

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКБИБЛИОГРАФИЯ

Max Planck. Festschrift, 1958; Herausgegeben von B. Kockel, Leipzig; W. Macke, Dresden; A. Papapetrou, Berlin, Redigiert und bearbeitet von W. Frank, Wien; Berlin, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1958.

(Сборник в честь Макса Планка, Берлин, 1958 г.; «Немецкое научное издательство») (Народное предприятие) Берлин, ГДР (407 стр., с портретом Планка) (1958).

Сборник статей, посвященный столетию со дня рождения Макса Планка, является хорошей кондовкой истекшего планковского года с его берлинскими торжествами, лейпцигским конгрессом в апреле 1958 г. и заседаниями в разных странах мира. В предисловии справедливо подчеркивается не только научный интерес многих статей, но также моральное значение объединения ученых обеих частей Германии и ученых стран Востока и Запада. Тем самым отдается дань памяти великого ученого и мыслителя, организатора науки и гуманиста.

Сборник содержит свыше 30 статей, посвященных классической физике и физической химии (10 статей), квантовой теории (13 статей) и, наконец, релятивистской квантовой теории и элементарным частицам (9 статей). Три статьи посвящены философскому анализу квантовой теории (Н. Бор, В. А. Фок, Л. Яноши).

Ниже мы осветим кратко лишь некоторые работы.

Сборник открывается большой статьей Г. Фалькенхагена (Росток), посвященной анализу работ Планка по электролитам и их дальнейшему развитию. Базируясь на работах Аррениуса и Планка по идеальным слабым электролитам, автор рассматривает теорию сильных электролитов и свойства растворов высокой концентрации как на базе наглядных моделей, так и путем применения статистических методов. Отмечается интерес Планка к электролитам до его глубокой старости. В заключение подчеркивается важность разработки теории ионной проводимости в зависимости от агрегатного состояния. Следует учесть, что в электролитах наблюдается двойной механизм переноса электричества.

Г. Хенль и К. Вестфаль (Фрейбург, ФРГ) рассматривают теорию дифракции, развивающую классические работы Кирхгофа. Интегральные уравнения в случае плоских экранов преобразуются в сингулярные интегральные уравнения; получаются строгие решения в случае полуплоскости и асимптотические разложения в случае щели.

А. Рубинович (Варшава) дает математическую и наглядную трактовку электрического квадрупольного и магнитного дипольного излучения, рассматривая систему, образованную путем комбинации двух дипольных систем, испускающих излучение, и направленных антипараллельно друг другу. Анализируется квадрупольный характер зеемановских компонент.

Указанные три статьи дают хороший пример новейшей трактовки ряда классических проблем.

Х. Альфвен (Стокгольм) рассматривает актуальный вопрос о механизме ускорения космических лучей. Предполагается, что заряженные частицы могут приобретать энергию в переменном магнитном поле благодаря бетатронному (синхротронному) механизму при учете рассеяния от малых неоднородностей магнитного поля. Ускоренные частицы диффундируют в магнитном поле, которое может быть «заморожено» в среде высокой проводимости. Движение ее связывается с магнитогидродинамическими волнами. При этом ускоряются лишь частицы с энергиями выше некоторой критической, ввиду чего оказывается важным процесс инжекции. В результате получается спектр космических лучей, зависящий от энергии в виде E^{-n} ; спектр зависит от расстояния до центра инжекции, n лежит между 2 и 3 и мало зависит от деталей теории. Теория Альфвена, которую он сравнивает с механизмом Ферми, находится в согласии с гипотезой о «локальном» происхождении космических лучей (вблизи Солнца или внутри солнечной системы), но трудно согласуется с гипотезами об их галактическом или внегалактическом происхождении, во всяком случае для частиц с энергиями ниже 10^{14} электрон-вольт. Частицы более высокой энергии могут происходить,

по мнению автора, от сверхновых звезд, звезд с изменяющимся магнитным моментом, двойных звезд и сталкивающихся магнитных облаков.

