обычном микроскопе. В связи с этим проводятся исследования звукопроводности кристаллов и металлов на частотах порядка 10^8 — 10^9 герц. Обнаружено, что затухание звука в металлах связано главным образом с микронеоднородностью, что, в частности, объясняет наблюдаемую хорошую проводимость звука однородными кристаллами. Замечена анизотропность проводимости ультразвука кварцем, причём в направлении оптической оси проводимость в сотни раз больше. Осуществлён макет акустического микроскопа, в котором приёмником служит кварцевая пластина, являющаяся дном катодной трубки. При помощи электронного луча, обтекающего внутри трубки поверхность кварцевой пластины, оказывается возможным получить, применяя телевизионную аппаратуру, на приёмной катодной трубке контур, соответствующий конфигурации ультразвукового поля. Таким способом на частоте 10 мегагерц получено изображение петли, сделанной из проволоки толщиной 0,35 мм, расположенной у кварцевой пластины. Дефектоскопические методы наблюдения могут найти применение при измерении температур, скорости протекания химических реакций, изучении неоднородностей жидкостей и т. д.

В докладе «Развитие работ по звукофокусирующим системам» Л. Д. Розенберг отметил приоритет русских учёных в этой области. Первая обстоятельная качественная работа по звуковой линзе была сделана и доложена, одновременно с демонстрацией линзы, на заседании Русского физического общества в 1889 г. физиком Н. А. Гезехусом. Мелкие эбонитовые стружки, заполняющие металлическую сферическую сетку, образовывали пористую среду, скорость звука в которой была меньше, чем в воздухе. Источником звука служил птичий манок, индикатором — чувствительное пламя.

Первое в мире экспериментальное исследование тонкой структуры дифракционного звукового пятна было выполнено К. А. Леонтьевым

(1925 г.) с объективным приёмником — электромагнитным телефоном небольших размеров, работавшим на галеновом детекторе. Им изучено распределение звукового давления в фокальном пятне параболического зеркала, причём обнаружены первый и второй максимумы звукового пятна. Л. Я. Гутин, исходя из общей формулы Грина, дал выражения для коэффициента усиления и распределения по оси и характеристики направления параболического зеркала. Докладчиком получены упрощённые формулы для параболоидов с углами раскрытия больше 90° . Г. Д. Малюжинец решил задачу о дифракции звука на зональной пластине, получив простые выражения, пригодные для расчёта. Экспериментальные исследования фокусирования параболических зеркал и зональных пластин, выполненные в Акустической лаборатории ФИАН (А. А. Карпачёва, Б. Д. Тартаковский и докладчик), дали хорошее совпадение распределения звукового давления в фокусе с теорией.

Докладчик рассчитал прозрачность звуковых линз, учитывая различие фазовых сдвигов отражений от границ по толщине линзы, и показал, что требования преломления и прозрачности однозначно определяются выбором модуля упругости и плотности материала линзы. Построена удобная номограмма для расчёта. Расчёт абберации вогнутых собирательных линз показал, что их сферические абберации на порядок меньше, чем у выпуклых линз с тем же фокусным расстоянием и радиусом кривизны (Б. Д. Тартаковский). Расчёт звукового поля в фокусе вогнутого излучателя с учётом затухания в среде дал хорошее совпадение с опытными данными (А. И. Губанов).

И. Е. Горон доложил об опыте восстановления записей речей В. И. Ленина, выполненных единственным в то время (1919 — 1920 гг.) технически несовершенным акустическим способом. Неудовлетворительные характеристики акустического метода записи (сильные линейные и нелинейные искажения и высокие уровни шумов), а также ухудшение матриц из-за массовых тиражей, обусловили необходимость реставрации записей и улучшения матриц. Для понижения уровня шума записей сначала производилась гравёрная обработка звуковой канавки. Затем была сделана перезапись с применением шумоподавителя, полоса пропускания которого управлялась уровнем сигнала. Для восстановления естественного тембра речи Владимира Ильича была восстановлена сперва частотная характеристика акустического рекордера (для этого сравнивались полученные путём статистического октавного анализа частотная характеристика записи и частотная характеристика голоса речи той же высоты, что и голос В. И. Ленина), после чего речь была перезаписана с частотной коррекцией, исправлявшей недостатки частотной характеристики первоначального акустического метода записи, а также искажения, возникшие в технологических процессах изготовления матриц. Варьируя результирующую частотную характеристику в небольших пределах около полученного значения и учитывая качественную оценку людей, помнящих голос В. И. Ленина, удалось получить окончательные варианты записей, дающих наибольшее приближение к голосу В. И. Ленина. Продолжается работа над дальнейшим улучшением записи речи В. И. Ленина, в частности, над устранением нелинейных искажений. Исправление записи речи В. И. Ленина, продемонстрированное участникам совещания, получило высокую оценку.

В докладе «Физические исследования звуков русской речи» Л. Л. Мясников указал, что России принадлежит приоритет исследования звуков речи, впервые проведённого в связи с конкурсом, объявленным Петербургской Академией Наук в 1779 г. на исследование гласных букв речи и искусственного создания этих звуков.

Первые подробные исследования звуков русской речи (певческого голоса) проводились В. С. Казанским и С. Н. Ржевкиным, использовавшими

акустический осциллограф, разработанный ранее В. С. Казанским по типу механического осциллографа П. Н. Лебедева. Позднейшие работы по разработке электроакустических измерений подготовили базу для работ по изучению звуков русской речи (Н. Н. Андреев, А. И. Белов, И. Г. Русаков, Л. С. Фрейман, М. И. Родман, И. Т. Соколов, Р. Л. Волков, Я. М. Гуревич и др.).

Однако значение этой проблемы не было тогда достаточно осознано, хотя и подчёркивалось С. Н. Ржевскими (книга «Слух и речь в свете современных физических исследований»).

В 1946 г. в связи с разработкой метода уплотнения каналов связи посредством преобразования телефонных частот исследованы гласные русской речи, сделан синтез гласных и сопоставлены фонограммы естественной и искусственной речи с хорошим совпадением (М. Я. Каллер). Первые исследования русской речи были проведены в ИРПА в 1937—1941 гг. Сюда относятся работы по анализу русских гласных и согласных и по синтезу звуков речи. В 1937 г. докладчиком был впервые разработан метод объективного автоматического распознавания звуков речи. За границей аналогичные разработки появились только через 7—8 лет; к этой проблеме относятся и опубликованный недавно в США метод «видимой речи». Докладчик подчеркнул настоятельную необходимость проведения всестороннего физического исследования звуков русской речи, а также звуков речи других народов СССР.

