1949 г. Март *Т. XXXVII, вып. 3*

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

АРХИТЕКТУРНАЯ АКУСТИКА В СССР

Н. Н. Андреев, В. С. Григорьев, И. Г. Лейзер, Л. Д. Розенберг, Б. Д. Тартаковский

К областям знания, возникшим у нас после Великой Октябрьской революции, надлежит отнести и архитектурную акустику; до революции её практически не существовало.

Немногочисленные и разрозненные статьи по различным вопросам архитектурной акустики, которые печатались в России до революции, не являются самостоятельными и не представляют интереса. Первые годы после революции, сопровождавшиеся интервенцией, переполненные экономическими трудностями, оставленными нам в наследство царским режимом, также не благоприятствовали развитию у нас архитектурной акустики; оживление в этой области началось только в связи с первой пятилеткой, поставившей перед страной высокие задачи весьма разнообразного содержания, в том числе и задачи архитектурно-акустические, естественно вытекавшие из требований намеченного строительства общественных и служебных зданий. Стоит поэтому оглянуться на пройденный нами путь, оценить полученные результаты и попытаться сформулировать дальнейшие линии развития.

С этой целью мы и составили настоящий обзор, который, надеемся, пригодится историку советской науки, но который мы и сами не считаем окончательным; для этого у нас не было ни времени, ни, может быть, достаточно полных материалов. Мы просим поэтому читателей присылать нам свои замечания и дополнения через редакцию.

В процессе работы мы консультировались с рядом лиц, работающих в этой области; всем им мы выражаем нашу искреннюю благодарность.

АКУСТИКА ПОМЕЩЕНИЙ

Интерес к акустике помещений не нов: ею интересовались уже архитекторы и учёные древности, и с тех пор интерес этот непрерывно возрастал, особенно в связи с постоянно обнаруживавшимся,

иногда нетерпимо плохим акустическим качеством больших помещений. Примером такого акустически-неудовлетворительного помещения является, например, Кельнский собор (начат в 1248 г. и окончен в XIX столетии), реверберация в котором длится около 10 секунд, в результате чего на сколько-нибудь значительном расстоянии от проповедника нельзя разобрать почти ни слова. Другим примером весьма плохой акустики являлся храм Христа-Спасителя, стоявший в дореволюционные времена на месте, предназначенном ныне для Дворца Советов. Параллельно с этим были и помещения, чрезвычайно удачные в акустическом отношении, например, бывшее «Благородное собрание», ныне Дом Союзов.

Выделить из хаоса звуковых явлений, возникающих в помещении, где раздаются речь или музыка, те, которые определяют звуковые качества помещения, оказалось нелегко. Это удалось только в 1898 г. американскому профессору физики У. К. Сэбину, уточнившему понятие реверберации и установившему связь реверберации с акустическими качествами помещения и параметрами, определяющими в основном эти его качества. Однако значение работы Сэбина было оценено не сразу; лишь постепенно она проникала в среду архитекторов и учёных и только в первое десятилетие XX века получила достаточно широкое признание. Поэтому будет правильным относить начало современной архитектурной акустики к 1898 г.

Перейдём теперь к развитию архитектурной акустики в нашей стране. Интерес к ней в дореволюционной России несомненно был, но, насколько мы смогли установить, только у архитекторов и строителей [1,2,3,4,5,6,7,9]. По приведённому (вероятно, неполному) в нашей библиографии списку работ это хорошо видно. Интерес к архитектурной акустике в среде физиков был весьма незначителен; мы нашли упоминание об архитектурной акустике только в обзоре В. Д. Зёрнова (1918) [10] в следующей фразе: «известно, что заранее при постройке аудитории или концертного зала очень трудно предвидеть, какова будет акустика этого помещения. Если зал не удастся в акустическом отношении, то, регулируя время гула (помещением в зале особых резонаторов *) или, напротив, занавесей, поглощающих звук), можно, повидимому, исправить этот недостаток».

Потребности возрождающейся страны, строительство радиовещательных студий, больших помещений общественного пользования уже с 1920 г. выдвинули перед советской физикой ряд задач, интереснейших не только по своему прикладному значению, но и с точки зрения физики; с этого времени и начинается современная архитектурная акустика в нашей стране.

Первые работы по архитектурной акустике в Советском Союзе относятся к 1920—1921 гг. Инициатором и руководителем их был

*) Здесь мы встречаемся с идеей, позднее детально разработанной Н. Ржевкиным.

С. Я. Лифшиц. Работы проводились в Физическом институте Московского университета, в Государственном институте музыкальной науки с привлечением студентов архитектурного факультета Высших государственных художественных Мастерских (ВХУТЕМАС). В процессе этих работ С. Я. Лифшицем была построена первая в России аппаратура для измерения времени реверберации и были произведены обмеры ряда московских театральных и концертных зал [12,15,16].

В 1923 г. был выпущен (на гектографе) конспект по курсу архитектурной акустики, читавшемуся С. Я. Лифшицем в ВХУТЕМАС'е[13]. Это был один из первых (а может быть и первый) в мире учебник по архитектурной акустике; несмотря на его несовершенства в толковании физической стороны архитектурно-акустических явлений, эта и последующие книги С. Я. Лифшица сыграли значительную и полезную роль в развитии нашей архитектурной акустики.

Приблизительно в это же время (15 сентября 1922 г.) начала работать Московская радиотелефонная станция [11]. Комната, из которой проводилась радиопередача, была обработана бархатными коврами. Это была первая советская радиостудия; акустическая отделка её материей была выполнена И. А. Зейтленком, работавшим по существу эмпирически.

Дальнейшие работы С. Я. Лифшица были направлены в область определения оптимума реверберации. Делая определённые предположения, касающиеся психофизиологии восприятия звука, Лифшиц получил аналитическую зависимость между объёмом помещения и оптимумом реверберации [17,18,25].

Две константы, входящие в это уравнение, он определил, исходя из экспериментально установленного оптимума реверберации в небольших помещениях, с одной стороны, и из времени реверберации Колонного зала Дома Союзов в Москве (считая его совершенным в акустическом отношении), с другой стороны. Полученная таким образом формула дала неплохое совпадение с результатами экспериментального обследования ряда зал.

Впервые эта работа была доложена 15 февраля 1923 г. и была одной из ранних среди работ на эту тему. После этого в архитектурной акустике наступило затишье, продолжавшееся до 1929—1930 гг. В течение этого перерыва выходит лишь второе издание Курса архитектурной акустики С. Я. Лифшица [28].

Во время первой Сталинской пятилетки началось бурное строительство радиовещательных станций и звуковых кинотеатров и киностудий. В литературе начинает появляться ряд популярных статей по акустике помещений. Начинается развитие советской архитектурной акустики в различных отраслевых лабораториях. После ряда организационных перестроек центром студийной акустики становится Лаборатория акустики Научно-технического управления НКПиТ (И. Г. Дрейзен, С. Т. Тер-Осипянц, Ю. М. Сухаревский).

При помощи более совершенной измерительной аппаратуры было проведено обследование ряда московских студий, причём измерялось не только время реверберации, но и его частотная зависимость, форма кривой спадания звука и равномерность звукового поля студий.

В результате ряда проведённых экспериментальных работ в 1931 г. выпускаются «Руководящие указания по устройству и эксплоатации радиостудий»[60].

В 1930 г. появляются две работы М. В. Мачинского[42, 43], посвящённые теории реверберации, в которых он пытается получить формулу реверберации путём, представляющим собой нечто среднее между обычной статистической теорией и точным волновым рассмотрением. Однако, благодаря сложному и громоздкому изложению и ряду мало обоснованных допущений, работы эти не оказали влияния на дальнейшее развитие архитектурной акустики, хотя в них содержится ряд интересных идей. К этому времени относится также начало работ по архитектурной акустике в Ленинградском электро-техническом институте им. В. И. Ульянова-Ленина (ЛЭТИ), Центральной радиолаборатории (ЦРЛ, Ленинград), Акустической лаборатории Всесоюзного электротехнического института (ВЭИ), в Государственном физико-техническом институте (ГФТИ, Ленинград), Киевской киностудии и некоторых других местах.

Во всех указанных лабораториях строилась измерительная аппаратура, разрабатывались методы архитектурно-акустических измерений и проводились экспериментальные обмеры существующих и строящихся радиостудий, звуковых кинотеатров и студий звукового кино.

В конце 1931 г. в ГФТИ была созвана I Всесоюзная акустическая конференция, на которой впервые встретилось большинство лиц, работавших в области архитектурной акустики[57,58,59]. Кроме информаций о текущих работах, на конференции было доложено несколько оригинальных работ в области архитектурной акустики. Так, С. Я. Лифшиц[72] распространил свою формулу для оптимальной реверберации на случай радиостудий и звуковых кинотеатров. Л. Д. Розенберг[76] ввёл понятие суммарной реверберации, понимая под этим процесс затухания звука в двух помещениях, связанных между собой односторонней электроакустической связью. Примером таких помещений могут быть киностудия — кинотеатр, радиостудия — помещение для прослушивания радиопередач и т. д. Были выведены формулы, показывающие неэкспоненциальность суммарной реверберации и зависимость её от реверберациий первичного и вторичного помещений. Указанная работа, являясь первой в этой области (аналогичная американская работа Хилла была опубликована на полгода позже в июльском номере журнала Американского акустического общества за 1932 г.), послужила толчком для целой серии последующих исследований. Здесь следует упомянуть работы М. А. Сапож-

кова[78,79,106,107] (1932 — 1934 гг.), рассмотревшего независимо от Эйринга случай двух помещений с акустической связью, А. И. Индлина и А. Н. Качеровича[110, 111] об оптимальных условиях в звуковых киностудиях и звуковых кинотеатрах (1935 г.) и, наконец, заметку Л. Д. Розенберга[169] о восприятии суммарной реверберации при обычной и стереофонической передаче.

Следующая линия работ, получившая развитие в исследованиях советских акустиков, — это совокупность важных вопросов о связи между физическими параметрами звука и характером его восприятия человеческим ухом, в особенности в условиях одноканальной передачи. Сюда относятся работы С. Я. Лифшица[89—91], касающиеся так называемой протяжённости и громкости звукового импульса. В этих работах экспериментально показывалось, что ухо является баллистическим инструментом, интегрирующим в определённых пределах интенсивность звука. Исходя из этих результатов, С. Я. Лифшиц получил частотную зависимость оптимума реверберации, удовлетворительно согласующуюся с экспериментальными наблюдениями[98,131,132].

Несколько позднее, после появления работ Г. Бекеши, в которых доказывалось, что для помещения размером до 2000 $м^3$ оптимальная реверберация не должна зависеть от частоты, С. Я. Лифшиц[163] произвёл экспериментальное сравнение двух помещений объёмом по 100 $м^3$ каждое, оборудованных по Бекеши и по Лифшицу. Прослушивание, проведённое экспертизой специалистов-музыкантов, показало небольшое преимущество выбора частотной зависимости оптимальной реверберации по Лифшицу.

Большое развитие радиовещания, рост количества студий и разнообразие характера радиопередач поставили ряд вопросов, связанных с правильной эксплоатацией студий. Для изучения этих вопросов при Московском радиотехническом узле была создана научно-исследовательская группа; работы этой группы были изложены в книге А. В. Рабиновича и Г. А. Гольдберга «Радиофония»[113]. А. В. Рабинович исследовал так называемый «эффект расстояния» в радиостудиях[104], заключающийся в том, что при отдалении или приближении источника звука по отношению к микрофону в радиостудии у слушателя получается впечатление, отличное от того, которое получается при непосредственном слушании. Г. А. Гольдберг[218] изучал «эффективную реверберацию» в радиостудиях, являющуюся одной из основных причин эффекта расстояния. Он осциллографировал кривые затухания звуковой энергии в радиостудиях при различных расстояниях между источником звука и микрофоном, и показал, что в таких условиях кривая затухания звука состоит из двух частей: из скачка, обусловленного прекращением прихода прямых звуков, и экспоненциального спадания, вызванного реверберацией студии. С увеличением расстояния между источником звука и микрофоном величина скачка уменьшается, а общий ход кривой приближается к классическому случаю.

В работе И. Г. Дрейзена[158] исследовалось изменение отношения энергий прямого и реверберирующего звуков, необходимое для того, чтобы слушатель (через микрофон) ощутил изменение тембра. Эта величина оказалась равной 6 *дб* для речи и пения.

Следующие интересные работы этого направления были выполнены Г. А. Гольдбергом и С. Т. Тер-Осипянцем в организованной в 1934 г. Центральной лаборатории Грампласттреста, впоследствии преобразованной в Центральную лабораторию Дома звукозаписи, а затем во Всесоюзный научно-исследовательский институт звукозаписи (ВНИИЗ). Учреждения эти были созданы и поставлены на большую высоту И. Е. Гороном. Блестящий организатор и крупный инженер с большими знаниями и опытом в практической акустике, он сыграл и продолжает играть большую роль в развитии у нас звукозаписи; многие и весьма удачные решения архитектурно-акустических вопросов, возникших при постройке Дома звукозаписи, принадлежат ему.

Работы Гольдберга и Тер-Осипянца касались восприятия реверберации. В первой части экспериментов[120] изучалось восприятие экспоненциально затухающих звуковых импульсов. Результаты сравнения импульсов с различными начальными уровнями громкости показали, что восприятие скорости затухания (т. е. реверберации) не зависит от начального уровня и что порог различения реверберации пропорционален самой реверберации. Эти результаты не подтверждают гипотезы С. Я. Лифшица, выдвинутой им для объяснения зависимости оптимальной реверберации от объекта.

Во второй части экспериментов[156] Г. А. Гольдберг и С. Т. Тер-Осипянц производили сравнение на слух двух реверберационных процессов — обычного и со скачком, получающимся вследствие выключения источника прямых звуковых лучей. Наблюдатель путём сравнения устанавливал реверберацию (без скачка), дающую то же слуховое впечатление, что и процесс со скачком. Оказалось, что ни скорость затухания, ни одинаковое интегральное действие затухающего импульса, ни одинаковое время звучания не являются признаками, по которым ухо устанавливает схожесть двух процессов. Из большого количества опытов удалось установить, что два процесса, различным образом затухающие, звучат одинаково, если они проходят через одинаковый уровень в момент времени 0,1—0,3 сек. после начала затухания. Это положение справедливо в том случае, если величина скачка не превышает 17 *дб*. В противном случае процесс со скачком не может быть сделан схожим (на слух) с нормальным процессом затухания.

В третьей части[183] сравнивались затухающие процессы различных частот. При этом была установлена независимость восприятия реверберации от частоты, что опровергает гипотезу С. Я. Лифшица и Макнейра, выдвинутую ими для объяснения зависимости оптимума реверберации от частоты.

Наконец, испытывалась заметность импульса на фоне плавной кривой спадания звука той же частоты.

Приходится выразить сожаление по поводу того, что эти работы до сих пор не опубликованы и поэтому известны лишь сравнительно небольшому кругу акустиков.

В помещениях, в которых звук воспроизводится электрически, на характере звучания, кроме свойств помещения, сказываются также и свойства звукового источника, в частности, его направленность. Поэтому, естественно, возник вопрос о критериях оценки акустических свойств озвученных помещений. В. В. Фурдуев [172, 173] предложил в качестве такого критерия так называемое «акустическое отношение», представляющее собой отношение плотности энергии, образованной совокупностью всех отражённых волн, к плотности звуковой энергии в прямой волне. Однако последующий эксперимент не подтвердил этого положения. А. В. Рабинович [343] и Ю. М. Сухаревский [305] предложили использовать для этой цели уточнённое «акустическое отношение», или фактор реверберационных помех, представляющий собой отношение всех «вредных» отражений к полезным. При этом полезными отражениями считаются те, которые приходят к уху слушателя с запозданием не более 60 *м/сек* (в том числе и прямой звук), а вредными — всё то, что приходит с бо́льшим запозданием.

Экспериментальные исследования в общем подтвердили наличие соответствия между этой величиной и разборчивостью речи, хотя вопрос ещё нельзя считать окончательно решённым.

А. В. Рабинович [197] изучил вопрос о заметности эхо и его влиянии на разборчивость речи. Он экспериментально определил условия заметности эхо на открытом воздухе, т. е. при отсутствии каких-либо других отражений, кроме исследуемого, и процент изменения артикуляции, возникающий при наличии эхо.

Другое направление работ, развиваемое советскими акустиками, относилось к области чисто физических процессов, связанных со звуковыми полями в закрытых помещениях. Наиболее ранней следует считать статью известного русского искусствоведа В. В. Стасова [1] о «голосниках», т. е. о сосудах, которые вмазывались в стены церквей, образуя небольшие пространства, связанные с основным объёмом помещения.

В наше время этим вопросом занимались С. Н. Ржевкин [139,141,196,243] и И. Верховская [119].