В. А. Амбарцумян (Бюраканская обсерватория, Арм. ССР) рассматривает звездную ассоциацию в созвездии Персея I и приводит вновь свои, возбудившие столь большое внимание, аргументы в пользу того, что образование звезд (имеющих возраст порядка $15 \cdot 10^6$), продолжается до сего времени. Указывается на возможность латентной стадии в жизни будущего сверхгиганта, в которой будущая звезда обладает весьма малой светимостью.

С. Чандрасекар (Чикаго, Ядерный институт им. Энрико Ферми) дает термодинамический анализ тепловых неустойчивостей в жидкостях. Рассматривается горизонтальный слой жидкости, нагреваемый снизу, в котором возникает конвекция. Дается обобщенная вариационная трактовка задачи, включающая влияние вращения и магнитного поля.

Л. Инфельд (Варшава) рассматривает одну из форм вариационного принципа релятивистской механики точки, учитывая дополнительное условие, которому подчиняется скорость, и применяет его к движению в поле некоторого потенциала. Анализируется также случай движения со скоростью света.

Кр. Меллер (Копенгаген, Университетский институт теоретической физики и «Пордита», Nordisk Institut for teoretisk Atomfysik (Северный институт теор. атомной физики) в интересной работе рассматривает проблему определения энергии незамкнутых систем в общерелятивистской теории. Против обычной псевдотензорной плотности

$$\theta_i^k = \sqrt{-g} (T_i^k + \vartheta_i^k),$$

подчиняющейся закону сохранения $\left(\frac{\partial \theta_i^k}{\partial x^k} = 0 \right)$ (где T_i^k есть тензор импульса энергии материи, входящий в правую часть уравнений Эйнштейна, а ϑ_i^k описывает гравитационную часть), Меллер приводит возражение, указывая, что с ее помощью нельзя придать определенного смысла энергии какой-либо замкнутой системы $\bar{E} = \int_{\Omega} \theta_4^4(dx)^3$,

ибо \bar{E} оказывается не инвариантной при чисто пространственных преобразованиях.

Предлагается ввести новую величину G_i^k и истолковать T_4^4 как плотность энергии:

$$T_i^k = X_{i,t}^{kl}; \text{ где } X_{i,t}^{kl} = \frac{\sqrt{-g}}{z} (g_{in, m} - g_{im, n}) g^{km} g^{ln}.$$

При подсчете полной энергии системы теперь уже не будет необходимости использовать квазигалилеевы координаты. Вычисляя энергию гравитационных волн, притом не в приближении слабого линеаризованного поля, а с помощью того или иного из двух точных решений уравнений поля («единственных известных автору»), именно «плоских волн Бонди и цилиндрических волн Эйнштейна — Розена», Меллер получает для гравитационного излучения исчезающий результат! Правда, весь результат получен для поля в отсутствие обычной материи. Тем самым и с этой стороны заостряется вопрос о возможности существования гравитонов. Как известно, против гравитационного излучения высказывался Л. Инфельд, хотя многие другие авторы, в том числе недавно Дирак, выступили за наличие реальных волн. Являются ли волны только «рябью» на геометрической структуре пространства или же несут энергию и могут превращаться (согласно гипотезе, которой мы касаемся в своей статье в данном сборнике) в обычную материю, — этот вопрос приобретает особо актуальный характер ввиду все более тесной связи физики и астрономии.

Общерелятивистскому вопросу, именно, рассмотрению спинорного уравнения в римановом пространстве, посвящена статья Д р а к а. Подчеркивая удобство трактовки своего уравнения с эрмитовыми матрицами (α, β) , а не γ , Дирак, следуя нашей с В. А. Фоком трактовке, вводит в каждой точке репер из четырех ортогональных векторов и, требуя инвариантности не только относительно общих преобразований координат, но также относительно произвольных вращений реперов, приходит к общековариантной форме:

$$i h_a^\mu x^a (\psi_\mu + \beta K_{\mu\nu} \psi) + \beta m \psi = 0$$

$\left(K_\mu = \frac{1}{4} h_a^\gamma h_b^\nu \mu x^a \beta_a^\nu \right) \{ h_a^\nu - \text{коэффициенты перехода от координат к составляющим по реперам} \}$; это, конечно, эквивалентно ранее полученной общековариантной форме спинорного уравнения, записанного в γ .