В сообщении «Отечественные работы по теории разборчивости речи» Ю. С. Быков отметил работы С. И. Тетельбаума и его сотрудников по повышению разборчивости речи, принимаемой в шум. Подобные методы оказались весьма эффективными и в настоящее время они широко используются в технике связи. Плодотворную работу провели Л. А. Варшавский, А. Г. Эльсниц, В. Н. Федорович и др. по развитию методов расчёта разборчивости речи при наличии шума и Л. Л. Мясников по разработке качественной аппаратуры для связи при наличии высоких уровней шума. Работы Г. С. Сидорова были посвящены исследованию влияния амплитудного ограничения на разборчивость речи и некоторым смежным вопросам; результаты работы успешно использованы при проектировании линий связи. Им же была проведена работа по приспособлению имеющихся артикуляционных таблиц для русской речи.

Во время Великой Отечественной войны усилия советских учёных и инженеров были направлены на скорейшее практическое решение задач по улучшению качества связи (В. Н. Федорович, И. М. Литвак, М. Я. Гольдин, А. К. Лидих, М. А. Сапожков, Я. Т. Косянчук, В. П. Ильинский, О. В. Белавин, С. И. Попов и др.).

За последние годы работы по теории разборчивости речи получили особенно большое развитие. В 1944 г. И. Г. Мамокин провёл приближённое определение постоянных русской речи и предложил метод расчёта разборчивости речи для плоских аудиограмм шума. В 1945 г. Ю. С. Быков ввёл понятие оптимальных характеристик линии связи и разработал методику расчёта разборчивости речи в любых линиях связи для аудиограмм произвольной формы. В 1946 г. он же разработал общую теорию разборчивости речи с учётом электрических и акустических помех и нелинейных искажений. На основе практической реализации этой работы удалось резко повысить качество связи в весьма важных линиях.

Докладчик убедительно показал, что работы советских учёных по ряду важнейших разделов теории разборчивости речи (работы С. И. Тетельбаума, Л. Л. Мясникова, Ю. С. Быкова) опередили достижения зарубежных учёных.

В докладе «Развитие музыкальной акустики в СССР» А. В. Римский-Корсаков рассматривал развитие исследований музыкаль-

ных инструментов, не касаясь вопросов теории музыки, относящейся в основном к области искусства.

Производство музыкальных инструментов развилось в СССР лишь после Великой Октябрьской революции, хотя и до революции в России были известные музыкальные мастера, например скрипичный мастер Леман, мастер народных инструментов Налимов, мировой известности мастер И. Батов и др.

Организованный в развитие работ Н. Н. Андреева НИИ музыкальной промышленности занял в 1936—1937 гг. ведущую роль в исследовании физики музыкальных инструментов, их конструировании и технологии изготовления. Н. Н. Андреев установил связь между модулем упругости, плотностью и затуханием дерева с его пригодностью для деки. Оказалось, что к. п. д. деки зависит от отношения модуля упругости к кубу плотности материала, из которого она изготавливается, что и обуславливает выгоду применения ели для дек. Н. И. Миронов и Н. П. Куликов подробным исследованием лесных районов СССР установили наличие нужных пород и видов деревьев для производства музыкальных инструментов и освободили отечественную промышленность от необходимости ввозить сырьё из-за границы. Они же исследовали порядок заготовки дерева для дек музыкальных инструментов и нашли возможным путём предварительной сортировки брёвен увеличить процент выхода полезной древесины в несколько раз. Б. П. Константинов создал теорию автоколебания язычка в воздушном потоке, показав, что самовозбуждение колебаний возможно благодаря модуляции объёмной скорости потока под действием колебаний язычка и реактивного давления со стороны потока на язычок. На основе этой теории можно дать качественную и до некоторой степени количественную характеристику автоколебательного процесса в медных и деревянных духовых инструментах и гармониях. Он же исследовал и предложил расчёт строя медных духовых инструментов, на основе которого возможно их рациональное конструирование. Г. А. Остроумов провёл исследования распространения волны по деке клавишного инструмента и дал упрощённые методы оценки акустических параметров щипковых инструментов. А. В. Римский-Корсаков исследовал возбуждение струн ударом молотка клавишного механизма и дал технический расчёт струн клавишного инструмента и теорию излучения деки клавишного инструмента и разработал методику и аппаратуру для оценки тембровых качеств щипковых инструментов. А. И. Белов экспериментально исследовал свойства дек клавишных инструментов и механизм передачи колебаний струнами деке. Для целей музыкальной акустики был создан ряд измерительных методов и приборов: струнное реле Б. П. Константинова, метод снятия частотных характеристик при ударном возбуждении А. В. Римского-Корсакова; прибор для испытания граммофонных мембран А. А. Харкевича и др.

Докладчик показал, что СССР является родиной практической электромусики и первых электромузыкальных инструментов. Работы Л. С. Термена в Ленинградском физико-техническом институте и последующие работы (Л. С. Термен, А. С. Ананьев, В. А. Гуров, А. А. Володин, В. Л. Крейцер, А. В. Римский-Корсаков, А. А. Иванов, И. Д. Симонов) над одnogолосыми электромузыкальными инструментами привели к созданию весьма совершенных моделей: эмиритон 7-бис, инструмент, в котором получен стабильный и надёжный строй и ряд интересных музыкальных тембров, а также инструмент В-7.

А. А. Володин в своём сообщении коснулся вопросов конструирования электромузыкальных инструментов, остановившись подробно на электромузыкальном инструменте В-8. Этот инструмент позволяет получать звучание двух голосов, что делает возможным полноценное исполнение всей скрипичной литературы и облегчает

использование таких инструментов в крупных ансамблях. Помимо обычного генератора с пилообразной формой волны применён делитель частоты, дающий нечётный интертонный ряд гармоник. Этот принцип позволил получить хорошую основу для кларнетной группы и осуществить октавное транспонирование строя инструмента без изменения настроек основного генератора. Докладчик также коснулся некоторых вопросов природы музыкального звука, влияния низкочастотных составляющих на восприятие воспроизведения музыки и т. д.

В заключение артист И. М. Варович исполнил на инструменте В-8 «Ноктюрн» Шопена и в кларнетном тембре «Полет шмеля» Римского-Корсакова. Качество звучания инструмента получило хорошую оценку аудитории.