Наиболее ранней является работа И. Н. Верховской, выполненная ею (как это следует из предисловия редактора сборника) в 1932 — 1933 гг. под руководством покойного П. Н. Беликова. В самой работе есть указания на то, что сам П. Н. Беликов занимался этим вопросом ещё в 1926 г.

В этой работе, повидимому впервые, не только сказано, но и экспериментально доказано, что резонаторы (в частности, применявшиеся в русских церквах XI — XVII веков голосники) могут

как увеличивать реверберацию помещений, так и уменьшать её, и что в большинстве случаев голосники применялись именно для уменьшения реверберации, т. е. в качестве звукопоглощающих конструкций.

И. Н. Верховская приводит также небезынтересные сообщения историко-археологического порядка. Дело в том, что голосники в церквах применялись лишь в течение XI — XVII веков. И. Н. Верховская считает, что до XI века, когда церкви строились деревянными и небольших размеров, реверберация в них была невелика, и не было необходимости применять специальные устройства для её уменьшения. Это понадобилось лишь тогда, когда появились большие каменные церкви.

Начиная же с XVII века, когда появилась богатая церковная утварь, количество звукопоглощения возросло, и надобность в голосниках вновь отпала.

С. Н. Ржевкин впервые рассмотрел звуковой процесс в случае большого объёма, связанного с несколькими малыми объёмами, и показал, что далеко не всегда наличие таких примкнутых к основному объёму резонаторов приводит к увеличению времени реверберации, как это предполагалось ранее. В целом ряде случаев резонаторы вместо того, чтобы запасать звуковую энергию и отдавать её потом в помещение, могут отсасывать некоторое количество энергии, не отдавая его обратно, и таким образом уменьшить время реверберации. С. Н. Ржевкин развил эти идеи в виде так называемых резонансных поглотителей; работы его в этом направлении, весьма интересные и имеющие большое практическое значение, изложены им в составленном им самим обзоре [402], почему мы и нашли возможным остановиться здесь на них только вкратце.

Следует далее отметить работы Г. А. Чигринского, к сожалению, погибшего во время блокады Ленинграда. Будучи архитектором и не владея, следовательно, привычными физику методами, он тем не менее сумел дать ряд оригинальных работ по лучевой трактовке вопросов реверберации. Методом, впервые предложенным Цвиккером и Костеном и заключающимся в развёртывании всех последовательных отражений звукового луча в прямую линию (Г. А. Чигринский [265] пришёл к этому методу самостоятельно), он рассмотрел «картины отражений», как он их удачно назвал, в прямоугольных помещениях с учётом неравномерного распределения поглощения. Полученные им результаты позволили количественно изучить влияние соотношений размеров поглощения, влияние размещения поглощающих материалов и влияние проёмов в стенах помещения на реверберацию. Однако наиболее интересными результатами явилась возможность количественного подсчёта реверберации незамкнутых пространств.

В следующих своих работах [266, 267] он расширил свои результаты на случай непрямоугольных, но заполняющих пространство многогранников.

В своих работах Чигринский, так же как и все предыдущие наши и зарубежные исследователи, исходил из предположения, что в точке приёма нужно суммировать энергию звуков, пришедших в результате отражения с разных сторон. Другими словами, он пренебрегал явлениями интерференции. Впервые на условность такого предположения, повидимому, обратил внимание М. В. Мачинский в упомянутых выше своих работах, но экспериментальное подтверждение этого допущения было дано Л. Д. Розенбергом [371], который исследовал интерференционное поле источников, расположенных в виде прямолинейной правильной цепочки. Измеряя распределение звукового давления на некотором расстоянии от цепочки, Л. Д. Розенберг показал, что в случае когерентного излучения элементов цепочки, например, при монохроматическом звуке, действительно получается резко выраженное устойчивое интерференционное поле, пики и провалы в котором могут отличаться на 25 — 30 *дб*. В случае же излучения некогерентного шума или музыки интерференционное поле практически отсутствует, и сила звука в различных точках поля отклоняется от среднего значения на 0,5 — 1,0 *дб*, что даёт право производить энергетическое суммирование приходящих из различных направлений звуковых волн.

В последующих своих работах Л. Д. Розенберг [368, 369, 370] рассмотрел поля, образованные так называемыми распределёнными системами излучателей, понимая под последними такие системы, при применении которых звуковое поле в какой-либо точке озвучиваемого пространства создаётся суммой звуков, приходящих от большого числа излучателей данной системы. Полученные им результаты, во-первых, позволили рационально подойти к проектированию таких распределённых систем, а во-вторых, пользуясь методом фиктивных источников и заменяя звуковой процесс в замкнутом помещении бесконечным полем фиктивных источников, Л. Д. Розенбергу удалось решить ряд задач архитектурной акустики, не решённых ранее. Из полученных им формул известные выражения Милингтона, Эйринга и т. д. вытекают как частные случаи. В частности [405], им было получено следующее простое правило для наиболее рационального (с точки зрения получения наибольшего эффекта) размещения звукопоглощающего материала в закрытом помещении: сумма звукопоглощений по каждому из трёх основных направлений прямоугольного помещения должна быть величиной постоянной.

Однако пользование методом фиктивных источников правомерно лишь в случае полностью отражающих поверхностей, т. е. в практически наименее интересных случаях. При поглощающих поверхностях, вообще говоря, поле отражённых звуков не может быть представлено как исходящее от фиктивного источника. В своём капитальном обзоре по архитектурной акустике американские физики Ф. Морз и Р. Болт, пропагандируя разработанную ими волновую теорию акустики помещений, отказались даже от рассмотрения всех

работ, базирующихся на методе фиктивных источников. Но Л. М. Бреховских[409, 410] показал неосновательность такого мнения и дал точные критерии для величины ошибки, получающейся при использовании метода фиктивных источников. Полученные им результаты показывают, что в огромном большинстве реальных помещений применение метода фиктивных источников приводит к ошибкам, лежащим в пределах обычных инженерных расчётов, тогда как все выкладки и окончательные результаты получаются при этом в несравненно более простом виде, чем при применении точных формул волновой теории.

Следует отметить ещё несколько теоретических работ в той же области, среди которых выделяются две работы Б. П. Константинова[227, 228]. В них рассматривается неучтённый ранее никем эффект звукопоглощения твёрдой с акустической точки зрения стенки, обусловленный теплопроводностью. Б. П. Константинов, исходя из теории Кирхгофа, показывает, что, хотя и малый, эффект этот может играть роль, например, в затухании звука в реверберационных камерах; попутно показывается неудовлетворительность одного расчёта Стратта.

Наконец, отметим, что наиболее ранней работой, дающей волновую теорию затухания звука в помещении с поглощающими стенками, является работа И. Г. Дрейзена[122].

ЗВУКОПОГЛОЩЕНИЕ

Естественно, что с общим оживлением работ по архитектурной акустике вопрос об обеспечении СССР звукопоглощающими и звукоизолирующими материалами и конструкциями стал на одно из первых мест. Здесь же уместно подчеркнуть, что развитие этой отрасли в СССР отмечено характерным для науки нашей страны обстоятельством: наряду с практической развивалась и теоретическая сторона вопроса, причём контакт между ними никогда не прерывался. В данной области это было определено, кроме общих тенденций советской науки, далёкой и от грубого эмпиризма и от схоластических, теорий также деятельной работой Акустической комиссии Академии Наук СССР и акустических конференций.

Основная работа развивалась здесь по трём направлениям: пористые звукопоглощающие материалы, слоистые звукопоглощающие конструкции и резонансные звукопоглощающие системы.

Пористый звукопоглощающий материал, правильное толкование свойств которого было дано ещё Рейли, поглощает энергию падающей на него звуковой волны вследствие трения в его порах; соколебания самого твёрдого каркаса не принимаются во внимание.

Работа по созданию советских пористых звукопоглощающих материалов была начата в связи с проектированием Московского радиодома по инициативе инж. И. А. Зейтленок (погиб в 1933 г.) в 1932 г.

В Росстромпроекте трудами П. В. Лапшина был разработан материал «арборит» (тип картона). Опытными его партиями было обработано несколько студий. Однако вследствие воспламеняемости этот материал не получил широкого распространения. Через некоторое время эта группа работ была перенесена в Центральную лабораторию Грампласттреста. Основная задача акустического отдела этой лаборатории в то время заключалась в решении задач, возникавших в связи с проектированием Дома звукозаписи. Здесь (Г. А. Гольдберг, С. Т. Тер-Осипянц) были созданы лабораторные установки для исследования звукопоглощающих материалов.

При строительстве Дома звукозаписи (окончен в 1938 г.) был применён целый ряд различных отечественных материалов [171, 199, 200, 201]. Поэтому студия и контрольные комнаты Дома звукозаписи представляют собой живой музей отечественных звукопоглощающих материалов.

В 1933—1934 гг. С. П. Алексеев [206] при участии Е. В. Костырко разработал в лаборатории Архитектурного института несколько удачных образцов звукопоглощающих материалов, из которых гранулированная штукатурка (АЦП) послужила для обработки театра Красной Армии в Москве.

В это время (1934 г.) стала в значительных масштабах развиваться подобная работа в Центральном научно-исследовательском институте промышленных сооружений (ЦНИПС). Здесь В. А. Андриевский и В. М. Ходаркевич разработали хорошую акустическую штукатурку; была изготовлена пробная партия её. Были также разработаны и звукопоглощающие плиты: оргалит (на древесном сырье) в разных внешних оформлениях, фиброакустит (на основе шерсти), ксилолит (на древесных опилках). Далее надо отметить работу Н. В. Засурского [222], разработавшего технологию изготовления ряда звукопоглощающих материалов. Лаборатория ЦНИПСа не ограничилась, однако, только разработкой технологического процесса, но поставила нужные акустические измерения и занималась с тою же серьёзностью и звукоизоляционными материалами. Работа эта отражена в книге «Акустические материалы и их применение», составленной инж. А. К. Тимофеевым; к сожалению, авторы, ведшие эти работы, в ней не указаны [269]. В 1938 г. лаборатория эта была передана в Строительство Дворца Советов (СДС), нужды которого разработке особо высококачественных звукопоглощающих и звукоизолирующих материалов к этому времени определились как весьма настоятельные. В последующие годы были сделаны интересные попытки получения звукопоглощающих и звукоизолирующих материалов с художественной внешностью и высокими санитарно-строительными качествами; так были с успехом испробованы художественные раскраски по пористой штукатурке, узорные покрытия и т. п.; были также получены несгораемые звукопоглощающие плиты (пеношамот [234, 291], керамические материалы [212, 234]) хорошего внешнего вида.

Вся эта работа опиралась на систематические измерения коэффициента звукопоглощения в зависимости от частоты; были созданы соответственные измерительные установки. [М. С. Анцыферов, К. А. Виталь (погиб на войне), Г. Д. Малюженец.] О теоретическом осмысливании процесса звукопоглощающего пористого материала мы будем говорить ниже.

Отметим, наконец, тщательную работу Д. С. Новаховской (Государственный научно-исследовательский институт кирпичной промышленности НКПСМ) по созданию пемзолита, выполненную совместно с СДС [211, 295]; она разработала технологический процесс и изучила звукопоглощение пемзолита; была также изготовлена пробная партия в 450 $м^2$ и применена на опыте.

Параллельно с технологическими и производственными разработками и в тесном контакте с ними развились и теоретические работы по звукопоглощению как материалов, так и конструкций. Большая часть этих работ напечатана в сборниках № 2 и 3 Трудов Акустической комиссии Академии наук СССР, игравшей наравне с Бюро акустики СДС и акустической лабораторией Физического института Академии наук СССР (ФИАН), ведущую роль в изучении вопросов звукопоглощения. Поскольку ознакомление с этими работами облегчено наличием вышеупомянутых сборников, мы изложим этот вопрос, не вдаваясь в подробности.

Уравнения распространения звуковой волны в пористом материале с твёрдым каркасом исходят из предположения, что потеря энергии сосредоточена в процессе вязкого трения; отсюда известные уравнения движения, отличающиеся от обычных уравнений акустики наличием членов, пропорциональных скорости (уравнения Дарси). Можно ввести в них своеобразный звуковой потенциал и распространить их на случай анизотропии, представляющий практический интерес (Н. Н. Андреев [209а]). Однако остался нерассмотренным вопрос о термическом звукопоглощении пористого материала; вопрос о подсчёте звукопоглощения поверхностью материала вызвал значительное внимание советских учёных. Принятый в зарубежной литературе примитивный способ описания звукопоглощающего материала при помощи импеданции был подвергнут справедливой критике. Было показано, что более точный расчёт (практически более сложный) ведет иногда к резко отличным результатам при больших углах падения (Н. Н. Андреев и Е. Е. Лысенко [209а]). В настоящее время мы знаем и условия пригодности примитивного способа, формулированные в изящной работе Л. М. Бреховских [409, 410]. Кстати отметим, что в этой работе рассмотрен и другой важный вопрос — о пределе применимости геометрической акустики в вопросах архитектурной акустики. Надо отметить, что эти основные вопросы так и остались до сих пор нерассмотренными нигде за пределами СССР.

Отметим здесь же ещё одну работу принципиального характера — о влиянии величины звукопоглощающего образца на эффективный

коэффициент звукопоглощения (А. В. Римский-Корсаков и К. В. Струве [216]). Ввиду математических трудностей вопрос не был разрешён вполне, однако было показано, что эффективный коэффициент поглощения образцов, меньших по размерам полуволны, значительно выше, чем для случая бесконечно большого образца, — а это имеет немалое практическое значение как для правильного истолкования измерений, так и для использования звукопоглощающего материала в практике.

Так как оказывается, что, применяя звукопоглощающий материал с малыми порами, не удаётся получить значительных коэффициентов поглощения, а наличие больших пор делает материал неприемлемым с санитарной и строительной точки зрения, то, как это было сделано и за границей, стали переходить к перфорированным материалам, применению ниш и т. п. Все эти вопросы у нас в СССР стали особенно актуальными в связи с потребностями в сильно поглощающих материалах для СДС и с трудной задачей весьма большого звукопоглощения, которое необходимо было в Большом зале Дворца Советов; о последней задаче мы будем особо говорить ниже. Сюда относится работа Н. Н. Андреева и Е. Е. Лысенко, в которой рассмотрено увеличение звукопоглощения пористого материала вследствие наличия в нём цилиндрических ямок [210], и две работы о звукопоглощении ниш В. А. Цикунова [264] и М. А. Сапожкова [249]. Но особенно следует отметить работы Г. Д. Малюжинца [165,166,192,193, 230,231,233]. В этих работах он прежде всего исследовал звукопроводность жёсткого звукопоглощающего экрана, используя довольно строгий метод расчёта, исходящий из волнового уравнения без трения, а также произвёл учёт влияния трения. Здесь надо, кстати, отметить, что в дальнейшем совершенно строгое решение подобной же задачи (для случая круглого отверстия в перегородке круглой концентрической трубы) дал акад. В. А. Фок [361]. Далее Г. Д. Малюжинец рассмотрел важный для практики случай покрытия пористого звукопоглощающего материала жёстким перфорированным экраном, как лежащим непосредственно на звукопоглотителе, так и при наличии воздушной прослойки между ними; наконец, им же был рассмотрен и случай соколебания жёсткого экрана, обусловленный наличием конечной инертности его. Без преувеличения можно сказать, что все эти работы дают весьма полное — и более полное, чем зарубежные работы, — представление об акустических свойствах перфорации. Следует добавить, что и экспериментальное изучение свойств перфорации не было упущено; в основном оно велось в лаборатории СДС под руководством Г. С. Малюжинца Ю. П. Крашенинниковым и другими.

Особый вопрос возник в связи с необходимостью получения почти полного поглощения звуковых волн на потолке Большого зала ДС. Обычные звукопоглощающие материалы не могут быть здесь применены из-за практической невозможности повысить их звуко-

поглощение до нужных размеров, даже если не принимать во внимание необходимости художественно допустимого внешнего вида. Были проведены поиски принципа «высококачественного звукопоглотителя» и велась оживлённая дискуссия (С. Я. Лифшиц, С. Н. Ржевкин и многие другие). Однако лучшим из решений было признано решение Г. Д. Малюжинца. Он исходил из принципа многослойного звукопоглотителя, построенного в Америке Беделлом и представлявшего ряд звукопоглощающих занавесов, разделённых воздушными промежутками. Но звукопоглотитель Беделла был построен чисто эмпирически, и оставалось неясным, как велико то предельное звукопоглощение, которое можно получить этим способом при соблюдении разумных, со строительной точки зрения, габаритов. Г. Д. Малюжинец дал изящную теорию такого поглотителя, причём разработал и приёмы его расчёта, позволившие отыскать оптимальные параметры; удалось получить почти полное звукопоглощение даже на довольно низких частотах.