См. В. А. Фок, Д. Иваненко, С. Р. (Paris) 188, 1470 (1929), и обзорную статью В. А. Фок, Z. Phys. 57, 261 (1929). Дирак указывает, что отсюда просто получается уравнение 2-компонентного нейтрино в гравитационном поле.

Группа статей посвящена статистической физике. М. С а з а к и (Токио) дает обзор развития релятивистской гидродинамики и кинетической теории газов, беря в виде отправного пункта работу Планка (1907).

Написанная с большой элегантностью французская статья Ж. Р о з е н ф е л ь д а (Копенгаген, «Нордита»), представляющая собой доклад в университете Коимбра (Португалия), посвящена статистическому определению энтропии у М. Планка. После поучительного исторического анализа, включающего теорию излучения, статистику газов и, теорему Нерста, автор рассматривает последовательные варианты определения энтропии и попытки абсолютной ее нормировки у Планка, включая мучительный спор о факторе $N!$, дискуссию вопроса у Эрэнфеста—Тркала, все это до современного понимания симметрии и установления квантовой статистики. В конце статьи Розенфельд характеризует Планка, сравнительно поздно пришедшего к атомизму, как представителя своеобразной «формалистической» прагматической позиции и чуть ли не позитивистского идеалистического понимания статистической механики, подобно Гиббсу, и противопоставляет эту позицию материалистическому умонстроению Больцмана и Эрэнфеста. С этим утверждением проф. Ж. Розенфельда, подчеркивающего вместе с тем решительную борьбу Планка против неопозитивистов за реальность внешнего мира, нельзя согласиться, так как Планк на самом деле быстро «перегнал», например, Больцмана в своем окончательном и вполне модельном признании и применении атомизма.

К. Ф. Н о в о б а ц к и й (университет им. Г. Этвеша, Будапешт) рассматривает с новой точки зрения статистику газа и излучения и приходит к трактовке сверхтекучести в духе теории Тисса.

П. К а л ь д и р о л а и А. Л о и н д ж е р (Физ. институты университетов Милана и Павии) в своей фундаментальной статье анализируют развитие эргодического подхода в статистической механике в связи с работами Нейманна, Биркгоффа, Розенфельда, Пригожина и в особенности ван-Хове.

П. Г о м б а ш (Физ. ин-т Технического университета, Будапешт) с обычной ясностью и привлечением экспериментального материала рассматривает уравнение состояния для материи под высоким давлением на базе статистической атомной модели Томаса—Ферми—Дирака, с поправкой Вейцекера.

Ф. Ц и к к и (Обсерватории Маунт-Вильсон и Маунт-Паломар, Институт Карнеги, Вашингтон; Калифорнийский технологический институт Пасадепы) трактует проблему сверхжесткого состояния материи с ядерной плотностью. Так как обычные ядерные реакции в звездах не объясняют взрывных процессов сверхновых и других, при которых выделяется энергия 10^{26} — 10^{30} эргов за несколько часов или даже секунд, то предлагается привлечь тяготение. Представляется, что полностью сжатая гравитацией материя ядерной плотности (10^{13} г/см³) является наиболее устойчивым термодинамическим состоянием. Наиболее важный случай дают массы порядка солнечной, нейтронная звезда (с радиусом ~ 1 км) и «малютка» с массой $\sim 10^{21}$ г и радиусом ~ 3 м.

Переход нормальной звезды в нейтронное состояние может объяснить феномен сверхновых; с другой стороны, ядерные «малютки», которые могут двигаться внутри звезды, способны дать ответ на вопрос о выделениях энергии взрывного типа в нормальных звездах.

И в а н З у п е к (Физ. институт Р. Божковича, Загреб), примыкая к теории Блоха, подробно обсуждает дифференциальное уравнение электропроводности в металлах при низких температурах.