Значительное место в работе совещания заняло рассмотрение докладов и сообщений, касающихся теории расчёта, конструирования и измерений электроакустической аппаратуры. В этой важной области современной акустики советские учёные создали и развили основные методы теоретического анализа и расчёта аппаратуры, предложили и разработали ряд оригинальных конструкций приборов и способов измерения.

В докладе «Теория электромеханического преобразования» В. В. Фурдудев отметил исследования А. А. Харкевича (книги «Акустическая аппаратура» 1933 г. и «Примеры технических расчётов в области акустики» 1938 г.); работы Л. Я. Гутина по теории электродинамического микрофона (1936 г.), книгу «Электроакустика» Г. А. Остроумова (1936 г.) и исследования В. С. Григорьева по теории конусных электродинамических говорятелей, подчеркнув, что стремление к систематизации и получению общих закономерностей позволило советским учёным создать теоретическую дисциплину — аналитическую электроакустику. В СССР была разработана единообразная методика построения электромеханических аналогов (А. И. Белов, А. А. Харкевич, Л. А. Варшавский и В. Н. Федорович, Г. А. Гамбурцев). Теория электромеханических преобразователей развивалась в двух направлениях: 1) рассмотрение электроакустического прибора как обобщённого электромеханического четырёхполюсника, базирующееся на соотношениях взаимности (А. А. Харкевич «Теория преобразователей» 1946—1948 гг.), и 2) применение методов аналитической динамики к рассмотрению электромеханических систем. Первую попытку расширенного применения второй концепции сделал Н. Н. Андреев (Физический словарь, 1936 г.), показавший условия, при которых обычная симметричная взаимность подменяется несколько своеобразной формой антисимметричных взаимностей.

Докладчик отметил плодотворность применения методов аналитической динамики в теории электрических машин (теория параметрических преобразователей акад. Мандельштама и акад. Папалекси, опубликованная посмертно в 1947 г.), в теории сложных электродинамических громкоговорителей (диссертация Ф. А. Постниковой) и др. Общее обоснование электродинамического применения теории Лагранжа и границы её применения даны докладчиком (диссертация 1946 г.). На основе этого получена общая теория электромеханической связи линейных и нелинейных систем (книга «Теоремы взаимности» 1948 г.). Сочетание обоих методов — вычисление коэффициентов четырёхполюсника на основе электродинамического уравнения Лагранжа с последующим составлением уравнений электромеханического четырёхполюсника, открывает новые возможности расчёта электромеханических преобразователей (теория электромагнитного рекордера Г. Н. Сталь).

В. В. Фурдудев указал, что расчёт пьезоэлектрических и магнетострикционных преобразователей, предложенный Н. Н. Андреевым в 1928 г. и далее развивавшийся А. А. Харкевичем, И. Г. Русаковым и Л. Я. Гутиным, пока остаётся в стороне от общих перечисленных представлений общей теории электромеханических преобразователей.

Докладчик констатировал, что в появившихся за последнее время в Америке работах по применению электромеханической обратной связи замалчивается первое и единственное исследование общей теории отрицательной электромеханической связи, выполненное В. С. Григорьевым и автором в 1940 г.

М. И. Карновский рассмотрел основные работы в области направленных свойств излучателей и приёмников.

Помимо общеизвестных критериев оценки направленности был введён оказавшийся весьма плодотворным новый критерий — коэффициент концентрации (Ю. М. Сухаревский).

Оценка направленности зависимостью от угла максимального абсолютного мгновенного значения потенциала (А. А. Харкевич) позволила обобщить понятие направленности и на нестационарные процессы. Понятие «стабильности» характеристик направленности (М. И. Карновский) дало возможность оценить работу направленных систем в диапазоне частот.

Тщательные экспериментальные исследования характеристик направленности рупорных громкоговорителей показали их связь с параметрами рупора и дали возможность конструирования экспоненциального рупора с частотно независимой характеристикой направленности (Ю. М. Сухаревский).

Исследование направленных свойств сферических и эллиптических излучателей (М. И. Карновский) показало, что при определённом распределении радиальной скорости на сфере возможно получить подобное (в некоторых случаях — точно, а в некоторых случаях — приближённо) распределение потенциала на любом расстоянии от сферы, что даёт возможность создать практически постоянную характеристику направленности в довольно широком диапазоне частот. Для эллиптического излучателя (и плоского) такое подобие не получается.

С. А. Маков показал возможность получения высокой, практически частотно независимой, направленности малогабаритных систем, используя принцип умножения характеристик направленности дипольных излучателей и принцип разности характеристик направленности малонаправленных систем.

Докладчик отметил, что в работе Олсона, опубликованной в журнале Американского акустического общества за 1946 г., излагается система, предложенная С. А. Маковым в 1940 г., причём автор (С. А. Маков) не упоминается, хотя его работа была напечатана в таком распространённом журнале, как Доклады АН СССР.

Исключительный теоретический и практический интерес представляет исследование звукового поля поршневых излучателей (в том числе и характеристики направленности): осциллирующего поршня и полупоршня, произведённое Л. Я. Гутиным в 1937 г. Л. Л. Мясников рассмотрел работу осциллирующего поршня в конечном экране и нашёл, что при малых размерах экрана по сравнению с длиной волны направленность в основном определяется размерами экрана. Направленность систем с возбуждением, убывающим к краям, рассмотрена М. А. Сапожковым, показавшим, что при соответствующем распределении интенсивности возбуждения можно получить высоконаправленные системы с малыми боковыми лепестками.

Л. А. Варшавский сообщил способы расчёта многорезонансных электроакустических систем, отметив, что высокая чувствительность этих систем обусловила их применение в проводной связи. Расчёту этих систем, обеспечивающему равномерную частотную характеристику в определённом диапазоне частот, был посвящён ряд работ: построение системы телефона по принципу фильтра (А. И. Данилевский ВЭИ), введение в систему телефона дополнительной акустической массы

и активного сопротивления, обеспечивающих сглаживание резонансных пиков при сохранении достаточно высокой чувствительности (И. М. Литвак, завод «Красная Заря»), расчёт трёхрезонансной колебательной системы угольных микрофонов (В. Н. Федорович, «Красная Заря»).