Согласие теории с опытом, который был поставлен в лаборатории СДС по методу трубы Тума, было достаточно полное. Но к испытанию куска потолка Большого зала — для выяснения, насколько влияют на расчётное звукопоглощение необходимые в действительности крепления — приступить не удалось вследствие начавшейся Отечественной войны.

Третье направление в разработке звукопоглощающих материалов как средней, так и высокой эффективности, определилось из работ С. Н. Ржевкина с сотрудниками. Вопросу этому посвящён обзор С. Н. Ржевкина, напечатанный в этом же журнале[420].

ЗВУКОУСИЛЕНИЕ

До возникновения радиовещания архитектурная акустика рассматривала только условия восприятия звучания естественных источников звука в помещениях обычного типа или в специальных помещениях—аудиториях.

Требования радиовещания резко изменили положение. Несмотря на то, что в радиовещательной цепи исполнение осуществляется в студии, в то время как воспроизведение осуществляется в произвольном помещении, всё же радиовещательный тракт следует рассматривать принципиально как тракт звукоусиления. Тракт радиовещания, рассматриваемый в целом, идентичен по функциональному назначению с трактом «запись — воспроизведение звука», например, при граммофонной записи.

Этот новый элемент — восприятие звука электроакустическими устройствами, затем усиление и воспроизведение при помощи электроакустических устройств — вошёл несколько позднее и в практику использования лекционных помещений и, наконец, в сценическую практику. Можно сказать, что техника звукоусиления революциони-

зировала «архитектурную акустику», и в настоящее время вряд ли мыслимо проектирование массовой аудитории или театра без учёта использования звукоусилительных систем. Более того, техника звукоусиления располагает в настоящее время средствами исправления акустических дефектов помещения, которые открывают для архитектурной акустики совершенно новые перспективы.

На первом этапе развития русской архитектурной акустики наибольший интерес возбуждали те стороны акустических явлений в замкнутом помещении, которые обусловливают восприятие речи и музыки при прямом восприятии звучания, т. е. при нахождении слушателя в том же помещении, в котором находится лектор или исполнитель. Таким образом, изучалась архитектурная акустика обычных малых помещений лекционного типа и архитектурная акустика театральных помещений. При этом основывались на концепциях, данных в конце прошлого столетия Сэбином. Этот период связан в советское время в основном с работами С. Я. Лифшица [12,13,15,16], относящимися к 1922—1926 гг.

Процесс проникновения техники звукоусиления в акустическую практику сказался на развитии советской архитектурной акустики в значительно большей степени, чем на развитии архитектурной акустики за рубежом. Советские архитектурно-акустические исследования с самого начала были тесно связаны с требованиями радиовещания и впоследствии с требованиями звукоусиления. В работах советских авторов наиболее отчётливо и активно проводились идеи комплексного проектирования архитектурно-акустических свойств помещений, в которых осуществляется восприятие и воспроизведение звука, и соответствующих элементов системы звукоусиления.

Стимул к развитию техники звукоусиления был дан не только радиовещанием, но и звуковым кино. Для радиовещательных студий, съёмочных ателье и звуковых кинотеатров не было и не могло быть тех классических образцов, какие были в области проектирования лекционных аудиторий и театров. В ряде случаев приходилось приспосабливать помещения, заведомо мало пригодные, и добиваться удовлетворительных акустических данных. Всё это потребовало теоретического анализа архитектурно-акустических свойств помещений в связи со свойствами электроакустических систем. В результате пассивный, познавательский метод архитектурно-акустического исследования помещений постепенно сменился активным методом создания помещений с необходимой акустикой.

Здесь можно указать три линии развития. Первая — «студийная» линия — имеет дело с естественным звучанием в специально спроектированном помещении (студии, ателье) при использовании электроакустических звукоприёмников, причём субъективное восприятие осуществляется в других, разнородных помещениях, обладающих произвольными акустическими качествами. Этот случай имеет место при радиовещании. Вторая, типичная для звукового кино, предусматри-

вает приём звука естественных источников в специально оборудованном помещении (студии, ателье) и воспроизведение звука также в специализированном помещении — зрительном зале кинотеатра. Здесь мы имеем уже элементы стереофонии, поскольку необходимо, чтобы звуковой образ локализовался зрителем одинаково со зрительным. Наконец, третья предусматривает наличие в специализированном помещении (зрительном зале, аудитории) естественных источников звука (оратор, музыкальные инструменты, певцы или актёры), и наряду с этим системы электроакустических звукоприёмников и громкоговорителей, обеспечивающих необходимый уровень громкости по всей площади зрительных мест аудитории. В простейших случаях — при усилении речи оратора — требования к качеству звучания и к стереофонии могут быть пониженные, но в наиболее развитом варианте требуется высокий класс точности воспроизведения и достижение возможно более полного стереофонического эффекта. Случай граммофонной записи близок к случаю радиовещания, поскольку запись осуществляется в студии, воспроизведение же осуществляется обычно радиовещательным приёмником или механическим граммофоном в помещении, специально не приспособленном.

Совершенно естественно, что требования практики заставили различные организации, занимавшиеся радиовещанием, звукозаписью или звуковоспроизведением, решать задачи архитектурной акустики в применении к студийным помещениям и затем к массовым аудиториям типа звукового кинотеатра. Поэтому центрами практической и отчасти теоретической работы в области архитектурной акустики, связанной с искусственным восприятием и воспроизведением звукового материала, стали радиовещательные организации, научно-исследовательские и учебные институты системы кинопромышленности, киностудии, организации граммофонной промышленности. Относительно большие звуковые мощности, во много раз превышающие обычные уровни мощности при ранее использовавшемся музыкальном сопровождении кинофильмов, и в особенности требования разборчивости речи обусловили с самого начала принятие новых исходных точек зрения при проектировании зрительного зала кинотеатра. Недостаточность времени реверберации как качественного критерия оценки акустики помещения сказалась сразу, но первое время привлекались главным образом соображения геометрической акустики с учётом направленности громкоговорителей.

В первый период развития советского радиовещания — приблизительно с 1922 г. — публикуется ряд работ, обзорных и оригинальных, касающихся главным образом оборудования радиовещательных студий и условий их эксплоатации [11,14,21,26,27]. При этом значительная часть работ посвящена рассмотрению студии как помещения, обработанного звукопоглощающими материалами, т. е. трактует вопрос с точки зрения собственно архитектурно-акустической. Постепенно всё больше внимания начинает уделяться радиостудии как элементу

радиовещательного тракта, т. е. как помещению, в котором осуществляется восприятие звучания естественных источников звука при помощи электроакустических звукоприёмников (микрофонов). Естественно, что на первой стадии ставится вопрос об «эксплоатации микрофона» в радиостудии, но в конце концов становится общепринятой концепция студии как элемента электроакустического тракта звукоусиления. Центром исследовательской работы в этом периоде является Научно-исследовательский институт связи Научно-технического управления НКПиТ. Исследовательские работы по оборудованию и эксплоатации студий ведутся также и техническим персоналом ряда главных радиостанций Союза. К 1931 г. относится публикация ряда результативных работ в сборниках НТУ НКПиТ [50,60,61, 63]. Здесь должна быть отмечена работа И. Г. Дрейзена [50], где на основании опытного материала показывается, что усреднённые акустические параметры недостаточны для оценки качества студии, так как конечный результат существенно зависит от расположения исполнителей и в особенности от расположения микрофона. К этому же периоду относятся исследования Ю. М. Сухаревского [61, 62], касающиеся работы исполнительских ансамблей в радиостудиях. К результативным работам, суммирующим существовавший опыт, относятся также книги И. Г. Дрейзена «Электроакустика в широковещании» [87], «Радиофония» А. В. Рабиновича и А. Г. Гольдберга [86] и «Радиовещательные студии и микрофоны» А. В. Рабиновича и Ю. М. Сухаревского [242]. В последней работе значительное внимание уделено оценке «оптимальной реверберации», как критерия качества студии, и оценке микрофонов различных типов с точки зрения конечного качества звучания.

То обстоятельство, что в типичном радиовещательном тракте воспроизведение звука осуществляется в помещении с неопределёнными, случайными акустическими данными, накладывает известный отпечаток на работы, посвящённые акустике радиовещательных студий. Студия рассматривается более или менее как изолированный объект, и качественные оценки всегда страдают некоторой априорностью. Существенно отлично положение при записи и воспроизведении звука в звуковой кинематографии. Здесь мы имеем по существу единый тракт, который включает два архитектурно-акустически обработанных помещения и который должен быть подчинён единым качественным нормативам. Это обстоятельство, отчётливо осознанное уже в самом начале работы в области звукового кино в СССР, привело к дальнейшему плодотворному развитию концепции совокупной оценки архитектурно-акустических свойств начального и конечного помещений тракта (т. е. ателье и зрительного зала) и связывающей их электроакустической системы. Вопрос о суммарной реверберации при записи и воспроизведении звука рассматривался Л. Д. Розенбергом уже в 1932 г.[76]. В этой работе впервые отчётливо поставлен вопрос о неприменимости обычных архитектурно-акустических качественных

критериев (стандартная реверберация, оптимальная реверберация) для оценки качества помещений, связанных трактом записи — воспроизведения.

В связи с развитием звукового кино в СССР около 1929 г. возникают новые центры научно-исследовательской работы в области акустики помещений и акустики звукоусиления. Исследовательские работы ведутся как в научно-исследовательских учреждениях, занимающихся разработкой систем звукозаписи и звуковоспроизведения (Всесоюзный электротехнический институт, Научно-исследовательский кино-фото-институт и др.), так и в учебных институтах системы кинопромышленности, и, наконец, в лабораториях ведущих киностудий.

Часть опубликованных работ (главным образом работы А. И. Индлина и А. Г. Качеровича [110, 126]) основывается на той же концепции, которая развита в указанной выше работе Л. Д. Розенберга, т. е. рассматривает вопрос о необходимой суммарной мощности акустических излучателей в зрительном зале кинотеатра и об оптимальных соотношениях между временами реверберации в ателье и в зрительном зале. Существенно новая концепция вводится в 1937 г. В. В. Фурдуевым в работах «Метод акустического проектирования аудиторий, оборудуемых громкоговорящими устройствами» и «Метод акустического проектирования звуковых кинотеатров»[172, 173]. Здесь основным качественным критерием принимается отношение уровня прямого звука к уровню рассеянного звучания и устанавливается связь между формой помещения (в части его, занятой зрительными местами) и формой характеристики направленности громкоговорящих устройств. Эта работа кладёт начало постепенному отходу от «реверберационных» оценок качества помещения, которое оборудовано звуковоспроизводящей или звукоусилительной установкой.

Акустическое проектирование основных аудиторий Дворца Советов (Большого зала вместимостью на 20 000 мест и Малого зала вместимостью на 5000 мест) явилось мощным стимулом к углублённой проработке — как теоретической, так и экспериментальной — вопросов звукоусиления в больших аудиториях. С 1938 г. сектор акустики Строительства Дворца Советов становится одним из центров работы в области теории звукоусиления в связи с архитектурной акустикой. До этого времени звукоусиление рассматривалось главным образом как вспомогательное средство для исправления голосовых данных оратора, и в некоторых случаях для исправления дефектов аудитории. При проектировании основных аудиторий Дворца Советов советская акустика впервые встретилась с акустическим проектированием помещений, в которых системы звукоусиления играли решающую роль.

Состояние вопроса о звукоусилении в Большом зале Дворца Советов на 1939 г. освещено в работе А. В. Римского-Корсакова «Критический обзор способов усиления звука в весьма больших помещениях»[245]. Большой теоретический, экспериментальный и про-

ектный материал, полученный сектором акустики Строительства Дворца Советов и лабораторией акустики СДС в период с 1937 по 1941 гг., к сожалению, до сих пор остаётся неопубликованным или, если и опубликован, то только частично. Это заставляет нас остановиться несколько подробнее на рассмотрении работ Строительства Дворца Советов в области звукоусиления.

Малый зал Дворца Советов при необычных размерах представляет собой по существу зрительный зал обычного типа т. е. обладает сценическим проёмом, более или менее выраженной сценической коробкой и авансценой и т. д. Поэтому звукоусилительная установка Малого зала могла являться фронтальной трёхканальной стереофонической звукоусилительной системой. Напротив, Большой зал — круговой формы, с высоким куполом и круглой сценической площадкой — совершенно необычен и по форме и по размерам, что не позволяет применить здесь какое-либо тривиальное решение звукоусилительной системы. Двойственность назначения Большого зала — как аудитории для совещаний, что предполагает симметрию, близкую к фронтальной (при нахождении оратора в секторе президиума), и как зрительного зала с круговой симметрией — заставила дублировать звукоусилительные системы. Дополнительное требование «незаметности» громкоговорящих устройств, т. е. полной архитектурной маскировки громкоговорителей, их слияния с интерьером зала, ещё более затрудняло задачу.

Две основные концепции, избранные сектором акустики СДС при проектировании звукоусилительных систем, кратко описаны в указанной выше работе А. В. Римского-Корсакова. Первая предполагает использование сосредоточенных групповых источников звука, расположенных на значительной высоте (на уровне последних рядов амфитеатра) над круглой сценической площадкой, для создания пятиканальной стереофонической системы с круговой симметрией. Усиление речи при этом предполагалось осуществить при помощи сосредоточенных (также групповых) источников звука, расположенных фронтально в зоне президиума. Вторая концепция предполагала, при отказе от стереофонии, использование громкоговорителей малых габаритов, рассредоточенных по всей площади, занятой зрительными местами. Такая система звукоусиления, по принятой терминологии, определяется как «распределённая» система звукоусиления. Первая концепция развивалась далее В. С. Григорьевым, вторая, предложенная Н. Н. Андреевым, разрабатывалась Л. Д. Розенбергом и Б. Д. Тартаковским [347,357,36],371,374.

При каждом из этих решений возникают присущие им трудности. Основным вопросом является здесь правильная локализация звукового образа — в первом случае при высоком расположении действительных источников звука (поскольку естественные источники для большей части аудитории не имеют значения) и во втором случае при «разлитом» по площади зрительных мест звучании громкоговорите-

лей. Тестуальные эксперименты, проведённые В. Ф. Натаровым [235, 236, 293], показали возможность правильной и устойчивой локализации, источника звука при перемещениях в фронтальной плоскости и значительно меньшую точность при перемещениях по глубине; вопрос о пороге расходимости при перемещениях в сагиттальной плоскости в этих работах оставлен открытым. При опытах с распределённой системой порог расходимости определялся тестуальным методом при демонстрации звукового кинофильма (Л. Д. Розенберг и Б. Д. Тартаковский [348, 360, 374]); опыты показали достаточную устойчивость «слияния» зрительного образа со звуковым. При этом, конечно, нужно учитывать большой масштаб изображения на экране, что облегчает «слияние» и увеличивает порог расходимости. Однако вопрос о локализации источников звука с точки зрения техники звукоусиления ещё не может считаться окончательно решённым.

Свойства распределённых систем источников звука исследовались как теоретически, так и экспериментально. Результаты этих исследований отражены в ряде работ Л. Д. Розенберга и Б. Д. Тартаковского, упомянутых выше. Теоретические расчёты, основанные на предположении о некогерентности излучения отдельных источников, хорошо совпадают с экспериментальными результатами, полученными при речевом и музыкальном звуковом материале [371]. Достаточная равномерность звукового поля может быть получена даже при относительно редком расположении источников. Необходимая плотность расположения громкоговорителей определяется в основном требованием слитности общего звучания, т. е. восприятия звучания удалённых источников как «псевдореверберации», а не как повторного эхо. Использование распределённой системы источников звука позволяет получить хорошую разборчивость при относительно малом звукопоглощении в помещении, а также уменьшает опасность обратной связи с микрофоном оратора. Отрицательным свойством системы является упомянутая выше псевдореверберация, которая, однако, в условиях Большого зала Дворца Советов, не обладающего естественной реверберацией, может оказаться и положительным фактором.

Проведённые исследования, однако, ещё не дают основания для окончательного выбора распределённой системы звукоусиления для Большого зала Дворца Советов, так как, вследствие малой направленности малогабаритных излучателей, такой системе свойственно излучение большого количества энергии вверх. Это создаёт опасность мешающего эхо от купола зала. Поэтому произведённые эксперименты и расчёты требуют дальнейшего уточнения, требуется также дальнейшее исследование стереофонических свойств распределённой системы при круговой симметрии зрительного зала.