Г. Ф р е л и х (Ливерпульский университет) рассматривает феноменологическую теорию потерь энергии быстрыми частицами в твердых телах, характеризуя последние комплексной диэлектрической константой, зависящей от частоты и волнового вектора; возникает возможность анализа уровней энергии в твердом теле путем изучения влияния кулоновского поля частиц.

О. Ш е р ц е р (Институт теор. физики Высшей тех. школы, Дармштадт, ФРГ) рассматривает интерференцию некогерентно рассеянных электронов в том случае, когда первоначально когерентные электроны испытывают неупругое рассеяние на одном и том же атоме.

Д. И. Б л о х и н ц е в (ОИЯИ, Дубна) анализирует важный вопрос о структуре элементарной частицы при помощи рассеяния на ней других частиц. Критикуются нелокальные теории, приводящие при больших энергиях к слабому, а не сильному взаимодействию, что противоречит опыту. Дается релятивистски-инвариантное определение «черной сферы».

А. А. С о к о л о в (МГУ), рассматривая частицы с ориентированным спином, дает новую трактовку актуального вопроса о четности. Несохранение четности трактуется в связи с выбором определенной ориентации спина нейтринно независимо от свойств пространственных отражений. Объясняется в согласии с опытом поляризация β -электронов. Речь идет только о нейтринных процессах.

Д и н у с П а у л и н г (Калифорнийский Технологический институт, Пасадепы) дает обзор квантовой химии, подчеркивая достигнутое здесь понимание классической структурной теории и важность идеи резонанса. Химический резонанс, по словам

автора, позволил выяснить такие обстоятельства как одно- и трехэлектронную связь, гиперсвязь, резонанс молекул между различными структурами. Отмечается суровая критика, которой подверглась теория резонанса в квантовой химии, оперирующая структурами, которые независимо в действительности не существуют.

Паулинг подчеркивает, что теория резонанса в химии применяется в области, где отсутствуют точные квантовые подсчеты и что она покоится по существу «на эмпирическом (индуктивном) базисе». В работе нет ссылок на литературу, несмотря на явное влияние дискуссии о резонансе, проводившейся советскими учеными.

Ян Вейсенхофф (Краков, Ягеллонский университет) дает обзор работ, посвященных классической, неквантовой трактовке спина, указывая, что несмотря на успехи квантовой теории, на пути ее объединения с релятивизмом и построения теории частиц, как известно, стоят трудности. Развивая идеи Эйнштейна — Громмера о получении уравнений движения из нелинейных уравнений поля тяготения, Матиссон не ограничился одними полюсами, но учел движение сингулярностей типа диполей и мультиполей. Этот вопрос связан с возможностью отрицательных масс (см. работы Лубанского, Хенля, Папанетру, Надь). По мнению Вейсенхоффа в дипольном приближении получаются классические уравнения, напоминающие дираковское. Анализируется дополнительное условие $S_{\mu\nu}u^\nu = 0$ (где $S_{\mu\nu}$ — спинби-вектор, u^ν — 4 — скорость). Теория спинорных непрерывных сред или жидкостей, обладающих плотностью собственного (спинового) момента, близка к работам Бома — Вижье — Такабаяси и их сотрудников. Написанная широкими спокойными штрихами статья побуждает со вниманием отнестись к любопытным нелинейным аналогиям с дираковской теорией, несмотря на общеизвестное отсутствие каких-либо реальных результатов у сторонников подобного «антиквантового» направления.

К работам, выходящим за рамки обычной теории, следует отнести интересную статью Э. Р. Каянцелло (Институт теоретической физики университета, Неаполь), который рассматривает ультрафиолетовые расходимости в квантовой теории поля и приходит к выводу, что расходимости связаны с методами математической трактовки. При подходящем видоизменении понятия интеграла расходимости устраняются. Иначе говоря, метод интегрирования автора оказывается эквивалентным ренормировке. По мнению автора, ряды, например, квантовой электродинамики являются сходящимися.