Докладчик обрисовал схему проектирования колебательных систем, основным моментом которого является такой выбор аналитического выражения частотной характеристики, при котором она удовлетворяет предъявленным к её форме требованиям и в то же время обеспечивает физическую осуществимость системы. В случае чисто реактивной системы форма частотной характеристики такой системы, рассматриваемой как четырёхполюсник, целиком зависит от взаимного расположения частот резонансов и точек зашоривания, причём общий метод решения задачи расположения резонансных частот, необходимого для получения определённых форм частотных характеристик, дан русской математической школой (П. Л. Чебышев, Е. И. Золоторёв и др.). Представляя входное (или выходное) сопротивление системы в виде непрерывной дроби, выражающей отношение коэффициентов четырёхполюсника, можно по элементам дроби определить величины элементов схемы; при этом сохраняется возможность варьировать ход расчёта таким образом, чтобы получить выбранную по конструктивным соображениям схему. С этой точки зрения существенной задачей (частично решённой) является определение пределов, в которых могут лежать величины элементов при заданном расположении резонансных частот.

В докладе «Акустическая аппаратура» В. К. Иофе описал историю развития электроакустической аппаратуры (микрофоны и говорители) в СССР, разделив её на три этапа: 1924—1930 гг., 1930—1941 гг. и послевоенный. Первый период характеризуется необходимостью удовлетворения потребностей возникшего радиовещания при невысоком ещё уровне производства электроакустической аппаратуры и небольшом объёме исследовательской работы. Второй период связан с интенсивным ростом производства всех видов электроакустической аппаратуры, обеспечившего нужды страны отечественной аппаратурой, и большой научно-исследовательской работой, давшей особенно большие результаты в деле расчёта аппаратуры. Послевоенный период характеризуется быстрым ростом производства разнообразной высококачественной аппаратуры; исследовательская работа направлена в основном к повышению качества звучания. Среди многочисленных ссылок на отдельные научные работы в области электроакустической аппаратуры докладчик назвал первые работы по конденсаторным микрофонам (Яковлев и Шапошников, 1926—1927 гг.), исследование электромагнитного говорителя (А. А. Харкевич, 1928 г.), работы, выполненные в Акустическом отделе ЦРЛ, Акустической лаборатории ВЭИ, позже в НИКФИ и ЦНИИС в 1930—1941 гг., в результате которых были разработаны конденсаторные, ленточный и динамический микрофоны и динамические громкоговорители.

Создание теории конденсаторного микрофона (Р. Л. Волков, 1935 г.), методики расчёта электродинамических микрофонов и пьезоэлектрической аппаратуры (Л. Я. Гутин, 1936, 1941 гг.), методики расчёта ленточного микрофона (А. А. Харкевич, 1933, 1937 гг.), классификации микрофонов и методики расчёта односторонне направленных микрофонов, предельной чувствительности микрофонов (В. К. Иофе, 1938 г.), теории градиентного микрофона высшего порядка (С. А. Маков) немало определили зарубежные работы в области микрофонов.

Вопросам теории и конструирования громкоговорителей были посвящены работы А. А. Харкевича, Ю. М. Сухаревского, В. Е. Пантелеева, Р. Л. Волкова, Л. Д. Розенберга, В. В. Фурдуева, В. С. Григорьева, П. Е. Шифмана, А. Т. Прохорова, А. И. Индлина, Б. И. Можжевельова, К. А. Ламагина, С. А. Макова, Ф. Н. Троцевича и многих других.

Из послевоенных работ докладчик отметил разработки диффузорных громкоговорителей, динамического и ленточного микрофонов в ИРПА, пьезоэлектрических громкоговорителей и микрофонов в ЦНИИС (П. В. Ананьев), исследование к. п. д. громкоговорителей (Ф. Н. Троцевич) и разработку малогабаритных рупорных громкоговорителей в ЛИКИ (М. М. Свядош).

Совещанию была продемонстрирована двухканальная звуковоспроизводящая установка с высокими качествами показателями, разработанная в НИКФИ (А. А. Хрущёв, И. М. Болотников, А. С. Матвеев, В. В. Фурдуев и др.).

В своём вступительном слове руководитель работы А. А. Хрущёв сообщил, что техника звуковоспроизведения кинофильмов, развиваясь в нашей стране независимо от иностранной техники, вышла в большую отрасль техники. Вновь разработанная система отличается отдельным воспроизведением области высоких и низких частот, — двумя самостоятельными каналами от входа усиленного тракта и до воздуха, а также созданием необходимых запасов пиковой мощности (до 100 в) при весьма малых линейных и нелинейных искажениях в области от 40 до 10 000 гц. Новая аппаратура превосходит лучшие американские образцы. Она предназначена для высококачественного воспроизведения звука в больших кинотеатрах и аудиториях.

Совещанием с удовлетворением отмечено высокое качество звучания разработанной системы при различном воспроизводимом материале (речь, пение, симфонический и духовой оркестры).

За создание новой системы воспроизведения звука, обеспечившей высокое качество звучания при демонстрации кинофильмов, авторы работы удостоены Сталинской премии.

И. Г. Русаков осветил значение работ русских учёных в развитии методов акустических измерений. В России были сделаны классические исследования Н. А. Умова, введшего вектор потока энергии (впоследствии названный его именем) и таким образом определившего понятия силы звука и потока акустической энергии. П. Н. Лебедев применил диск Рейли для измерения силы звука вскоре после его появления в конце XIX века. В. Д. Зернов, имя которого в мировой литературе связано с абсолютным измерением силы звука, показал (1908 г.) пригодность диска Рейли для абсолютных измерений и определил точность этих измерений (1%). В. Я. Альтберг работал с давящим прибором, в котором для измерения силы звука используется нелинейное квадратичное давление радиации. Докладчик отметил работы по измерениям, выполненные советскими учёными. Тщательное исследование применимости диска Рейли для градуировки измерительных приборов было проведено Ю. Н. Егоровым (1939 г.) Л. С. Фрейман и докладчик (1931 г. испытали работу диска Рейли при импульсном звуке и показали его применимость для этой цели. Измерения смещений по методу песчинки и модификации этого метода были предложены и испытаны Н. Н. Андреевым (1927 г.). Абсолютные измерения звуковых колебаний в воде с применением радиометров проводил И. Т. Соколов. Разработку измерительного микрофона и акустического зонда провёл в 1935 г. на заводе «Красная Заря» Л. А. Варшавский; ныне ведётся разработка измерительных микрофонов: динамического — в ИРПА (В. К. Иофе) и пьезоэлектрического — в ЦНИИС (П. В. Ананьев). Среди многочисленных методов градуировки микрофонов докладчик остановился на мало освещённой в литературе методике градуировки капсулы микрофона, разработанной Н. Д. Спиридоновым (с подачей давления от трубки Пито, что позволило освободиться от влияния присутствия наблюдателя), и на абсолютной калибровке по методу взаимности; докладчик отметил, что эти калибровки основаны на теоретических соотношениях взаимности, сформулированных Н. Н. Андреевым ещё в 1935—1936 гг.