Очевидно, что при помещении сколько-нибудь необычной формы и больших размеров направленность излучателей, входящих в состав звукоусилительной установки, не может быть выбрана произвольно. Сформулированные В. В. Фурдуевым требования к направлен-

ности (см. выше) относятся к помещениям типа обычного зрительного зала. Ю. М. Сухаревским [256, 257, 307] было показано, что удовлетворительные соотношения получаются в этом случае при использовании рупорных громкоговорителей, обладающих приблизительно эллипсоидальной пространственной характеристикой направленности. При этом, однако, условия одновременной работы в одном помещении группы громкоговорителей и микрофонов не учитывались, т. е. результаты относились скорее к случаю воспроизведения звука, а не к случаю звукоусиления. Даже при обычной конфигурации зрительного зала и при фронтальной стереофонии задача звукоусиления значительно труднее, чем задача звуковоспроизведения. В Большом зале Дворца Советов решение задачи могло быть найдено только при совокупном проектировании зрительного зала и направленных свойств излучателей стереофонической системы. Работы сектора акустики СДС, проводившиеся в направлении изыскания методов создания излучателей с характеристиками направленности, отвечающими конфигурации Большого зала (С. А. Маков), хотя и имеют прямое отношение к архитектурно-акустической задаче проектирования Большого зала, но всё же лежат скорее в области электроакустики, и мы не можем здесь останавливаться на них подробно.

В связи с задачами проектирования Дворца Советов находится ряд исследований, посвящённых условиям работы в замкнутом помещении полного тракта звукоусиления. Любая система звукоусиления предусматривает наличие в зрительном зале одновременно звукоприёмников и излучателей звука, связанных общей усилительной системой. При стереофоническом звукоусилении в зрительном зале действует несколько таких систем (в Большом зале Дворца Советов по проекту — пять звукоусилительных систем). Уже при обычном фронтальном варианте звукоусилительной системы, когда излучатель может быть вынесен вперёд по отношению к фронту расположения звукоприёмников, находящихся в сценической коробке, и следовательно, при нахождении звукоприёмников в зоне ослабленного излучения громкоговорителей, возникают ограничения степени звукоусиления вследствие акустической обратной связи между громкоговорителем и звукоприёмником. При стереофоническом звукоусилении эти связи могут быть не только прямыми (по одному тракту), но и перекрёстными. Особенно трудной задачей является случай стереофонии с центральной симметрией, где значительное ослабление излучения системы громкоговорителей, расположенных над круговой сценической площадкой в направлении вниз, представляет значительные трудности. Здесь задача может быть решена только путём проектирования специальных направленных звукоприёмников с пониженной чувствительностью в верхней полусфере. Мы видим, что определённая архитектурно-акустическая задача влечёт за собой соответствующую электроакустическую задачу. Теоретические и экспериментальные исследования Ю. М. Сухаревского и Г. А. Гольдберга [306,308,310,325а,325б,392] по-

казали, что вопрос об акустической обратной связи громкоговорителя и микрофона, относящихся к одной и той же системе звукоусиления, действующей в закрытом помещении, может быть сведён к рассмотрению акустической обратной связи между распределённой системой громкоговорителей и микрофоном, расположенным в поле этой системы в неограниченном пространстве. Эта концепция позволила найти предельные возможности звукоусиления в закрытом помещении, правда, пока ещё в идеализированной трактовке. Этот же вопрос рассматривался И. Г. Дрейзеном, и освещён детально в его курсе электроакустики [279].

Исключительные размеры и форма Большого зала Дворца Советов поставили на очередь ещё два основных вопроса техники звукоусиления — вопрос об искусственной реверберации и о маскировке эхо. Хотя и до этого времени методы создания искусственной реверберации (главным образом при помощи так называемой «комнаты эхо» [204]) рассматривались в литературе, однако только с точки зрения использования искусственной реверберации как вспомогательного звукового эффекта в радиовещании и кинотехнической звукозаписи. В Большом зале Дворца Советов, при звукоусилительной системе с сосредоточенными групповыми источниками, нормальная реверберация отсутствует, что заставляет воссоздавать реверберацию искусственно. При звукоусилительной системе, состоящей из распределённых источников, присутствует, как уже указывалось выше, псевдореверберация, которая, однако, не вполне сходна с естественной реверберацией, привычной для слушателя, и также должна дополняться искусственной реверберацией. Этой проблеме посвящены работы, рассматривающие реверберато ры с акустической обратной связью и с запи ью на но ители. Эти работы, выполненные непосредственно перед второй мировой войной, до сих пор ещё не опубликованы.

Искусственная реверберация может являть я также средством борьбы с дискретными отражениями (эхо) в больших помещениях. Этому вопросу были посвящены экспериментальные работы С. Т. Тер-Осипянца и Г. А. Гольдберга [260, 183]; вопрос о различимости эхо при восприятии речи исследовался тестуальным путём А. В. Рабиновичем [297].

Нам остаётся рассмотреть только вопрос о стереофоническом воспроизведении звука и стереофоническом звукоусилении, чтобы закончить обзор работ, посвящённых звуковоспроизведению и звукоусилению в связи с архитектурной акустикой. Выше упоминались исследования по стереофонической локализации и по стереофоническим звуковоспроизводящим и звукоусилительным системам, проводившиеся в системе Строительства Дворца Советов. Однако стереофония, естественно, представляла интерес также и в области записи и воспроизведения звука. Здесь должны быть отмечены в первую очередь экспериментальные работы И. Е. Горона. Стереофонические эксперименты с двух- и трёхканальной звукоусилительными системами высокого класса

точности воспроизведения были осуществлены И. Е. Гороном в 1936 г. в Колонном зале Дома Союзов в Москве. Эти работы получили своё дальнейшее развитие при разработке системы трёхканальной стереофонической записи звука на магнитном носителе. Уже после Отечественной войны (1947 г.) разработанная И. Е. Гороном аппаратура позволила провести ряд стереофонических экспериментов, показавших эксплоатационную пригодность метода. В области звуковой кинематографии стереофонические эксперименты осуществлялись М. З. Высоцким и В. Н. Коноплёвым [180, 181], однако только при двухканальной записи звука.

Мы не будем касаться более специальных вопросов техники звукоусиления, например, вопросов сжатия и расширения динамического диапазона. Несмотря на то, что требования к динамическим характеристикам звукоусилительного тракта теснейшим образом связаны с архитектурно-акустическими свойствами помещения, рассмотрение этой линии исследований увело бы нас слишком далеко от собственно архитектурно-акустических вопросов.

Приведённый краткий обзор показывает, что основная линия развития советской технической акустики в данной области всё более развивается в сторону создания методов, позволяющих говорить не только об архитектурной акустике, но уже и об архитектурной электроакустике. Это особенно сказывается в работах, посвящённых труднейшему в акустическом отношении объекту — Дворцу Советов. Широкая программа тестуальных и количественных экспериментов, для которых был создан акустический полигон СДС [327], должна была дать качественные критерии, необходимые для проектирования сложных звукоусилительных систем. Эта работа была прервана войной, отвлекшей основные силы советских акустиков на решение других задач.

ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ

Как известно, вопросы звукоизоляции и снижения шума в зданиях получили достаточное научно-техническое освещение лишь с начала тридцатых годов нашего века. Появлявшиеся ранее в свет работы в этой области носили случайный характер и результаты их были неясны и противоречивы. Так обстояло дело и с нашей отечественной литературой по звукоизоляции.

В 1931 г. появилась в свет обзорная работа С. Т. Тер-Осипянца [63], в которой впервые были поставлены в современной трактовке вопросы звукоизоляции зданий, дана сводка результатов имевшихся к тому времени исследований и намечены пути для дальнейших научно-технических изысканий. К 1933 г. относится обзорная статья М. Я. Мошонкина по звукоизоляции киноателье [92], и в том же году появилась первая оригинальная советская работа И. Г. Русакова [94] по измерению звукоизоляции. В этой работе приведены результаты произве-

дённых автором в Ленинградском электрофизическом институте измерений изоляции дверей при разной степени неплотности их прикрывания, а также изоляции специальных звукозащитных будок.

Для дальнейшего развития советской исследовательской и научно-технической работы в области звукоизоляции и снижения шума значительную роль сыграли строительство звуковых студий и строительство Дворца Советов. При проектировании Дворца Советов возник ряд сложных проблем его звукоизоляции. Организованный при Строительстве Дворца Советов Отдел акустики с акустической лабораторией при нём проработал, в числе прочих вопросов акустики, имевшийся научно-технический материал по звукоизоляции и произвёл собственную обширную исследовательскую работу в этой области. В результате была создана методика проектирования звукоизоляции Дворца Советов, имевшая большое значение для развития звукоизоляции в СССР. В статье И. Г. Лейзера [335] дан краткий обзор вопросов звукоизоляции во Дворце Советов и принятых в проекте конструктивных решений.

Переходя к обзору отдельных, разработанных в СССР, проблем звукоизоляции и снижения шума в зданиях, начнём со звукоизоляции стен и перекрытий. Для разработки методики измерений большое значение имело выполненное В. С. Григорьевым в акустической лаборатории Строительства Дворца Советов исследование об усреднении отсчётов в камерах для измерения звукоизоляции [328]. В этой работе выяснены, путём многочисленных тщательных замеров, особенности звукового поля в камерах при разных способах возбуждения (чистый тон, воющий тон, шротгенератор) и исследованы различные методы усреднения отсчётов. В результате этого исследования получена возможность достаточно точных и надёжных измерений звукоизоляции стен и перекрытий. Этой методикой В. М. Рудник были в той же лаборатории проделаны измерения изоляции против воздушного звука (а для перекрытий также и против ударного звука) специальных звукоизолирующих перекрытий и стен, принятых для Дворца Советов. Измерения показали высокую звукоизоляцию этих конструкций, имеющих в числе своих элементов плавающие полы и стенки [300,349,350]. Л. А. Яковлевым были выполнены измерения звукоизоляции перекрытий и стен в существующих зданиях [314, 364].

Для измерения звуковых колебаний строительных конструкций акустической лабораторией Строительства Дворца Советов под руководством М. С. Анцыферова были разработаны и построены электродинамические виброметры, имеющие достаточно равномерную частотную характеристику в широком диапазоне звуковых частот. При помощи этих виброметров М. С. Анцыферовым, Г. А. Суриным и Р. Э. Гасско были обследованы косвенные пути передачи звука в камерах для измерения звукоизоляции в существующих зданиях, звуковые колебания, вызываемые метро в расположенных вблизи зданиях и на фундаментах Дворца Советов, и ряд других вопро-

сов [213, 253,254,255,274,303,304,322,324,353]. Эти измерения дали возможность выяснить зависимость между уровнем шума в помещениях и колебаниями ограждающих их конструкций. Л. А. Яковлевым было исследовано распространение шума по каркасу зданий при ударном возбуждении перекрытий [367], а также распространение воздушного шума по нескольким помещениям, связанным между собой открытыми проёмами [314].

Вопрос о влиянии звукопоглощения помещения на снижение уровня шума в нём был рассмотрен в работе Л. Д. Розенберга [299]. Разбивая силу звука в какой-либо точке помещения на образованную прямым звуком и получившуюся в результате беспорядочных отражений диффузную плотность звуковой энергии, можно определить величину ослабления шума вследствие наличия звукопоглощения, так как последняя влияет лишь на вторую компоненту силы звука.

Во всех случаях коэффициент звукопоглощения имеет смысл увеличивать до величины 0,3—0,4, что даёт ослабление 10—15 *дб*, и только в редких случаях имеет смысл доводить коэффициент поглощения до величины 0,5 — 0,7.

Измерения шумов городского транспорта, имеющих большое значение для звукоизоляции зданий, производились на улицах Москвы С. П. Алексеевым. Этому же вопросу посвящена книга К. Н. Шабшева [268].

Измерения шумов московского метро производились С. П. Алексеевым [149]. В. С. Казанский, работая по исследованию шумов машин, произвёл исследование шума эскалаторов московского метро [281]. Акустической лабораторией Строительства Дворца Советов были произведены исследования шумов, вызываемых метро в расположенных вблизи зданиях [274, 315]. Эти измерения, совместно с упомянутыми выше измерениями колебаний в этих же зданиях, были выполнены для получения нужных данных при проектировании Дворца Советов, к которому примыкают станция и тоннели метро.

Шумам вентиляторов, являющихся основным и весьма мощным источником шума в вентиляционных установках, посвящены выполненные в ЦАГИ работы Е. Я. Юдина [379, 91]. В этих работах приведены результаты выполненного автором опытного исследования шума вентиляторов разных типов и предложены «шумовые характеристики», позволяющие определить уровень шума, создаваемого данным вентилятором при различных условиях его работы.

Акустической лабораторией Строительства Дворца Советов были произведены измерения шумов вентиляционных установок в ряде зданий Москвы [319,320,321,365,366]. Эти подробные и тщательные измерения дали обширный материал об уровне шума вентиляторов разных типов, его спектральном составе, распространении шума по воздуховодам, шуме, проникающем в обслуживаемые уста овками помещения, эффективности различных видов глушителей и т. п.

А. И. Беловым был выполнен ряд работ по исследованию заглушения шумов вентиляции. Теоретическое исследование затухания зву-

ка в трубах с поглощающими стенками [177,178] дало ему возможность предложить простую формулу для расчёта такого затухания, получившую в СССР широкое применение в практике проектирования. А. И. Беловым, совместно с Н. Д. Файнштейном, была также проделана по поручению Строительства Дворца Советов опытная работа по исследованию заглушения звука в воздуховодах с погло цающими стенками и с глушителями разных типов [214], давшая ценный материал для проектирования.

Акустической лабораторией Строительства Дворца Советов измерялись шумы и других санитарно-технических устройств, например, центробежных насосов, мусородробилок и пр.[3 6,317]. Этой же лабораторией были выполнены измерения колебаний и шумов, вызываемых лифтами в зданиях [253,3 8].

Теоретическое рассмотрение важного для вибро- и звукоизоляции зданий вопроса об изоляции машинных установок и приборов при помощи упругих прокладок было дано в работе И. Г. Лейзера [382]. В этой работе даётся метод расчёта собственных частот и свободных и вынужденных колебаний системы при любом расположении упругих прокладок, а также дана оценка достигаемого при этом вибро- и звукоизолирующего эффекта (рассматривая машину на прокладках как систему с шестью степенями свободы).

Исследования динамических модулей упругости материалов, применяемых для вибро- и звукоизоляции, в области звуковых и инфразвуковых частот производились акустической лабораторией Строительства Дворца Советов [275, 381].

Следует в заключение указать на ряд построенных в СССР зданий, в которых выполнены помещения с высокой звукоизоляцией. Сюда относятся, например, студия Московского телевизионного центра [296], студии Московского дома звукозаписи, звукомерные камеры акустической лаборатории Физического института Академии наук СССР и др.

ИЗМЕРЕНИЯ

В нашей стране потребность в архитектурно-акустических измерениях возникла первоначально главным образом в связи с развитием радиовещания, при строительстве студий. Поэтому уровень измерительной техники был достаточно высок. При измерениях всегда использовалась усилительная аппаратура и электроакустические излучатели и звукоприёмники, хотя в начале обычно применялся субъективно-сравнительный метод отсчёта.

Первые указания на методы измерения реверберации содержатся в книге С. Я. Лифшица [13,28]. Здесь мы имеем не только сводку ранее использовавшихся другими авторами методов измерения, но и те изменения (сводящиеся к использованию электроакустических звукоприёмников при субъективном методе отсчёта), которые были внесены самим С. Я. Лифшицем.

Однако более глубокие исследования появляются тогда, когда начинают создаваться специализированные акустические лаборатории. Создание гулких камер с возможно большим временем реверберации и их использование для исследования звукопоглощающих материалов и конструкций, а также заглушённых камер, позволяющих имитировать условия открытого пространства, потребовало разработки новых методических приёмов архитектурно-акустических измерений.

В работе Г. А. Гольдберга[217] дан сводный материал применявшихся методов измерения реверберации, а также дана сравнительная оценка точности этих методов. Интересно отметить, что использование электроакустических излучателей, обладающих значительно большей акустической мощностью, чем излучатели, использовавшиеся при чисто акустических методах измерения, и несомненно значительно больших, чем мощность человеческого голоса, заставило внести уточнения и в самое определение понятия реверберации. Г. А. Гольдбергом исследовано влияние расстояния измерительного микрофона от громкоговорителя при измерении реверберации и введено понятие «эффективной реверберации», исключающее скачок уровня после выключения источника, обусловленный прекращением действия прямого звука на звукоприёмник.

Систематический анализ методов архитектурно-акустических измерений в гулких и заглушённых помещениях дан А. А. Харкевичем[262]. Он даёт также перспективный перечень задач, подлежащих времени, несмотря на прогресс, имеющийся в данной области.

Характерной чертой развивавшейся советской методики архитектурно-акустических измерений является стремление к автоматизации процессов измерения. Так, работа З. И. Митягиной[103] посвящена описанию разработанного акустическим сектором ЛЭТИ автоматического реверберометра, непосредственно регистрирующего кривую спада уровня звучания в исследуемом помещении. Преимущества непосредственной записи кривой реверберации продемонстрированы в этой работе с полной ясностью.