Советскими акустиками был создан ряд приборов, автоматизирующих измерения, например, анализатор М. И. Родмана и др. Измерения в области физиологической акустики позволили определить единицу натуральной громкости (С. Н. Ржевкин и А. В. Рабинович). Докладчик кратко остановился также на работах по акустическим измерениям А. И. Белова, М. И. Родмана, Л. Л. Мясникова, Б. П. Константинова и многих других.

М. В. Казанцева рассказала о работе по абсолютной градуировке микрофонов методом взаимности, проведённой в Акустической лаборатории ФИАН. Разработан способ градуировки по давлению методом взаимности в трубе, имеющий преимущества по сравнению с известным ранее методом градуировки в камере, малой по сравнению с длиной волны (точность, отсутствие влияния приключённых к камере или трубе сопротивлений, возможность достижения более высоких частот; предельная частота в трубе соответствует $\lambda = \frac{d}{2}$, в камере —

$\lambda = \frac{d}{4}$). Результат градуировки пьезоэлектрического микрофона получен с вероятной погрешностью 0,4% (0,05 дб).

В сообщении А. А. Ямпольского о применении теоремы взаимности к абсолютной градуировке электроакустических преобразователей были изложены результаты работы ИРПА за 1947—1948 гг. Отметив, что теоретическая часть работы содержит прямое доказательство теоремы взаимности и выводы соотношений градуировки в свободном поле с учётом обратного влияния преобразователей друг на друга, а также для различных режимов работы труб (часть которых уже известна), А. А. Ямпольский остановился на результатах экспериментальных исследований, имевших целью создать практически удобный, общедоступный метод абсолютной калибровки. Для исследования был взят не точечный, а обычный микрофон и преобразователи с размерами от 1,8 см до 30 см. Экспериментальное сравнение этих преобразователей в камере, а также в трубе, показало, что точность градуировки составляет десятки доли децибелла. Оказалось, что результаты градуировки не зависят от расстояния между приёмником и излучателем, если оно не слишком мало. Показана возможность градуировки в незаглушённом обычном лабораторном помещении при условии, что расстояние от электроакустических преобразователей до ближайшей отражающей поверхности в 10—15 раз больше расстояния между ними (неравномерность поля из-за отражений не сказывается). Точность метода на средних частотах 0,6 дб, на низких 1,5 дб.

В большом докладе «Развитие советского звукового кино» П. Г. Тагер, приведя интересный фактический материал, показал крупную роль русских учёных и изобретателей в создании фотографического метода записи и воспроизведения звука, единственного, имеющего значение для кинематографии. Он отметил следующие важнейшие изобретения: фотографическую запись звуков (А. Висксмейер, 1889 г.), фотоэлектрический метод воспроизведения фонограммы (И. Поляков, 1910 г.), способ записи и воспроизведения звуков (Я. Гизе, 1912 г.), ещё один способ записи звуков (В. И. Коваленков, 1922 г.). П. Г. Тагер напомнил, что первую запись звука на плёнку в России сделал С. Я. Лифшиц ещё в 1910 г.

Докладчик подчеркнул огромное значение для звукового кино исследований А. Г. Столетова в области фотоэлектрического эффекта (1888 г.), который создал первый в мире фотоэлемент и разработал схему включения фотоэлемента, по существу тождественную современной, и изобретения радио А. С. Поповым, без дальнейшего развития которого современное звуковое кино было бы невозможным.

В 1926 г. в Москве под руководством автора начала работать группа, которой удалось создать оригинальную систему звукового кино, использовав для модуляции света безинерционное явление двойного лучепреломления в диэлектриках, находящихся в электрическом поле, и звукозапись в виде интеллигентной фонограммы.

В 1927 г. в Ленинграде начались работы под руководством А. Ф. Шориа, которые привели к созданию другой оригинальной системы, с применением в качестве модулятора света однопитного осциллографа и звукозаписи в виде поперечной фонограммы. В 1929 г. В. Д. Охотников, А. Г. Машкович и др. построили звукозаписывающий аппарат ещё на одном принципе.

Из последующих работ докладчик привёл разработку бесшумной фонограммы (Н. Д. Смирнов), установление режима фотохимической обработки фонограммы (С. С. Шушарин), работы по многозубчиковой записи (А. И. Парфентьев), исследование зеркального гальванометра (В. А. Бургов и А. М. Мелик-Степачьян), разработку двухзвучных усилителей и громкоговорителей (А. А. Хрущёв и др.) и ещё ряд работ.

Основными научно-техническими проблемами в данное время являются: создание фонограммы для цветного кино, стереофоническое звуковоспроизведение, а также исследования в области новых модуляторов света.

С большим интересом был заслушан доклад И. Е. Горона «Отечественные конструкции аппаратов для магнитной звукозаписи».

Первый аппарат для магнитной звукозаписи на проволоке разработал в 1930 г. в ВЭИ В. К. Виторский. В 1938 г. был сделан ревербератор на принципе магнитной записи (В. С. Казанский). В 1940 г. разработан репетиционный аппарат, в котором лента свёрнута в непрерывный моток (И. С. Рабинович). В 1944 г. выпущена серия строчных аппаратов, у которых запись производится строчками с расстоянием между ними 0,5—0,6 мм поперёк ленты шириной в 35 мм. В 1944 г. начата разработка строчного аппарата на ленте 200 мм, что позволяет иметь запись на лентах (И. С. Рабинович, А. Ф. Малютин, Б. П. Матвеев, Г. И. Келлер и С. С. Мыльников). В 1943 г. в НИИ звукозаписи (И. Е. Горон, А. А. Вроблевский, Г. Б. Кетов, В. И. Пархоменко, Д. И. Порто, А. Е. Смирнов, Э. Я. Дисцин) началась разработка серии аппаратов, работающих на ферромагнитной плёнке шириной 6,5 мм. Первый из них, аппарат типа МАГ, работал на скорости 456 мм в минуту. В 1946 г. был разработан аппарат с той же кинематической схемой, с ультразвуковым смещением (тип МАГ-2). Эти аппараты выпускались на двух заводах. Недостаток перемотки аппаратов МАГ-1 и МАГ-2 устранён в корреспондентском аппарате МАГ-3. МАГ-4 отличается особой простотой конструкции — отсутствием кассет. Скорость 456 мм в минуту, длительность записи — 20 минут. Динамический диапазон 30 дб. Конструкция МАГ-6 позволяет быстро сменить кассеты и ускоренно работать на прямом ходе и перемотке.

Докладчик отметил, что основные вопросы магнитной звукозаписи, вопросы электроакустического устройства и магнитной системы не вызывают теперь особых затруднений. Наибольшие затруднения вызывает конструкция приводного механизма. За рубежом принято, помимо основного звукового мотора, устанавливать дополнительные моторы для регулирования натяжения и ускорений перемотки. Однако, несмотря на сложность конструкции в трёхмоторных аппаратах, регулировка натяжения ленты недостаточно удовлетворительна. Поэтому серия аппаратов типа МАГ, предназначенная для массового применения — одномоторная.

Докладчик напомнил, что в мае 1947 г. на юбилейной сессии Общества им. Попова была произведена демонстрация трехканальной стереофоно-

ческой записи, для которой применялась 3-моторная схема с трёхдорожечной головкой. Только спустя год, в середине 1948 г. в американских журналах появилось описание подобной установки. В заключение И. Е. Горон сообщил о работах по теории магнитной записи, а также поставил вопрос о необходимости создания стандартов скорости для аппаратов магнитной звукозаписи.

Совещание ознакомилось с конструкцией и работой основных типов аппаратов для магнитной записи и отметило их хорошее качество.

На совещании были заслушаны четыре доклада по разделу архитектурной акустики, показавшие, что в этой отрасли акустики советские учёные и инженеры достигли больших успехов.

В совместном (с Л. Д. Розенбергом) докладе «О развитии архитектурной акустики в СССР» Г. А. Гольдберг указал, что первая в мире работа по оптимуму реверберации выполнена в СССР (С. Я. Лифшиц, 1924 г.). В 1922—1923 гг. уже было произведено акустическое оборудование первой студии (С. А. Зайтленок). Центром архитектурной акустики были ЦНИИС (И. Г. Дрейзен, С. Т. Тер-Осипянц, Ю. М. Сухаревский), Московский радиоузел (С. Н. Ржевкин). В 30-х годах архитектурной акустикой занимались ФИАН (С. Н. Ржевкин), Отдел акустики Управления проектирования Радиодома (докладчик), НИКФИ (В. В. Фурдуев), Строительство Дома звукозаписи (С. Т. Тер-Осипянц и докладчик), Академия архитектуры (С. Я. Лифшиц, С. П. Алексеев и А. К. Тимофеев), а затем Строительство Дворца Советов, организовавшее большой отдел акустики (Л. Д. Розенберг) с лабораторией и специальным звукометрическим полигоном (В. С. Григорьев).

Докладчик напомнил, что до появления за рубежом работы Эринга, содержащей концепцию мнимых источников, она была предложена в работах советского учёного М. В. Мачинского ещё в 1930 г. Геометристатистические концепции акустики помещения развивались далее Л. Д. Розенбергом, М. А. Сапожковым, Г. А. Чигринским, давшими способы рассчитывать реверберацию помещений различных форм и с различным расположением звукопоглощающих материалов.

Л. М. Бреховских строго показал, что область применения геометрической акустики помещений довольно велика, и опроверг делавшиеся за рубежом утверждения о непригодности этих концепций (Морз и Болт). Акустическое проектирование очень больших зал потребовало рассмотрения отдельных отражений от поверхностей (докладчик и Б. Д. Тартаковский) и исследования распространения звука вдоль поглощающих поверхностей (Н. Н. Андреев). Полное и строгое решение второй задачи было дано в недавнее время (Л. М. Бреховских и Г. Д. Малюжинец). Первый рассмотрел распространение волн от точечного источника над поверхностью раздела двух изотропных сред; второй исследовал случай распространения вдоль поверхности материала, поглощение которого может быть описано нормальным импеданцем. В обоих случаях закон убывания силы звука оказался не экспоненциальным, как это считалось прежде. Вопросы восприятия реверберации исследовались с помощью электрически генерируемых затухающих звуковых импульсов докладчиком совместно с С. Т. Тер-Осипянцем. Выяснилось, что признаком, по которому испытуемые сравнивают два различных затухающих звука, является время реверберации (скорость затухания) независимо от различия в начальной силе звука и частоте. Интегральные законы в этих опытах не подтвердились. Особо было исследовано кажущееся уменьшение реверберации при затухании со скачком (случай близкого расстояния между источником звука и слушателем или микрофоном).

Первыми специально разработанными звукопоглощающими материалами были арборит из древесной массы (П. В. Лапшин), поглощающая

штукатурка А.Ц.П. (С. П. Алексеев), фибролит, пеношамот и др. В Асбестовом институте разрабатывались асбестовые материалы. В. А. Андриевский и К. А. Виталь предложили и разработали ряд оригинальных акустических материалов.

Были даны теоретические критерии применимости представления нормального импеданца (Н. Н. Андреев, Л. М. Бреховских); показано, что пористые среды следует характеризовать помимо обычных констант: инерциальности, сжимаемости и вязкости, также характером релаксационных потерь; изучено влияние углублений, обычно применяемых для увеличения поглощения (Н. Н. Андреев, В. Цикунов, М. А. Сапожков).

В Советском Союзе были развиты два направления работ по теоретическому изучению поглощения звука материалами.

Использование резонанса для увеличения скорости колебаний в горлышках резонаторов и вследствие этого наиболее эффективное использование звукопоглощающего материала было положено С. Н. Ржевским в основу резонансных поглотителей с легко регулируемыми частотными характеристиками поглощения сравнительно просто поддающихся математическому рассмотрению (С. Н. Ржевкин, М. С. Анциферов, В. С. Нестеров). Г. Д. Малюжинец, рассмотрев вначале звукопроницаемость перфорированных экранов, нашёл затем возможность, соединив последовательно несколько экранов, получить анизотропный звукопоглощающий слой и развил его теорию, дав приближённые методы расчёта в области высоких частот (энергетические) и рассматривая материал на низких частотах как непрерывную среду. При помощи созданной им векторной диаграммы (импеданц-годографа) удаётся легко исследовать звукопоглощение при различных законах распределения констант по толщине слоя.