В работе М. А. Сапожкова[77,79] даётся обзор работ ЦРЛ и ЛЭТИ в области архитектурной акустики и, в частности, в области методики архитектурно-акустических измерений. Проводилось сравнительное исследование трёх методов измерения реверберации—субъективного, релейного и метода непосредственной записи кривой реверберации на осциллографе. Как и следовало ожидать, третий метод оказался наилучшим. Проведённые в реальных помещениях измерения показали недостаточность понятия реверберации (в том числе и оптимальной) для действительной характеристики акустических данных помещения. А. А. Харкевичем[262a] был дан систематический анализ автоматических методов, используемых в акустических и, в частности, в архитектурно-акустических измерениях.

Второй областью архитектурно-акустических измерений следует считать измерения звукопоглощения реверберационным методом и

измерение звуко- и виброизоляции. Методика реверберационного измерения звукопоглощения сводится к измерению времени реверберации в гулкой камере, при наличии в ней образца исследуемого материала и без такового. Такие измерения с использованием тех или иных реверберометров и чаще всего с использованием осциллографической записи звукового процесса, проводились в целом ряде лабораторий. В частности, можно указать на измерения, проводившиеся И. Г. Дрейзеном в студиях НКС и др.

Отметим теперь, как была организована работа по архитектурной акустике в СССР, причём остановимся только на основных центрах работы. Их четыре: Дом звукозаписи, сектор акустики СДС, акустическая лаборатория ФИАН и Акустическая комиссия АН СССР. О Доме звукозаписи уже было сказано выше. Центральной проблемой, стимулировавшей развитие в СССР полнокровной архитектурной акустики, явилась проблема акустики Дворца Советов. Ради неё в 1937 г. был создан сектор акустики, где руководителем явился Л. Д. Розенберг; при секторе — выстроенный В. С. Григорьевым акустический полигон, вероятно, единственный в мире и весьма совершенный по автоматизации и удобству измерительной работы. Новое здание акустической лаборатории ФИАН,—до сих пор вследствие войны ещё не вполне законченное в отношении отделки помещений для архитектурно-акустических измерений,—было спроектировано С. Н. Ржевкиным и И. Г. Лейзером главным образом для решения тех же проблем Дворца Советов. Все эти организации работали совместно, и объединяющим их центром была Акустическая комиссия АН СССР, руководимая Н. Н. Андреевым.

БИБЛИОГРАФИЯ ПО АРХИТЕКТУРНОЙ АКУСТИКЕ

В библиографии приведены работы, относящиеся к следующим разделам акустики:

а) Пространственная акустика. Реверберация. Геометрическая акустика. Волновая теория акустических процессов в помещениях. Звукопоглощающие материалы и конструкции.

б) Звукоизоляция. Звукоизолирующие конструкции и материалы. Виброизоляция.

в) Звукофикация. Методы звукофикации. Направленные излучатели.

г) Измерения в области архитектурной акустики. Исследования восприятия звука в помещении.

При составлении библиографии были использованы, помимо работ, напечатанных на русском языке и других языках народов СССР, архивные материалы Управления Строительства Дворца Советов и Научно исследовательского института звукозаписи. Кроме того, приведены некоторые популярные статьи, представлявшие известный интерес в 30-х годах, в начале широкого строительства радиостудий и кинотеатров. Приведены также выполненные в России работы, опубликованные за рубежом.

Для удобства пользования библиографией она расположена по годам.

1861

1. Стасов В. В., Голосники древних новгородских и псковских церквах. Изв. Археологического общ-ва, СПБ, 3 (1861).

1873

2. (Без автора.) Уничтожение резонанса при помощи протянутых проволок. Зодчий (1873).

1890

3. (Без автора.) Акустический энциклопедический словарь, 1, 318, СПБ, Брокгауз и Ефрон (1890).

1896

4. (Без автора.) Акустика. Техническая энциклопедия, 1, 93, СПБ, «Просвещение» (1896).

1900

5. (Без автора.) Об акустике зданий. Зодчий, 3, 81 (1900).

1905

6. Эвальд В., Звучность в аудиториях. Зодчий, №№ 50, 51 (1905).

1913

7. Лукомский Г. К., Античные театры и традиции в истории эволюции театрального здания. Издание автора (1913).

8. Хвольсон О. Д., Звук. Энциклопедический словарь, 21, 10, СПБ, Т-во бр. А. и И. Гранат и К° (1913).

1916

9. Беляев С. В., Задачи акустики помещений. Архитектурно-художественный еженедельник, №№ 13—15 (1916). Вышла также отдельным изданием, Петроград, 1916.

1918

10. Зёрнов В. Д., Успехи в области акустики за последние 15 лет. УФН, 1, 121 (1918).

1922

11. Первая советская радиостудия (Московская радиовещательная станция). Телегр. и телеф. без проводов, № 16, 684 (1922).

1923

12. Лифшиц С. Я., Акустика аудиторий. Архитектура, № 1—2 (1923).

13. Лифшиц С. Я., Курс лекций по архитектурной акустике. Изд. Архитект. ин-та (1923) (Гектограф).

1924

14. Виноградов К. Н., Брюссельская широковещательная станция. Телегр. и телеф. без проводов, № 22, стр. 23 (1924).

15. Лифшиц С. Я., Оптимум реверберации. ЖРФХО, ч. физ., 56, 360 (1924).

1925

16. Лифшиц С. Я., Обзор работ по архитектурной акустике. ЖРФХО, ч. физ., 57, 105 (1925).

17. Лифшиц С. Я., Оптимум реверберации. Труды Гос. ин-та муз. культуры, вып. 1 (1925).
18. S. Lifshitz, Optimum reverberation for an auditorium. Phys. Rev. 3, 391 (1925).

1926

19. Андреев Н. Н., Архитектурная акустика. БСЭ, 2, 97 (1926).
20. S. Beljajew, Akustik grösser Raume. Deutsche Bauzeitung, Berlin (1926).
21. Востряков В., Радио в Англии (Магнетофон и студии). Радиолюбитель, № 3, 7, стр. 140 (192).
22. Коваленков В. И., Способ искусственного получения акустического резонанса помещений, заявка № 334 (20 III 1922). Телегр. и телеф. без проводов, № 7, стр. 234 (1926).
23. Леонтьев К. А., Экспериментальное исследование диффракции звука. ЖРФХО, ч. физ., 58 211 (1926).
24. Лифшиц С. Я., Международные нормы по архитектурной акустике. Доклад на съезде физиков (1926).
25. S. Lifshitz, M an intensity of sound in an auditorium and optimum reverberation. Phys Rev., 27, 618 (1926).

1927

26. Баев И. А. и Ридель Ю. О., Измерение качества передачи речи методом артикуляции. Научно-техн. сб. НКПиТ, № 1, М. (1927).
27. Делакроа В. Э., Материалы по радиовещанию за границей (студии). Телегр. и телеф. без проводов, № 8, 680 (1927).
28. Лифшиц С. Я., Курс архитектурной акустики. Изд.-2-е, М., МВТУ (1927).
29. Эльцин И., Акустика. Техническая энциклопедия, 1, стр. 424 (1927).

1928

30. Говве и Вудке, Акустическая изоляция в жилых помещениях. Строит. промышленность, № 6, стр. 497 (1928).
31. Субботин К. П., О будках для переговорных телефонных пунктов. Жизнь и техника связи, № 1 (1928).

1929

32. Анатольев В. И., Проблемы акустики. Акустический расчёт концертных зал, театров и лекционных аудиторий. Сдесса (1929).
33. Белов А. И. Акустические измерения со звуковыми импульсами. Телегр. и телеф. без проводов, № 57, 572 (1929).
34. Зёрнов В. Д. и Брянцев П. Д., К вопросу о звукопроводности строительных материалов. Труды МИИТ, 10, 265 (1929).
35. Красовский Ф. З., Телефонные кабинки конструкции инж. Красовского. Жизнь и техника связи, № 1, стр. 13 (1929).

1930

36. Греков И., Залы концертные и для звучащего кино. Строит. промышленность, № 6—7, стр. 538 (1930).
37. Енишерлов, Измерение шума (к вопросу об акустике в строительном деле). Строит. промышленность, № 6—7, стр. 537 (1930).
38. Зейтленок И. А., Радиостудии. Техника связи, № 6, стр. 16; № 7—8, стр. 13 (1930).

39. Лебедев В. М., Акустика и электроакустика в радиовещании. Техника связи, № 6, стр. 56 (1930).
40. Лифшиц С. Я., Оптимум реверберации для звуковых кинотеатров. Доклад на съезде физиков в Одессе (1930).
41. S. Litshitz, Vorlesung über Bauakustik. Verl. K. Wittwer, Stuttgart (1930).
42. Мачинский М. В., К теории реверберации помещения, имеющего форму параллелепипеда. ЖРФХО, ч. физ., 62, 59 (1930).
43 Мачинский М. В., О влиянии интерференции на процесс затухания. ЖРФХО, ч. физ., 62, 91 (1930).
44. Оцеп, Некоторые способы борьбы с шумом в вентиляционных установках. Строит. промышленность, № 6—7, стр. 541 (1930).
45. Пастернак С. С., Проблема звука в строительстве. Звуковая изоляция частей здания и машин. Строит. промышленность, № 67, стр. 537 (1930)
46. Рабинович А. В., Как улучшить слышимость в клубных помещениях. М., ГИЗ (1930).

1931

47. Алёшин В. Е. и Хрущёв А. А., Оборудование трансляционного узла. Оборудование студий. Радиофронт, № 7—8, стр. 459 (1931).
48. (Без автора.) Берлинский радиоцентр. Радиофронт, № 6, стр. 371 (1931).
49. Всесоюзная конференция по вопросам звукового кино и радио. Москва, 1931. Опт. мех. пром, № 4—5, стр. 37 (1931).
50. Дрейзен И. Г., Акустика радиостудий и методы студийных измерений. Труды НТУ НКПиТ, IV, 4 (1931).
51. Дрейзен И. Г., Работы лаборатории электроакустики НТУ. Техника связи, № 1, стр. 57 (1931).
52. Дрейзен И. Г., Универсальный реверберометр. Труды НТУ НКПиТ, 4, 71 (1931).
53. Елькин П. И., Радиовещательная аппаратура Радиокорпорейшен (студия-передатчик). Техника связи, № 1, стр. 70 (1931).
54. Зейтленок И. А., Современный радиовещательный узел. Техника связи, № 1, стр. 81 (1931).
55. Лифшиц С. Я., Звукопроницаемость в постройках. (Обзор.) Соц. реконструкция и наука, № 2—3, стр. 197 (1931).
56. Лифшиц С. Я., Акустика зданий и их изоляция от шума и сотрясений. М. — Л., ГНТИ (1931).
57. Первая всесоюзная акустическая конференция 27—30 сентября 1931 г. Обзор работ и резолюции. Вестн. эл.-техн., № 11—12, стр. 477 (1931). (Доклады по архитектурной акустике: Сапожков М. А., Розенберг Л. Д., Лифшиц С. Я., Дрейзен И. Г., Майер Е.)
58. Русаков И. Г., Первая всесоюзная акустическая конференция 27—30 сентября 1931 г. ЖТФ, 1, 732 (1931).
59. Ржевкин С. Н., Первая всесоюзная акустическая конференция. Соц. реконструкция и наука, № 2—3, стр. 263 (1931).
60. Руководящие указания по устройству и эксплоатации радиостудий. Труды НТУ НКПиТ, IV, 78 (1931).
61. Сухаревский Ю. М., К вопросу об эксплоатации музыкальных ансамблей в радиостудии Труды НТУ НКПиТ, IV, 57 (1931).
62. Сухаревский Ю. М., Музыкальный ансамбль в радиостудии. Радиофронт, № 21—22, стр. 1273 (1931).
63. Тер-Осипянц С. Т., О звукоизоляции радиостудий. Труды НТУ НКПиТ, IV, 37 (1931).
64. Хламов В., Защита нового Берлинского радиодома от шумов. Радиофронт, № 6, стр. 372 (1931).

1932

65. Алексеев С. П., Измерения в радиостудиях при низовых вещательных узлах. Техника связи, № 6, стр. 15 (1932).
66. Алексеев С. П. и Тер-Осипянц С. Т., Устройство и эксплоатация малых студий. Техника связи, № 6, стр. 11 (1932).
67. Белов А И., Чем занимаются акустические лаборатории Советского Союза. ЖТФ, 2, 62 (1932).
68. Зейтленок И. А., Проектирование радиостудий. Техника связи, № 11, стр. 40; № 12, стр. 40 (1932).
69. Зейтленок И. А., Основные принципы проектирования радиодворца. Радиофронт, № 10, стр. 19 (1932).
70. Калошин Г. К., Оборудование радиовещательных узлов. Техника связи, № 12, стр. 27 (1932).
71. Лифшиц С. Я., Акустика Дворца Советов. Соц. реконструкция и наука, № 6, стр. 206 (1932).
72. Лифшиц С. Я., Оптимум реверберации. ЖТФ, 2, 136 (1932).
73. S. Lifshitz, Acoustics of Large Auditorium. JASA, 4, 112 (1932).
74. Лучшие размеры для студий. (Без автора.) Радиофронт, № 2, стр. 73 (1932).
75. Покрасов А., Радиофикация Северного вокзала. Радиофронт, № 20, стр. 56 (1932).
76. Розенберг Л. Д., Суммарная реверберация при записи и воспроизведении звука. ЖТФ, 2, 139 (1932).
77. Сапожков М. А., Краткое сообщение о работе Акустического отдела ЦРЛ и Акустической лаборатории ЛЭТИ по акустике помещений. ЖТФ, 2, 143 (1932)
78. Сапожков М. А., Замечания к акустике помещений. ЖТФ, 2, 395 (1932).
79. Сапожков М. А., Исследование акустических свойств помещений. Вестник ЛЭТИ, № 1 (1932)
80. Федунович В. С., К вопросу о помехах для радиостудий. Техника связи, № 3, стр. 77 (1932).
81. Эгерт А., Расположение громкоговорителей. Радиофронт, № 10, стр. 33 (1932).

1933

82 Алексеев С. П., Вопросы радиохроники. Техника связи, № 5, 25 (1933).
83. Алексеев С. П. и Ипатов Л. Г., Методы радиофикации производственных помещений. Техника связи, № 7, стр 18 (1933).
84. Андреев Н. Н., Строительная акустика. Техническая энциклопедия, 22, 183 (1933).
85. Беляев С. В., Акустика помещений. М., Госстройиздат (1933).
86. Гольдберг Г. А. и Рабинович В. А., Радиофония. М, Радиоиздат (1933).
87. Дрейзен И. Г., Электроакустика в широковещании. М., Связьтехиздат (1933).
88. Лифшиц С. Я., Акустика больших аудиторий. ЖТФ, 3, 1062 (1933).
89. Лифшиц С. Я., Два интегральных закона восприятия. Громкость и протяжённость звукового импульса. ЖТФ, 3, 1057 (1933).
90. S. Lifshitz, Zwei Integralgesetze des Hörens. Zeits. f. Phys., 83, 123 (1933).
91. S. Lifshitz, Two Integral Laws of Sound Perseption. Relating Loudness and Apperent Duration of Sound Impulses. JASA, 5, 31 (1933).
92. Мошонкин М. Я., Устройство ателье на фабриках звуковых фильмов. Кино-фото-промышленность, № 2, стр. 3 (1933).

93. Ржевкин С. Н., Методы исследования шумов. В книге «Проблема изучения шумов». Сборник статей под ред. С. Н Ржевкина. М. — Л. (1933).
94. Русаков И. Г., Об измерении звукоизоляции. ЖТФ, 3, 388 (1933).
95. Сапожков М. А., Замечания к теории колебаний одномерного пространства. ЖТФ, 4, 1109 (1934).
96. Сапожков М. А., Метод и аппаратура для исследования акустических свойств помещений. Кино-фото-промышленность, № 2, стр. 74 (1933).

1934

97. Дрейзен И. Г., К вопросу о расчёте звукового давления в поле излучения ансамбля, ЖТФ, 4, 649 (1934).
98. Лифшиц С. Я., Протяжённость звука и музыкальный оптимум реверберации. ЖТФ, 4, 1740 (1934).
99. Лифшиц С. Я., Зашла ли архитектурная акустика в тупик? Архитектура СССР, № 10, стр. 70 (1934).
100. Лифшиц С. Я., Проблема акустики Дворца Советов. Архитектура СССР, № 5, стр. 74 (1934).
101. Людвиг Г. Д., Новое в акустике общественных сооружений. Архитектура СССР, № 1, стр. 61 (1934).
102. Людвиг Г. Д., Строительная акустика под ударами т. Лифшица. Архитектура СССР, № 10, стр. 72 (1934).
103. Митягина З. И., Автоматический реверберограф и применение его к изучению различных вопросов акустики помещений. ЖТФ, 4, 1575 (1934).
104. Рабинович А. В., Эффект расстояния в радиостудиях. ЖТФ, 4, 1134 (1934).
105. Розенберг Л. Д., Основы технической акустики. Харьков, (1934) (На укр. языке.)
106. Сапожков М. А., К вопросу о связанных помещениях. ЖТФ, 4, 822 (1934).
107. Сапожков М. А., К вопросу об определении оптимальной реверберации в связанных помещениях. ЖТФ, 4, 1588 (1934).