Л. Д. Розенберг коснулся в содокладе методов архитектурно-акустических измерений и применяемой аппаратуры, указав, что уже в 1921—1923 гг. в СССР впервые был применён реверберометр с микрофоном (С. Я. Лифшиц, С. Т. Тер-Осипянц). Это давало существенные преимущества по сравнению с аппаратурой, применявшейся за рубежом Себином и др., в которой приёмником служило ухо. В связи с широким строительством радиостудий в 1929—1930 гг. был построен точечный реверберометр и применялся осциллограф, позволяющий регистрировать весь процесс спадания звука (И. Г. Дрейзен, С. Т. Тер-Осипянц, Ю. М. Сухаревский). В 1934 г. в лаборатории Н. Н. Андреева в Ленинградском электрофизическом институте З. И. Митягиной при участии А. И. Белова и Н. В. Никольского был сконструирован объективный реверберометр, состоящий из микрофона, усилителя и фотозаписывающей приставки. В 1940 г. в Доме звукозаписи построен быстродействующий регистратор звукозаписи (З. Н. Резвякова). Докладчик напомнил, что в 1936—1937 гг. Акустическая комиссия рассмотрела среди вопросов измерительной методики три работы, две из которых были посвящены автоматизации методов измерений и измерениям в заглушённых камерах (А. А. Харкевич), а третья — выбору методов измерения времени реверберации (Г. А. Гольдберг). Метод усреднения результатов измерения, использующий источник, обладающий непрерывным спектром с последующим полосовым анализом, нашёл широкое применение как при измерении реверберации, так и звукоизоляции (В. С. Григорьев). Вариантом этого метода для кино является использование записанной на плёнку музыки или речи (А. Н. Качерович).

Импульсная методика исследования помещения, впервые в мире предложенная и разработанная в 1929 г. А. И. Беловым, была в 1940 г. развита Ю. М. Сухаревским, применившим её для обследования акустики концертного зала имени Чайковского. Измерения четырёх констант акустических

материалов (Г. Д. Малюжинец, Ю. П. Крашенинников и А. В. Макаров) по крайней мере на четыре года опередили американские исследования. Резервационные методы измерения звукопоглощающих материалов изучались, в частности, со стороны зависимости результатов от размера камеры, материала и т. д. (М. С. Анцыферов, Г. А. Гольдберг и др.). Методы измерения звукоизоляции проанализированы в основной работе И. Г. Русакова. В лаборатории Дворца Советов была создана универсальная измерительная аппаратура для измерений вибраций и шума (М. С. Анцыферов, Г. А. Сурин).

В докладе об акустике киностудий и кинотеатров А. Н. Качерович рассказал о работах акустической лаборатории НИКФИ. Павильоны для синхронных съёмок обрабатываются новым звукопоглощающим материалом, разработанным в лаборатории в 1948 г. (Л. М. Розенфельд, И. А. Шляхтер и докладчик), представляющим собой твёрдую застывшую пену белоснежного цвета, изготавливаемую из мочевиноформальдегидной смолы. Он не горюч, его плотность 0,15, коэффициент звукопоглощения 0,45—0,48 в широкой области частот.

Исследованы акустические условия в тонателле (помещения для записи звука). Созданы и применены звукопоглощающие полуцилиндрические фанерные панели. Показано, что критерием акустических условий в тонателле является не только время реверберации, но и форма спадаения звука. Исследованием акустических условий свыше 40 кинотеатров предварительно установлено влияние формы зала, в частности, высоты потолка на процесс спадаения звука и качество звучания. Замечено, что в наполненных залах нередко имеет место повышенная гулкость, несмотря на то, что вычисленное время реверберации (по данным измерений пустых зал) лежит ниже рекомендуемого оптимума. По мнению докладчика, это свидетельствует о том, что помимо времени реверберации на оценку гулкости театра влияют и другие причины.

С. Я. Лифшиц коснулся своих работ по оптимуму реверберации и новым явлениям слухового восприятия, указав, что установленный им в 1926 г. критерий качества акустики помещения был принят Мак-Нейром лишь в 1923 г. и отверг утверждение Кнудсена о том, что Мак-Нейр независимо установил связь между временем реверберации и законом интегральной протяжённости. Он также указал, что работы Максфилда (1948 г.) представляют по существу попытку вывести оптимум реверберации из первого интегрального закона слуха. Далее докладчик сообщил что, как следствие интегральных законов слуха, им обнаружена дискретность слухового восприятия и селективное усиление слухового восприятия. Оказывается возможным повысить чувствительность уха к слабым импульсам до 100 раз, вводя кроме них в ухо постоянный тон той же частоты. Установлена связь между слуховым восприятием и осязанием вибраций.

В докладе И. Г. Дрейзена «Звукофикация и звукоусиление в закрытых помещениях» отмечалась роль теоретических работ советской физической школы в анализе процессов самовозбуждения системы с обратной связью (В. М. Бовшеверов, Г. С. Горелик, К. Ф. Теодорчик). Советские акустики и инженеры выполнили теоретические и экспериментальные работы, послужившие основой этой отрасли акустики. Ю. М. Сухаревский интерпретировал систему звукопоглощения в закрытом помещении, состоящую из микрофонного тракта и говорителей, как полубесконечную цепочку говорителей с постепенно уменьшающимся коэффициентом обратной связи (к. о. с.) по мере удаления от начала цепочки. Г. А. Гольдберг развил эту концепцию для системы из нескольких (связанных акустически) трактов звукоусиления в одном помещении (например, стереофоническое звукоусиление), показав, что в довольно сложных системах усиления ряд значений к. о. с. имеет рав-

номерную сходимость. Ю. М. Сухаревский экспериментально показал, что к. о. с. помещений соответствует лишь частично синфазному суммированию звуковых волн, излучённых говорителем и отражённых от поверхности помещения. Он же нашёл, что степень неравномерности звукового поля (пикфактор звукового поля) составляет в большинстве помещений 2—2,5, а допустимое (незамечаемое) увеличение времени реверберации из-за обратной связи — 1,7.

Докладчику удалось рассмотреть акустику зал, оборудованных системой звукоусиления, на основе методов энергостатистической теории замкнутого объёма, и из уравнения энергетического баланса для помещения получить коэффициенты, характеризующие к. о. с. звукопоглощения. С помощью такого энергостатистического рассмотрения докладчик проанализировал основные системы нелинейного звукоусиления и предложил для них ряд расчётных формул. Ю. М. Сухаревский и докладчик нашли, что уровень громкости у слушателя должен быть не менее чем на 15 db ниже уровня громкости у микрофона оратора.

Н. Н. Андреев предложил, а Л. Д. Розенберг и Б. Д. Тартаковский развивали вариант звукофикации с помощью распределённой системы говорителей, при которой слушатель находится в зоне действия нескольких говорителей и влияние акустики помещения существенно ослабляется.