1935

108. Всесоюзная акустическая конференция (2-я, Москва, 1935.) Тезисы докладов. М. — Л., Из-во АН СССР (1935).
109. Гольдберг Г. А. и Тер-Осипянц С. Т., Измерения реверберации в Московских залах (зал Дома учёных и Октябрьский зал Дома союзов). Отчёты Государственной союзной лаборатории звукозаписи (ГСЛЗ), 1—99—35 (1935). (Неопубл.)
110. Индлин А. И. и Качерович А. Н., Об оптимальных условиях в звуковых кинотеатрах, ЖТФ, 5, 928 (1935).
111. Индлин А. И. и Качерович А. Н., Замечания к акустическим условиям синхронных съёмок в ателье. ЖТФ, 5, 939 (1935).
112. Индлин А. И. и Качерович А. Н., Об электрической мощности в звуковых кинотеатрах. ЖТФ, 5, 1298 (1935).
113. Рабинович А. В. и Гольдберг Г. А., Радиофония. М., Связьиздат (1935), 2-е изд.
114. Ржевкин С. Н., Исследование артикуляции и понятности речи в Московском планетарии. ЖТФ, 5, 1303 (1935).
115. Розенберг Л. Д., Акустика помещений. Радио, №№ 5, 6, 7, 8 (1935). (На укр. языке.)
116. Сапожков М. А., Об определении оптимального поглощения в связанных помещениях. Научно-техн. сб. Эл.-техн. ин-та связи, № 15, стр. 38 (1935).

1936

117. Андреев Н. Н., О скольжении звука вдоль поглощающих границ. Изв. АН СССР, серия физ., 5, 625 (1936).

118. Бесшумные кабины самолёта. Наука и техника, № 14, стр. 17 (1936).

119. Верховская И. Н., Голосники и их роль в акустике помещений. Труды Научно-исследовательского муз. ин-та Московской гос. консерватории. Акустический сборник, вып. 1, стр. 46 (1936).

120. Гольдберг Г. А. и Тер-Осипянц С. Т., Восприятие реверберации. Отчёты ГСЛЗ, 1—83 (1936). (Неопубл.)

121. Гольдовский Е., К вопросу о шуме внутри кабины самолёта. Гражданская авиация, № 1, стр. 45 (1936).

122. Дрейзен И. Г., Распределение звукопоглощающего материала в радиостудии. ЖТФ, 6, 2131 (1936).

123. J. Dreisen, The orientation of the natural acoustics vibrations in room with concentrated absorbents and of anomalous shapes. Techn. Phys. of USSR, 3, 1 (1936).

124. Ипатов Л. Г., Измерения коэфициентов поглощения на угловой установке, ЖТФ, 6, 2151 (1936).

125. Казанский В. С., Современная техника борьбы с шумом. ЖТФ, 6, 2200 (1936).

126. Качерович А. Н. и Индлин А. И., Методика акустического расчёта звуковых кинотеатров. М., Росснабсбыткино (1936).

127. Кельберг В. П., Мясников Л. Л. и Стоценко М. П., Упрощённый способ определения коэфициента звукоизоляции материалов. ЖТФ, 6, 2145 (1936).

128. Лейзер И. Г., Акустический анализ чертежей Мюзик-холла Рокфеллеровского центра в Нью-Йорке. Отчёты СДС № СП-215 (1936). (Неопубл.)

129. Лейзер И. Г., Диффракция звуковых волн у колоннады Большого зала ДС. Отчёты СДС № СП-231 (1936). (Неопубл.)

130. Лифшиц С. Я., Всесоюзная акустическая конференция 1—5 декабря 1935 г. Обзор докладов. Соц. реконструкция и наука (1936).

131. Лифшиц С. Я., Оптимальная частотная характеристика звукопоглощающего материала, ЖТФ, 6, 2127 (1936).

132. S. Lifshitz, Apparent Duration of Sound Perception and Musical Optimum Reverberation. JASA, 7, 213 (1936).

133. Малюжинец Г. Д., Звукопоглощение пористого слоя с перфорированным покрытием, расположенного на расстоянии от жёсткой стенки. Доклад на заседании Акустической комиссии АН СССР от 13 декабря 1936 г. (Неопубл.)

134. Малюжинец Г. Д., Расчёт звукопроводимости перфорированных экранов через присоединённую массу. Доклад на заседании Акустической секции ассоц. физики НКТП 2 октября 1936 г.

135. Невяжский Г. Л., Шумовая вредность в свете новых исследований. ЖТФ, 6, 2195 (1936).

136. Остроумов Г. А., Электроакустика. М., 1936.

137. Рабинович А. В., Основы акустики, М., Кинофотоиздат (1936).

138. Ржевкин С. Н., Вторая всесоюзная акустическая конференция. УФН, 16, 267 (1936).

139. Ржевкин С. Н., О резонансном звукопоглощении. ЖТФ, 6, 2103 (1936).

140. Ржевкин С. Н., Об итогах работы второй всесоюзной акустической конференции. Вестник АН СССР, № 1 (1936).

141. Ржевкин С. Н., Resonance absorbtion of sound. Techn. Phys. of USSR, 3, 1 (1936).

142. Розенберг Л. Д., Вторая всесоюзная акустическая конференция. Сов. кино, № 1, стр. 50 (1936).
143. Симонов И. Д., Локализация звука в закрытых помещениях. Труды Научно-исследовательского муз. ин-та Московской гос. консерватории, Акустический сборник, вып., 1, стр. 37 (1936).
144. Симонов И. Д., Установка для измерений реверберации. Труды Научно-исследовательского муз. ин-та Московской гос. консерватории. Акустический сборник, вып., 1, стр. 41 (1936).
145. Фурдуев В. В., Архитектурная акустика. Физический словарь, 1, 190 (1936).
146. Шафранов А. С., Об акустических заглушках. ЖТФ, 6, 2188 (1936).
147. Шнейдер Ю. И., Измерения некоторых звукопоглощающих материалов реверберационным методом. ЖТФ, 6, 2147 (1936).
148. Штрассберг Э., Изоляция зданий от шума и сотрясений. Вестник науки и техники, № 7, стр. 21 (1936).

1937

149. Алексеев С, П., Шум вентиляционных шахт метро и борьба с ним. ЖТФ, 7, 242 (1937).
150. Анцыферов М. С., Расчет коэфициента поглощения материала, пронизанного трубами с поглощающими стенками. Отчеты СДС (1937).
151. Анцыферов М. С., Расчёт частотного спектра системы грибообразных цилиндрических резонаторов. Труды Научно-иссл. кино-фото-института (НИКФИ) 6, 138 (1937).
152. Анцыферов М. С., Резонансное звукопоглощение. Труды НИКФИ, 6, 154 (1937).
153. Анцыферов М. С. и Михеева Н. К., Установка для реверберометрического определения коэфициентов поглощения звука. Труды НИКФИ, 6, 164 (1937).
154. Белов А. И., Применение теории четырёхполюсников в архитектурной акустике. ЖТФ, 7, 2041 (1937).
155. Гинзбург А. М., Устройство концертных раковин в садах. ЖТФ, 7, 163 (1937)
156. Гольдберг Г. А. и Тер-Осипянц С. Т., Восприятие реверберации. Отчёты ГСЛЗ, 1—100 (1937).
157. Д. С., По поводу статьи Яцкевича «Стереоскопическая передача по одному каналу». Техника связи, № 1 (1939).
158. Дрейзен И. Г., Об акустическом эффекте расстояния и восприятия тембра при радиопередаче. ЖТФ, 7, 861 (1937).
159. Качерович А. Н., Исследования конструкций для акустической обработки звуковых ателье. Отчёты Научно-иссл. сект. Ленингр. ин-та киноинженеров (ЛИКИ) (1937). (Неопубл.)
160. Качерович А. Н., Конспект лекций по архитектурной акустике. Ленингр. ин-т киноинженеров (1937). (Литографир.)
161. Кречмер С. И. и Ржевкин С. Н., Исследование волновых процессов по методу моделей с применением ультраакустических волн. УФН, 18, 1 (1937).
162. Лифшиц С. Я., Курс архитектурной акустики. Изд. 3-е, М. — Л., ОНТИ (1937).
163. Лифшиц С. Я., Экспериментальные исследования над частотным оптимумом реверберации. ДАН СССР, 15, 317 (1937).
164. Михеева Н. К., Измерение коэфициентов поглощения материалов, употребляемых для заглушения киноателье. Труды НИКФИ, 6, 173 (1937).
165. Малюжинец Г, Д., Влияние перфорированного экрана на звукопоглощение материала. Отчёты СДС, ТР 20010 (1937). (Неопубл.).

166. Малюжинец Г. Д., Звукопроводимость экрана с большим числом малых отверстий с применением звукопоглощающих материалов. Отчёты ГСЛЗ (1937). (Неопубл.)

167. Малюжинец Г. Д., Ржевкин С. Н. и Тер-Осипянц С. Т., Теоретические соображения об установках для получения сильного звукопоглощения купола, ч. 1. Отчёты СДС, ТР 20016 (1937). (Неопубл.)

168. Мясников Л. Л., Акустические измерения. Л. — М., ОНТИ (1937).

169. Розенберг Л Д., Некоторые соображения о суммарной реверберации. ЖТФ, **7**, 2167 (1937).

170. Скребков С. С., Теория термоэлемента в связи с измерением реверберации. ЖТФ, **7**, 1268 (1937).

171. Тер-Осипянц С. Т., Разработка звукопоглощающих конструкций для студии «С». Отчёты ГСЛЗ, 1—81 (1937). (Неопубл.)

172. Фурдуев В. В., Метод акустического проектирования аудиторий, оборудуемых громкоговорящими устройствами. ДАН СССР, **15**, 313 (1937).

173. Фурдуев В. В., О методах акустического проектирования звуковых кинотеатров. Кино-фото-химпромышленность, № 7, 31 (1937).

174. Яцевич В., Стереоскопическая передача по одному каналу. Техника связи, № 1, стр. 38 (1937).

1938

175. Алексеев С. П., Абсорбент для облицовки тюбингов Московского метрополитена второй очереди. ЖТФ, **8**, 906 (1938).

176. Алексеев С. П., Звукоизоляция в строительстве промышленных, жилых и общественных зданий. М. — Л., ОНТИ (1938).

177. Белов А. И., Затухание звука в трубах с поглощающими стенками. ЖТФ, **8**, 752 (1938).

178 Белов А. И., Об акустическом расчёте вентиляционных установок. ЖТФ, **8**, 64 (1938).

179. Бойко Л. А., Собственные колебания длинных волн в прямом круглом цилиндре с перегородкой. Учен. зап. Моск. госуд. университета, вып. XXIV, кн. 2, стр. 28 (1938).

180. Высоцкий М. З. и Коноплёв В. Н., Пространственное воспроизведение звука в широковещании и звуковом кино. ЖТФ, **8**, 399 (1938).

181. Высоцкий М. З. и Коноплёв В. Н., Пространственное воспроизведение звука в широковещании и звуковом кино. Известия Электропромышленности слабого тока (ИЭСТ), № **2**, 40 (1938).

182. Галенков. Борьба с шумом в аппаратных Бодо. Техника связи, № 5, стр. 54 (1938).

183. Гольдберг Г. А. и Тер-Осипянц С. Т., Восприятие реверберации. Отчёты ГСЛЗ, 1—84 (1938). (Неопубл.)

184. Горон И. Е., Студии Национальной радиовещательной компании в Нью-Йорке. Электросвязь, № 1 (1938).

185. Григорьев В. С., Горбачёв Н. В. и Молчанов А. И., Вопросы кинофикации больших аудиторий. Кино-фото-промышленность (1938).

186. Дрейзен И. Г., Курс электроакустики. ч. 1, Связьрадиоиздат (1938).

187. Индлин А. И., Акустика. М., Госкиноиздат (1938).

187а. Индлин А. И., К вопросу об акустических условиях в кинопавильоне при синхронной съёмке. Кино-фото-промышленность, № 6 (1938), стр. 18.

188. Качерович А. Н., Об оптимальных условиях в ателье для записи звука Труды ЛИКИ (1938).

189. Козырев, О возможности исследования на моделях акустических свойств Большого и Малого залов Дворца Советов. Отчёты СДС ТР 20013 (1938). (Неопубл.)

190. Кречмер С. И. и Ржевкин С. Н, Применение ультраакустических волн к исследованию волновых процессов на моделях. Труды физ. ин-та им. П. Н. Лебедева, **1**, вып. 4, 48 (1938).

191. Лифшиц С. Я., Реверберация. Физический словарь, **4**, 606 (1938).

192. Малюжинец Г. Д., Теория звукопоглощения и влияние упругого крепления материала на звукопоглощение. Отчёты СДС, ТР 20011 (1938). (Неопубл.)

193. Малюжинец Г. Д., Звукопроводимость экрана с большим числом малых отверстий с применением звукопоглощающих материалов. Диссертация, МГУ (1938).

194. Маков С. А. и Бурин Р. Я., Выбор метода расчёта акустической мощности для звукофикации закрытых помещений. Отчёты СДС, ТР 12810 (1938). (Неопубл.)

195. Невяжский Г. Л. и Супонин К. И., Новая методика и аппаратура для измерения производственных шумов. ЖТФ, **8**, 243 (1938).

196. Ржевкин С. Н., О возможности получения больших коэфициентов поглощения звука при помощи систем резонаторов. ДАН СССР, **18**, 25 (1938).

197. Сапожков М. А. Влияние помещения на к.п.д. громкоговорителей. Электросвязь, № 5, 80 (1938).

198. Соколов И. Т., Реверберометр. Физический словарь, **4**, 607 (1938).

199. Тер-Осипянц С. Т., Звукопоглощающая конструкция для студии «С». Отчёты ГСЛЗ, 1—86 (1938). (Неопубл.)

200. Тер-Осипянц С. Т., Измерения звукопоглощающих образцов арборитовых пластин на резонансных ячейках. Отчёты ГСЛЗ, 1—93 (1938). (Неопубл.)

201. Тер-Осипянц С. Т., Разработка поглощающих конструкций для студии «А». Отчёты ГСЛЗ, 1—91 (1938). (Неопубл.)

202. Тетельбаум С. И. и Высоцкий В. Ф., Повышение коэфициента артикуляции громкоговорения при шумных аудиториях. ИЭСТ, **1**, 17 (1938).

203. Фурдуев В. В., О приёме реверберирующего звука микрофонами направленного действия. Кино-фото-промышленность, № 5, стр. 24 (1938).

204. Шнейдер Ю. И. и Грановский А. М., Вещание из заглушённого помещения с использованием комнаты эхо. Техника связи, № 4, стр. 13 (1938).

205. Шнейдер Ю. И., Борьба с шумами в вентиляционных каналах промышленных и общественных сооружений. ЖТФ, **8**, 1671 (1938).

1939

206. Алексеев С. П., Звукопоглощающие материалы, разработанные в Московском архитектурном институте. Труды Акустической комиссии АН СССР, **3**, стр. 65, М. — Л. (1939).

207. Алексеев С. П. и Шнейдер Ю. И., Борьба с городскими и заводскими шумами. (Для архитекторов и инженеров строителей.) М., Госстройиздат (1939).

208. Алексеев С. П. и Шнейдер Ю. И., Шум в вентиляционных установках и борьба с ним. Изд. Промстройпроект, вып. 16 (1939).

209. Андреев Н. Н., О пористых звукопоглощающих материалах. Труды Акустической комиссии АН СССР, **3**, стр. 9 (1939).

209а. Андреев Н. Н. и Лысенко Е. Е., Звукопоглощение пористого материала при учёте пористости и воздушной прослойки. Труды Акустической комиссии АН СССР, **2**, 7 (1939).

210. Андреев Н. Н. и Лысенко Е. Е., О звукопоглощении перфорированных материалов. Труды Акустической комиссии, **2**, 17 (1939).

211. Андриевский В. А., Акустический пемзолит. Обзор исследовательских работ за 1938 г. Отчёты СДС, ТР 20049 (1939). (Неопубл.)

212. Андриевский В. А., Керамические акустические материалы. Обзор исследовательских работ за 1938—1939 гг. Отчёты СДС, ТР 20050 (1939). (Неопубл.)

213. Анцыферов М. С., Измерение вибрации балласта пути Московского метрополитена. Отчёты СДС, РДТ 20613 (1939). (Неопубл.)

214. Белов А. И. и Файнштейн Н. Д., Экспериментальное исследование заглушения звука в вентиляционных каналах. ЖТФ, **9**, 1499 (1939).

215. Гольдберг Г. А., Измерения звукопоглощающих материалов. Труды Акустической комиссии АН СССР, **3**, 33 (1939).

216. Гольдберг Г. А., К вопросу о зависимости коэфициента звукопоглощения от размеров образца. Труды Акустической комиссии АН СССР, **3**, 37 (1939).

217. Гольдберг Г. А., Современные методы измерения реверберации. Труды Акустической комиссии АН СССР, **1**, 43 (1939).

218. Гольдберг Г. А., Об эффективной реверберации. Автореферат отчёта Строительства Московского радиодома. Труды Акустической комиссии АН СССР, **3** (1939).

219. Гольдберг Г. А. и Тер-Осипянц С. Т., Корректирование акустики студии «В» Дома звукозаписи. Отчёты ГСЛЗ, 1—81 (1939). (Неопубл.)

220. Гроссман В., Дом звукозаписи в Москве. Архитектура СССР, № 10, стр. 24 (1939).

221. Егоров Ю. Н. Звукопоглощающая камера Всесоюзного научно-исследовательского института метрологии. Труды Акустической комиссии, **3**, 43 (1939).

222. Засурский Н. В., Технология производства звукопоглощающих строительных материалов. (Из работ Лаборатории изоляционных материалов Центрального научно-исследовательского ин-та промышленных сооружений.) Труды Акустической комиссии, **3**, 55 (1939).

223. Качерович А. Н., Акустика. (Учебное пособие для заочного отделения Всесоюзных курсов киномехаников.) Госкиноиздат (1939).

224. Козырев В. В., Исследование акустических свойств Большого зала методом светового пучка на модели. Отчёты СДС, ТР 20025 (1939). (Неопубл.)

225. Козырев В. В., О методах работы с моделями по исследованию прохождения звука методом светового пучка. Отчёты СДС, ТР 20030 (1939). (Неопубл.)

226. Косцов А. М., Эффективное значение реверберации. ЖТФ, **9**, 919 (1939).

227. Константинов Б. П., О поглощении звуковых волн при отражении от твёрдой границы. ЖТФ, **9**, 226 (1939).

228. Константинов Б. П. О затухании звука в помещении с твёрдыми стенками и о диффузном коэфициенте поглощения. ЖТФ, **9**, 424 (1939).

229. Маков С. А., Методика расчёта звукофикации помещений удлинённой формы. Отчёты СДС, ТР 20324 (1939). (Неопубл.)

230. Малюжинец Г. Д. Звукопоглотитель для Большого зала Дворца Советов. Доклад на сессии физ.-мат. отделения АН СССР (1939).

231. Малюжинец Г. Д., Звукопоглощение пористого материала при учёте продольной пористости и воздушной подслойки. Отчёты СДС, ТР 20002 (1939). (Неопубл.)

232. Малюжинец Г. Д., О возможности применения перфорированного листа для облицовки купола Большого зала Дворца Советов. Отчёты СДС, ТР 20002 (1939). (Неопубл.).

233. Малюжинец Г. Д., Постановка задачи о нахождении оптимального распределения трения в звукопоглощающем слое для случая нор-

мального падения звуковой волны. Отчёты СДС, ТР 20043 (1939). (Неопубл.)

234. Мельников Ф. И., Газокерамические акустические материалы. Отчёты СДС, ТР 2005 (1939). (Неопубл.)

235. Натаров Б. Ф., Исследование влияния различных частей частотного спектра на локализацию источника звука и на порог расходимости в помещении. Отчёты СДС, ТР 20318 (1939). (Неопубл.)

235а. Натаров Б. Ф., Исследование зависимости звукового образа от разных уровней громкости двух работающих говорителей. Отчёты СДС. (Неопубл.)

236. Натаров Б. Ф., Локализация источника звука в помещениях. Отчёты СДС, ТР 20316 (1939). (Неопубл.)

236а. Натаров Б. Ф., Исследование порогов и углов расходимости звукового и зрительного образов. Отчёты СДС. (Неопубл.)

237. Нестеров В. С., Исследование одно- и двухслойных резонансных поглотителей звука методом трубы. Отчёты СДС, ТР 20042 (1939). (Неопубл.).

238. Нестеров В. С., Поглощение звука двойными резонансными системами. ЖТФ, 9, 1727 (1939).

239. Новиков А. Ф. и Римский-Корсаков А. В., Звукопоглощающая камера Научно-исследовательского ин-та музыкальной промышленности. Труды Акустической комиссии АН СССР, 3, 49. В книге «Акустические измерения», М. — Л. (1939).

240. Пустовойтенко И. П., Расчёт коэфициента звукопоглощения материала, пронизанного трубами с поглощающими стенками. Труды Акустической комиссии АН СССР, 2, 25 (1939).

241. Рабинович А. В., Оборудование и эксплоатация студий. М., Связьрадиоиздат (1939).

242. Рабинович А. В. и Сухаревский Ю. М., Радиовещательные студии и микрофоны. М., Связьрадиоиздат (1939).

243. Ржевкин С. Н., Поглощение звука акустическими резонаторами. Труды Акустической комиссии АН СССР, 3, 133 (1939).

244. Ржевкин С. Н., Теория и устройство простейших резонансных звукопоглощающих систем. ДАН СССР, 22, 568 (1939).

245. Римский-Корсаков А. В., Критический обзор способов усиления звука в весьма больших помещениях. Труды Акустической комиссии АН СССР, 2, 79 (1939).

246. Римский-Корсаков А. В. и Струве К. В., Об отражении звуковых волн от поверхности, размеры которой сравнимы с длиной волны. Труды Акустической комиссии АН СССР, 2, 69 (1939).

247. Розенберг Л. Д., Акустика Большого зала Дворца Советов. Архитектура СССР, № 4, стр. 53 (1939).

248. Розенберг Л. Д. и Тартаковский Б. Д., Акустика во Дворце Советов. Строит. промышленность, № 11—12, стр. 42 (1939).

249. Сапожков М. А., Эффективность звукопоглощения ниш различной формы. Труды Акустической комиссии АН СССР, 2, 49 (1939).

250. Седов Л. И., Определение присоединённой массы косой решётки, состоящей из прямоугольников. Отчёты СДС, ТР 20037а (изложено в книге: «Плоские движения идеальной жидкости»), М. (1940).

251. Седов Л. И., Присоединённая масса решётки, состоящей из прямоугольников. Отчёты СДС, ТР 20022 (1939). (Неопубл.)

252. Симонов Д. И., Метод расчёта эхо от цилиндрической стены. Отчёты СДС, ТР 20047 (1939). (Неопубл.)

253. Сурин Г. А., Вибрации в жилых домах и сравнение их с шумом. Отчёты СДС, ТР 20619 (1939). (Неопубл.)

254. Сурин Г. А., Вибрации фундаментов Дворца Советов от проходящих поездов метро. Отчёты СДС, ТР 20617 (1939). (Неопубл.)

255. Сурин Г. А., Прибор для определения упругих свойств звукоизолирующих прокладок. Отчёты СДС, ТР 20616 (1939). (Неопубл.)
256. Сухаревский Ю. М., Методы расчёта звукового поля рупорного громкоговорителя. Изв. ОТН АН, **7**, 73 (1939).
257. Сухаревский Ю. М., О плотности звуковой энергии в помещении при направленном излучателе. ДАН СССР, **25**, 16 (1939).
258. Тер-Осипянц С. Т., Исследование монорезонансного поглотителя методом трубы. Отчёты ГСЛЗ (1—90 (1939). (Неопубл.)
259. Тер-Осипянц С. Т., Определение звукопоглощающего действия звукопоглощающих конструкций в помещении. Отчёты СДС, ТР 20046 (1939). (Неопубл.)
260. Тер-Осипянц С. Т. и Гольдберг Г. А., Маскировка эхо импульса затухающим звуком. Отчёты СДС, ТР 20045 (1939). (Неопубл.)
261. Тимофеев А. К., Пособие по прикладной акустике для строителя. М., Госстройиздат (1939).
262. Харкевич А. А., Акустические измерения в замкнутых помещениях. Труды Акустической комиссии АН СССР, **1**, 65 (1939).
262а. Харкевич А. А., Автоматизация акустических измерений. Труды Акустической комиссии АН СССР, **1**, 27 (1939).
263. Ходаркевич В. И., Акустическая штукатурка. Отчёты СДС, ТР 20067 (1939). (Неопубл.)
264. Цикунов В., О колебаниях внутри ниши, открытая поверхность которой возбуждена заданным образом. Труды Акустической комиссии АН СССР, **3**, 37 (1939).
265. Чигринский Г. А., Картина отражений и элементы акустики призматических многогранников, ЖТФ, **9**, 2120 (1939).
266. Чигринский Г. А., Картина отражений и реверберация незамкнутых пространств. ЖТФ, **9**, 1484 (1939).
267. Чигринский Г. А., Картина отражений и её применение в архитектурной акустике. ДАН СССР, **23**, 631 (1939).
268. Шабшев К. Н., Вопросы городских шумов и борьба с ними. Л. (1939).

1940

269. Акустические материалы и их применение. Работы Лаборатории строит. акустики и изоляц. материалов. Составлено А. К. Тимофеевым, М., Госстройиздат (1940).
270. Андреева-Галанина Е. Ц., Вибрации, их гигиеническое значение и меры борьбы с ними. Л., Изд. Института гигиены труда и профзаболеваний (1940).
271. Анцыферов М. С., Акустика аудиторий. Физика в школе, № 3 (1940).
272. Виталь К. А., О косом падении звука на резонансный поглотитель. ЖТФ, **10**, 980 (1940).
273. Виталь К. А., Применение теории Кремера и пористые материалы типа пемзолит. Отчёты СДС, РДП-4—33 (1940). (Неопубл.)
274. Гасско Р. Э., Вибрации и шум в домах над трассой метрополитена. Отчёты СДС, РДП-4—31 (1940). (Неопубл.)
275. Гасско Р. Э. и Садиков Ю. Н., Машина для измерения импеданцев звукоизолирующих прокладок. Отчёты СДС, РДП-6—4—27 (1940). (Неопубл.)
276. Григорьянц Н., Колебания, волны и акустика. М., Военновозд. ордена Ленина Академия РККА им. Жуковского (1940).
277. Гуревич М. И., Присоединённая масса элемента двойной решётки из плоских пластинок. Отчёты СДС, ч. 1, РДП-84—1; ч. 2, РДП-82—2 (1940). (Неопубл.)

278. Давыдова Ф. Л., Акустические материалы для слоистой звукопоглощающей конструкции. Отчёты СДС, ДДТ-1—3 (1940). (Неопубл.)
279. Дрейзен И. Г., Курс электроакустики. ч. II, Звукофикация. М., Связьрадиоиздат (1940).
280. Дроздов П. Ф., Стереофоническая равномерность поля распределённых излучателей. Отчёты СДС, РДП-4—61 (1940). (Неопубл.)
281. Казанский В. С., Основные причины шума эскалаторов Московского метрополитена. ЖТФ, **10**, 1251 (1940).
282. Качерович А. Н., Исследование акустики ателье и синхронных павильонов (киностудий Ленфильма). Л., Техфильм, Отчёт (1940). (Неопубл.)
283. Кельберг В. П. и Ладыженский Р. М., Борьба с шумом в вентиляционных установках. М. — Л., Гос. из-во строительной литературы (1940).
284. Климова А. Я., Расчёт кривых звукопоглощения однослойных конструкций. Отчёты СДС, РДП-4—39 (1940). (Неопубл.)
285. Крашенинников Ю. П., Звукопоглощающие свойства тканей. Отчёты СДС, РДП-4—23 (1940). (Неопубл.)
286. Крашенинников Ю. П., Описание щелевой установки для измерения импеданса звукопоглощающих материалов. Отчёты СДС, ТР 20044 (1940). (Неопубл.)
287. Леноблнито силикатной промышленности. Физические методы определения характера пористости как показателя акустического качества керамических материалов. Отчёты СДС, ТР 20063 (1940). (Неопубл.)
288. Макаров А. В., Электролитический метод измерения звукопроводности экранов. Отчёты СДС, РДП-4—12 (1940). (Неопубл.)
289. Малюжинец Г. Д., О влиянии веса перфорированного экрана на его звукопроводность. Отчёты СДС, РДП-4—53 (1940). (Неопубл.)
290. Маслова В. П., Экспериментальное исследование акустических характеристик звукопоглощающих материалов. Отчёты СДС, РДП-4—49 (1940). (Неопубл.)
291. Мельников Ф. И., Отчёт по теме: Акустическая газокерамика, ч. I. Отчёты СДС, РДП-1—2 (1940). (Неопубл.)
292. Моск. инст. инженеров связи. Исполнитель Гольдберг Г. А., Исследование реверберaторных систем для ДС. (Исследование реверберации и маскировка эхо реверберацией.) Отчёты СДС, ТР 20322 и РДТ-31—2 (1940). (Неопубл.)
293. Натаров Б. Ф., К вопросу о расположении говорителей в кинотеатрах. Кино-фото-химпромышленность, № 3, стр. 14 (1940).
294. Нестеров В. С., Поглощение звука трёхслойной резонансной системой. ЖТФ, **10**, 617 (1940).
295. Новаховская Д. С., Звукопоглощающий материал — пемзолит. Пром. стройматериалов, № 10—11, стр. 38 (1940).
296. Рабинович А. В., Акустика Московского телевизионного центра. Электросвязь, № 4, стр. 62 (1940).
297. Рабинович А. В., О заметности эхо и его влиянии на разборчивость речи, ЖТФ, **10**, 605 (1940).
298. Рабинович А. В., Телефонные кабины открытого типа. Отчёт СДС, РДП-4—15 (1940). (Неопубл.)
299. Розенберг Л. Д., О влиянии среднего коэфициента звукопоглощения на уровень силы звука. ЖТФ, **10**, 1634 (1940).
300. Рудник В. М., Измерения звукоизоляции стен из керамиковых блоков. Отчёты СДС, РДП-4—41 (1940). (Неопубл.)
301. Свирский И. В., Математическое исследование оптимального распределения трения в звукопоглощающем слое. Отчёты СДС, ТР 20061 (1940). (Неопубл.)
302. Смоликов Я. Н., Колебания промышленных зданий и мероприятия по их уменьшению. Вестн. инж. и техн., № 1, стр. 36 (1940).

303. Сурин Г. А., Вибрации фундаментов Дворца Советов и роль звукоизоляции. Отчёты СДС, РДП-4—34 (1940). (Неопубл.)

304. Сурин Г. А., Измерение скоростей колебаний (вибраторы и градуировочная плита для них). Отчёты СДС, ТР 20618 (1940). (Неопубл.)

305. Сухаревский Ю. М., Влияние акустических условий в помещении на разборчивость воспроизведения. Глава из диссертации. МЭИ (1940).

306. Сухаревский Ю. М., К теории акустической обратной связи в звукоусилительных системах. ДАН СССР, 26 (1940).

307. Сухаревский Ю. М., О плотности звуковой энергии в помещении при направленном излучателе. ДАН СССР, 25, 1 (1940).

308. Сухаревский Ю. М., О предельно возможном усилении звука в закрытом помещении. ДАН СССР, 26, 839 (1940).

309. Сухаревский Ю. М., Об использовании запаздывающей обратной связи для получения искусственной гулкости. Отчёты СДС, ТР 20058 (1940). (Неопубл.)

310. Сухаревский Ю. М., Экспериментальное исследование акустической обратной связи в закрытом помещении. ДАН СССР, 26, 646 (1940).

311. Чугунов С. С., Описание высокочастотной установки для измерения звукопроводности и звукопоглощения. Отчёты СДС, ТР 20055 (1940). (Неопубл.)

312. Шварц Б. П., Проектирование зрительного зала звукового кинотеатра. Кино-фото-химпромышленность, № 4, стр. 18 (1940).

313. Шнейдер Ю. И., Акустическое оборудование типовых студий. Электросвязь, № 4, стр. 25 (1940).

314. Яковлев Л. А., Измерения передачи шума толпы в помещениях фойе театра им. Вахтангова. Отчёты СДС, РДП-4—5 (1940). (Неопубл.)

315. Яковлев Л. А., Измерения шума метро в зданиях Музея изобразительных искусств им. Пушкина и библ. им. Ленина. Отчёты СДС, ТР 20621 (1940). (Неопубл.)

316. Яковлев Л. А., Измерения шума мусородробилки. Отчёты СДС, РДП-64—7 (1940). (Неопубл.)