И. Г. Лейзер прочитал доклад о развитии звукоизоляции в СССР, отметив первые работы по звукоизоляции, выполненные в 30-х годах (С. Т. Тер-Осипянц, М. Я. Машонкин, И. Г. Русаков).

В Доме Звукозаписи, Телевизионном центре и др., были устроены «плавающие» студии. Толчком для решения очень сложных вопросов звукоизоляции явилось строительство Дворца Советов. В Акустической лаборатории этого строительства методом измерения сплошных спектров (В. С. Григорьев) была измерена изоляция против воздушного звука различных стен и перекрытий в существующих зданиях и в измерительных камерах (В. М. Рудник, Л. А. Яковлев). Измерялась также передача вибраций по зданию (М. С. Анцыферов, Г. А. Сурин, Р. Э. Гаско). Многочисленные измерения шумов вентиляционных установок (Л. А. Яковлев, Е. Я. Юдин) позволили создать численные характеристики шума при различных условиях работы, используемые для проектирования. А. И. Белов на основе статистической концепции упростил расчёт звукоизоляции вентиляционных установок и дал инженерные формулы, отличающиеся от предложенных за рубежом строгостью вывода и простотой применения. Производились измерения шумов городского транспорта (В. С. Казанский, К. Н. Шабшев, С. П. Алексеев). Строительство высотных зданий в Москве обуславливает дальнейшее развитие научных работ в области звукоизоляции, производящихся лабораториями Строительства Дворца Советов и Всесоюзной Академии Архитектуры.

В сообщении М. С. Анцыферова «Некоторые применения виброметрии в области акустики» излагались результаты одновременных измерений шума и вибраций, проникающих в здание по конструктивным элементам извне, проведённые в 1939—1941 гг. лабораторией СДС (Л. А. Яковлев, Г. А. Сурин, Р. Э. Гаско и докладчик). В результате этих измерений установлена простая связь между уровнем шума и вибрацией; эта связь может быть использована при изучении изоляции многослойных стен, расчётах уровня шума в зданиях по данным измерений ещё недостроенных конструкций и т. д. Степень совпадения результатов независимых измерений воздушного шума и вибраций может быть улучшена при учёте поглощения помещения.

С. П. Алексеев рассказал об уличных шумах и методах борьбы с ними. Он привёл данные измерений шума на улицах и площадях Москвы в различное время дня, а также измерений, сделанных

в вагоне метро. Выяснено, что минимальный шум имеет постоянный характер, зависящий от района и характера места. Максимальный шум определяется движением транспорта. На основании измерений сделаны выводы о необходимых мероприятиях для уменьшения городского шума (широкие улицы, не очень высокая застройка, озеленение, хороший настил мостовых, снижение шума транспорта).

Доклад Г. Л. Навяжского «Борьба с производственным шумом в Советском Союзе» был посвящён истории и современному состоянию этого вопроса. Показаны приоритет русской науки в изучении влияния шума на орган слуха (С. Ф. Штейн, Н. Ф. Попов), и развитие научной работы в этом направлении после Октябрьской революции (выполнено свыше 220 работ, организована лаборатория Ленинградского института охраны труда ВЦСПС, лаборатория физиологии и патологии слуха ВИЭМ и др.). Созданы приборы для измерения вредного действия шума с учётом повышенной вредности на высоких частотах (эта особенность шума установлена советскими учёными В. Г. Ермолаевым, Г. Л. Навяжским, А. В. Захером, А. И. Бронштейном и др.), исследованы допустимые уровни шумов (В. Г. Ермолаев, Г. С. Трамбицкий, Г. Л. Навяжский); доказано (А. Ф. Попов, В. Г. Ермолаев, Г. Л. Навяжский), что в основе вредного влияния интенсивных звуков лежит не «травма», а нарушение адаптации, и что физиологическая нейтрализация патологических последствий, которые наступают в слуховом органе под влиянием нарушения адаптации, может быть достигнута (Г. Л. Навяжский) методом «растормаживания» в соответствии с учением академика И. П. Павлова.

Ведутся широкие работы по радикальному обесшумливанию производственных процессов (например, замена клёпки электросваркой), снижению шума электрических машин, вентиляторов (изменение формы лопаток), очистных барабанов (уменьшение звучащей поверхности) и др.

Разработана специальная аппаратура для улучшения слышимости разговорной речи в шумных цехах.

И. И. Славин сообщил, что для улучшения разборчивости речи в условиях высокого уровня шума целесообразно ослабить низкочастотную часть и поднять высокие частоты тракта усиления, предназначенного для воспроизведения речи в производственных помещениях с высоким уровнем шума, так как важнейшим для разборчивости речи является участок от 600 до 2200 гц.

Б. П. Константинов поделился с участниками совещания воспоминаниями о выдающемся русском учёном-акустике А. И. Белове, погибшем при блокаде Ленинграда, и рассказал об его основных работах в области акустики. А. И. Белов создал струнный частотомер непревзойдённой точности, разработал методику измерений акустических сопротивлений, занимался теорией акустических преобразователей и электромеханических аналогий, впервые исследовал колебания турбинных лопаток в области частот до 20 000 гц, создал акустические измерительные методы, широко используя метод песчинки, предложенный Н. Н. Андреевым.

А. И. Белов дал исчерпывающий расчёт строя кларнета и медных духовых инструментов, разработав методику эквивалентных длин, позволяющую построить мензурку инструмента с необходимой точностью до десятых долей процента. Исследуя затухание струн, он обнаружил, что при наличии разных колебаний высоких и низких частот высокие частоты затухают медленнее, чем в случае, если бы процесс происходил только на высоких частотах, а низкие частоты не присутствовали бы. А. И. Белов организовал работы по атмосферной акустике, в частности, экспедиции в полярные области для исследования распространения звуков в стратосфере, и ряд других акустических работ.

А. И. Белов происходил из потомственной рабочей семьи, был прекрасным товарищем и учителем, активным общественником. А. И. Белов погиб в Ленинграде, где он остался для ведения научной работы во время блокады.

Совещание констатировало, что развитие в Советском Союзе работ по акустике и смежным дисциплинам, рост значения этих работ для различных областей народного хозяйства, наличие большого материала по уже законченным научным работам ставит вопрос о создании специального журнала.

Совещание отметило целесообразность выпуска книг по различным разделам акустики и ускорения выхода в свет печатающихся книг.

Совещание также постановило провести широкое и всестороннее исследование звуков русской речи и речи других народов СССР.

Б. Д. Тартаковский,