317. Яковлев Л. А., Измерения шума центробежного насоса в домах ДС. Отчёты СДС, РДП-4—3 (1940). (Неопубл.)

318. Яковлев Л. А., Измерения шума лифта фирмы «Отис» в доме НКТ. Отчёты СДС, ТР 20620 (1940). (Неопубл.)

319. Яковлев Л. А., Измерения шумов вентиляционных установок большой производительности и звукоизоляция глушителей. Отчёты СДС, ТР 20608 (1940). (Неопубл.)

320. Яковлев Л. А., Измерения шума вентиляции в Доме звукозаписи. Отчёты СДС, РДП-4—38 и ТР 20615 (1940). (Неопубл.).

321. Яковлев Л. А., Измерения шума вентиляции в Большом театре. Отчёты СДС, РДП-4—13 (1940). (Неопубл.)

1941

322. Анцыферов М. С., Измерения вибраций от лифта в доме НКТ. Отчёты СДС, РДП-4—50 (1941). (Неопубл.)

323. Виталь К. А., Косое падение звука на двойную резонансную систему. ЖТФ, 11, 1029 (1941).

324. Гасско Р. Э., Вибрации и шум в домах над трассой метрополитена. Отчёты СДС, РДП-4—31 (1940). (Неопубл.)

325. Гольдберг Г. А., О проектировании систем звукоусиления в Малом зале. Инф. техн. Бюлл. СДС, № 5—6, М. (1941).

325а. Гольдберг Г. А., Акустическая обратная связь в сосредоточенных системах. Отчёты СДС, РДП-3—6 (1940).

325б. Гольдберг Г. А., Исследование акустических обратных связей. Отчёты СДС, РДП-4—58 (1940). (Неопубл.)

326. Гольдберг Г. А. и Тартаковский Б. Д., Проектирование звукопоглощения купола Большого зала Дворца Советов. Инф. техн. бюлл. СДС, № 5—6, М. (1941).

327. Григорьев В. С., Звукометрический полигон Строительства Дворца Советов. Инф. Техн. Бюлл. СДС, № 5—6, М. (1941).

328. Григорьев В. С., О методах усреднения отсчётов при измерении звукоизоляции по методу Мейера. Отчёты СДС, РДП-4—9, (1941). (Неопубл.)

329. Игумнов В. И., Метод расчёта воспринимаемого акустического отношения в помещениях типа корридора. Отчёты СДС, РДП-2—3 (1940). (Неопубл.)

330. Качерович А. Н., Об акустических условиях в звуковом кинотеатре. Кино-фото-химпромышленность, № 3, 18 (1941).

331. Кельберг В. П., Справочник по тепловой и звуковой изоляции. Вып. Звукоизоляция и звукопоглощение. Изд. Леноблнито холодильной промышленности, Л. (1941).

332. Крашенинников Ю. П., К вопросу применения асбестовых тканей в слоистых звукопоглощающих конструкциях. Отчёт СДС, РДП-4—6 (1940). (Неопубл.)

333. Крашенинников Ю. П., Упрощённая методика расчёта слоистых звукопоглощающих конструкций. Отчёты СДС, РДП-4—37(1940). (Неопубл.)

334. Крашенинников Ю. П., Экспериментальное исследование опытных конструкций слоистого звукопоглотителя. Отчёты СДС, РДП-4—26 (1940). (Неопубл.)

335. Лейзер И. Г., Звукоизоляция во Дворце Советов. Инф. техн. бюлл. СДС, № 5—6, М. (1941).

336. Малюжинец Г. Д., Номограмма для расчёта механических импеданцев. Отчёты СДС, РДП-4—202 (1941). (Неопубл.)

337. Малюжинец Г. Д., Применение метода импеданс-годографа для графического расчёта слоистых звукопоглощающих конструкций. Отчёты СДС, РДП-456 (1941). (Неопубл.)

338. Малюжинец Г. Д., Слоистые звукопоглощающие конструкции. Инф. техн. бюлл. СДС, № 5—6, М. (1941).

339. Малюжинец Г. Д., Энергетический расчёт слоистых звукопоглощающих конструкций. Отчёты СДС, РДП-4—54 (1940). (Неопубл.)

340. Маков С. А., Требования к характеристикам направленности микрофонов для стереофонической звукопередачи. Отчёты СДС, РДТ-3—1 (1941). (Неопубл.)

341. Нестеров В. С., Поглощение звука многослойными резонансными системами. ДАН СССР, **31**, 237 (1941).

342. Нестеров В. С., Экспериментальное исследование проводимости круглого отверстия поставленного конуса трубы. ДАН СССР, **31**, 879 (1941).

343. Рабинович А. В., Новый метод расчёта акустического отношения. Отчеты СДС, РДП-2—2 (1940). (Неопубл.)

344. Резвякова З. Н., Быстродействующий регистратор уровней звука. Общее машиностроение, № 5, 27 (1941).

345. Ржевкин С. Н. и Тер-Осипянц С. Т., Исследование сопротивления фрикционных слоёв для звукопоглощающих систем. ЖТФ, **11**, 149 (1941).

346. Розенберг Л. Д., Некоторые положения и задачи, разрешённые и разрешаемые в области акустики Дворца Советов. Инф. техн. бюлл. СДС, № 5—6, М. (1941).

347. Розенберг Л. Д. и Тартаковский Б. Д., Применение распределённых систем излучателей для целей звукофикации. ДАН СССР, **31**, 883 (1941).

348. Розенберг Л. Д. и Тартаковский Б. Д., Применение распределённых систем излучателей для звукоусиления и звуковоспроизведения. Инф. техн. бюлл. СДС, № 5—6, М. (1941).

349. Рудник В. М., Измерение звукоизоляции сложной стены (с дополнительной упруго-креплённой стенкой). Отчёты СДС, РДП-4—203 (1941). (Неопубл.)

350. Рудник В. М., Измерения звукоизоляции перекрытий двух типов (с плавающим полом). Отчёты СДС, РДП-4 — 29 (1941). (Неопубл.)

351. Славин. И. И., Амортизация вибраций машин. Отчёты Всесоюзн. Научно-исслед. ин-та охраны труда ВЦСПС, Л. (1941). (Неопубл.).

352. Славин И. И., О размещении и выборе мощности громкоговорителей для озвучания производственных помещений электростанций. Отчёты Всесоюзн. Научно-исслед. ин-та охраны труда ВЦСПС, Л. (1941). (Неопубл.).

353. Сурин Г. А., Измерения обходных путей звука в каркасном здании биб-ки им. Ленина. Отчёты СДС (1941). (Неопубл.)

354. Сурин Г. А., Определение динамического диапазона измерения звукоизоляции в камерах. Отчёты СДС, РДП-4—55 (1941). (Неопубл.)

355. Сухаревский Ю. М., Опыт объективного исследования акустики зала им. Чайковского в Москве. Отчёты Акустической лаб. ФИАН СССР (1941). (Неопубл.)

356. Сухаревский Ю. М. и др, Экспериментальное исследование акустики конференцзала Наркомвоенморфлота. Отчёты СДС, РДП-4—28 (1941). (Неопубл.)

357. Тартаковский Б. Д., Поле отражённых звуковых волн в Большом зале ДС при распределённых говорителях. Отчёты СДС, РДП-3—3 (1941). (Неопубл.)

358. Тартаковский Б. Д., О диффракции звука, отражённого от каркаса купола Большого зала. Отчёты СДС (1941). (Неопубл.)

359. Тартаковский Б. Д., Отражение звука от криволинейных поверхностей (исследование двукратного отражения звука от купола Б. зала). Отчёты СДС, РДТ-2—2 (1941). (Неопубл.)

360. Тартаковский Б. Д., Экспериментальное исследование систем распределённых источников звука (Лекторий СДС). Отчёты СДС, РДП-4—16 (1941). (Неопубл.)

361. Фок В. А., Теоретическое исследование проводимости круглого отверстия в перегородке, поставленной поперёк трубы. ДАН СССР, **31** 875 (1941).

362. Ходаркевич В. И., Технический отчёт по теме: Акустическая штукатурка, ч. 1. Отчёты СДС, РДП-1—2 (1941). (Неопубл.)

363. Шапиро Б. К., О расчёте ячеек акустического фильтра, отдельные элементы которых не малы по сравнению с длиной волны. ЖТФ, **11**, 466 (1941).

364. Яковлев Л. А., Измерения звукоизоляции плавающего пола в жилом доме. Отчёты СДС, РДП-4—41 (1941). (Неопубл.)

365. Яковлев Л. А. Измерения шума вентиляции в театре им. Станиславского. Отчёты СДС, РДП-4—4 (1941). (Неопубл.)

366. Яковлев Л. А., Измерения шума вентиляции в здании зала им. Чайковского. Отчёты СДС (1941). (Неопубл.).

367. Яковлев Л. А., Измерения передачи шума по каркасу здания СНК СССР. Отчёты СДС (1941). (Неопубл.)

1942

368. Розенберг Л. Д., Метод расчёта звуковых полей, образованных распределёнными системами излучателей. ЖТФ, **12**, 102 (1942).

369. Розенберг Л. Д., Метод расчёта звуковых полей, образованных распределёнными системами излучателей, работающими в закрытых помещениях. ЖТФ, **12**, 220 (1942).

1943

370. Розенберг Л. Д., Неравномерность поля, создаваемого бесконечной цепочкой некогерентных излучателей. ЖТФ, **12**, 573 (1942).
371. Розенберг Л. Д., О характере звукового поля, получающегося при воспроизведении музыки распределённой системой излучателей. ЖТФ, **12**, 211 (1942).
372. Гуревич М. И., Звукопроводимость частой решётки. Диссертация, Механический институт МГУ (1943).
373. Нестеров В. С., Резонансные звукопоглощающие системы. Диссертация, ФИАН СССР (1943).
374. Розенберг Л. Д. и Тартаковский Б. Д., Применение распределённых систем излучателей для звукосопровождения кинопоказа. ДАН СССР, **41**, 5 (1943).

1944

375. Анцыферов М. С. и Иванов К. М., Измерения колебаний пола подиала ДС, вызываемых метро. Отчёт СДС (1944). (Неопубл.)
376. Горон И. Е., Радиовещание М., Связьиздат (1944).
377. Непомнящий Е. А., Исследование шума осевых вентиляторов. ЖТФ, **14**, 108 (1944).
378. Нормы звукоизоляции жилых зданий от внутренних шумов (проект). Академия Архитектуры СССР, М. (1944).
379. Юдин Е. Я., О шуме вентиляторов. Сборник ЦАГИ «Промышленная аэродинамика», М. (1944).

1945

380. Андреев Н. Н., Современная акустика. Вестник Академии Наук СССР, № 1—2, стр. 46 (1945).
381. Иориш Ю. И., Измерение упругих свойств коротких стержней из виброизолирующих материалов. Моск. Орд. Ленина гос. университет им. Ломоносова. Учёные записки, вып. 77, Физика, кн. 3 стр. 240 (1945).
382. Лейзер Л. Г., Колебания машин и приборов, установленных на упругих прокладках, и изолирующий эффект таких установок. Диссертация, МЭИ (1945).
383. Малюжинец Г. Д., Звукопоглощение от слойной конструкции на низких частотах. Отчёты СДС (1945). (Неопубл.)
384. Малюжинец Г. Д., К вопросу о различных определениях понятия звукоизоляции в диффузном звуковом поле. Отчёты Акустической лаборатории ФИАН (1945). (Неопубл.)
385. Малюжинец Г. Д. и Тартаковский Б. Д., Однослойные звукопоглощающие конструкции. Отчёты СДС (1945). (Неопубл.)
386. Римский-Корсаков А. В., Обзор работ по звукоусилению по мировой литературе за период 1940—1945 гг. Отчёты СДС (1945). (Неопубл.)
387. Тартаковский Б. Д., Акустический расчёт купола Большого зала. Отчёты СДС, ЗП-11—28 (1945). (Неопубл.)
388. Тартаковский Б. Д., Влияние канеллюр на акустику Большого зала ДС. Отчёты СДС, ЗПП-46 (1945). (Неопубл.)
389. Тартаковский Б. Д., Принципы акустического проектирования основных интерьеров Дворца Советов. Отчёты СДС, ЗП-11 (1945). (Неопубл.)
390. Фурдуев В. В., Акустика звукового кинопоказа. (Пособие для киномеханика). М., Госкиноиздат (1945).
391. Юдин Е. Я., Краткое руководство по акустическому расчёту вентиляционных установок. М. Стройиздат Наркомстроя (1945).

1946

392. Гольдберг Г. А., Об асимптотическом законе затухания регенеративной реверберации. Отчёты СДС (1946). (Неопубл.)

393. Иориш Ю. И., Определение динамического модуля упругости виброизолирующих материалов. Отчёты СДС (1946). (Неопубл.)

394. Карновский М. И., Устройство для наблюдения звуковых процессов на водяных моделях. Сборник трудов Киевского ин-та киноинженеров, **1** (1946).

395. Карновский М. И. и Тверская М. Б., Численное значение некоторого интеграла. Сборник трудов Киевского ин-та киноинженеров, **1**, (1946).

396. Кучер Э. Р., Метод расчёта диффракции звуковых волн от кольцевого пояса. Отчёты СДС (1946). (Неопубл.).

397. Кучер Э. Р., Определение величины диффракционного отражения от двугранного угла. Отчёты СДС (1946). (Неопубл.)

398. Малюжинец Г. Д., Расчёт широкополосных отслойных звукопоглотителей. Отчёты СДС (1946). (Неопубл.)

399. Малюжинец Г. Д. и Агеева Н. С., Влияние упругости листов на поглощение однослойных звукопоглощающих конструкций. Отчёты СДС (1946). (Неопубл.)

400. Малюжинец Г. Д., Экспериментальное исследование слоистых конструкций на потолках студий МРВД. Отчёты СДС (1946). (Неопубл.)

401. Малюжинец С. Д., Табулированные функции трёх параметров, имеющие приложение в расчётах звукопоглотителей. Отчёты СДС (1946). (Неопубл.)

402. Ржевкин С. Н., Обзор работ по резонансным звукопоглотителям. УФН, **30**, 40 (1946).

403. Ржевкин С. Н., Резонансный звукопоглотитель с податливой стенкой. ЖТФ, **16**, 381 (1946).

404. Римский-Корсаков А. В., Обзор работ по звукоусилению по отчётным материалам СДС. Отчёты СДС (1946). (Неопубл.)

405. Розенберг Л. Д., О расположении звукопоглощающего материала в закрытом помещении. ДАН СССР, **51**, 599 (1946).

406. Тартаковский Б. Д., Акустический расчёт купола Большого зала. Отчёты СДС (1946). (Неопубл.)

1947

407. Алексеев С. П., Борьба с городским шумом. Журн. гор. хоз. Москвы, № 7 (1947).

408. Анцыферов М. С., Об устойчивости виброметра на возбуждающей поверхности. ЖТФ, **17**, 1441 (1947).

409. Бреховских Л. М., О границах применимости некоторых приближённых методов, употребляемых в акустике. ДАН СССР, **18**, 587 (1947).

410. Бреховских Л. М., Пределы применимости некоторых приближённых методов, употребляемых в архитектурной акустике. (По поводу статьи Морза и Болта «Звуковые волны в помещениях».) УФН, **32**, 464 (1947).

411. Карновский М. И. и Лазаревич В. М., Реверберометр с непосредственным отсчётом. Отчёты Киевского ин-та киноинженеров (1947). (Неопубл.)

412. Малюжинец Г. Д., Некоторые дополнения к расчётам звукопоглотителя для Большого зала Дворца Советов. Отчёты СДС (1947). (Неопубл.)

413. Ржевкин С. Н. и Нестеров В. С., Резонансные звукопоглотители для строительной практики. Труды ВНИТО радиотехники и электросвязи им. Попова. Секция электроакустики, 4 (1947).

414. Ржевкин С. Н. и Фурдуев В. В., О развитии работ по электроакустике в СССР. Радиотехника, № 8 (1947).

415. Розенберг Л. Д., Список основной литературы по архитектурной акустике на русском языке. УФН, 32, 476 (1947).

1948

416. Алексеев С. П., Акустика помещений. Раздел «Звукоизоляция». Справочник архитектуры. Изд. Академии Архитектуры СССР (1948).

417. Алексеев С. П. (под ред. Андреева Н. Н.), Шум. Изд. АН СССР (1948).

418. Алексеев С. П., Жаринов В. Д. и Воробьев С. И., Звукоизоляция в строительстве. Госстройиздат (1948). (В печати.)

419. Качерович А. Н., Звукопоглощающий материал для синхронных павильонов. Труды НИКФИ (1948). (Неопубл.)

420. Ржевкин С. Н., Успехи советской акустики. УФН, 34, 1 (1948).

421. Фурдуев В. В., Электроакустика. Гл. XII—XVI. Гостехиздат, Москва (1948).