К работам, выходящим за рамки общепринятой теории, относится и статья Марио Шенберга (факультет философии, наук и литературы, Сан Пауло, Бразилия), посвященная геометризации квантовой физики. Автор пытается отыскать геометрические аналоги (точка, вектор, сферы) импульсу, спину, перестановочным соотношениям, изоспину и т. д., делая упор на геометрию сфер, поскольку неоднородная лоренцова группа изоморфна с лагранжевой группой сферической геометрии. Статья содержит ряд любопытных замечаний, хотя взаимодействие полей не учитывается и никакой речи о конкретных результатах нет.

В нашей статье, посвященной «Замечаниям о нелинейной теории» материи, главным образом приводится ряд новых результатов А. М. Бродского, М. М. Мирианавили и Д. Ф. Курдгеладзе; подчеркивается, во-первых, желательность рассмотрения не только обычных спиноров, но также «псевдо-спиноров», формулы преобразования которых при отражениях (времени либо пространства) содержат добавочный псевдоскалярный фактор γ_5 и «смешанных» спиноров, преобразующихся лишь при пространственных (временных) отражениях нормально (псевдоспинорно). Тогда реализуются аномальные гельфанд-цетлиновские правила перестановки $PT = +TP$ вместо обычных ($PT = -PT$). Подобные аномальные спиноры и получающиеся из них и из янг-тиомновских спиноров бозоны должны быть учтены при построении общей теории частиц. Приводится ряд результатов, дающих индуцированные нелинейные добавки к уравнениям Дирака и другим.

Указываются точные волновые и радиальные решения нелинейного клейн-гордонского уравнения с членом $\lambda\phi^3$ в виде эллиптического косинуса. Подчеркивается удобство введения 8-компонентного спинора ($i\psi, \gamma_5\psi^c$) и вспомогательного пространства 6-измерений (4 обычных + 2 изотопических).

Мы пытались продвинуться на пути построения нелинейной теории материи, основанной на обобщении спинорного уравнения предложенным нами ранее членом типа ϕ^3 , в разработке которого столь интересные результаты получены Гейзенбергом. Выдвинутые Паули возражения против правил квантования Гейзенберга, с indefinitной метрикой в гильбертовом пространстве подчеркивают трудности, стоящие на пути такой грандиозной задачи, как построение единой теории материи, но не аннулируют правдоподобности нелинейной программы. В самом деле, в основе единой теории могут лежать лишь спиноры, а поскольку поле взаимодействует само с собой, его уравнения должны быть нелинейными! «Остается» (sic!) лишь отыскать правила квантования.

Г. Хебер (Иена) обсуждает правила перестановки между напряженностями поля и координатами, указывая, со своей стороны, на наличие подобных «индивидуальных», по нашей терминологии, ошибок, обобщающих соотношения для канонических, парных, гейзенберговских ошибок, связывающих напряженности поля между собой.

Подобное положение вещей будет иметь место в нелокальной теории. Анализируется гайзенбергово пространство.

Попытку выхода за рамки существующей теории поля обсуждает Ж. Л. Д е т у ш (Институт А. Пуанкаре, Париж), вводя понятие «функциональной» модели негочечной частицы, в которой некоторая функция u , характеризующая внутренние признаки частицы, вырождается в описание спина, или изоспина лишь в случае, когда u превращается в конечное множество u_i . Развивая прежние работы, близкие к ряду идей де Бройля, автор указывает ряд аналогий с нелинейной теорией материи, не приходя, впрочем, еще к конкретным результатам.

В написанной с обычной ясностью и блеском статье («Великое открытие Макса Планка; таинственная константа h ») де Б р о й л ь отмечает различные этапы понимания h : квант энергии и квант действия, квант света, «связующее звено» между волновыми и корпускулярными свойствами. При этом приводится малоизвестное замечание Больцмана, который в дискуссии с Планком отметил невозможность построения статистической теории излучения без введения прерывностей. Де Бройль отмечает, что, вероятно, это замечание ученого, к которому Планк относился с особым уважением, сыграло роль в подготовке его великого открытия. По словам знаменитого автора, за последние 25 лет квантовая физика приняла весьма абстрактный аспект. «Принимая точку зрения, близкую к школе энергетиков конца XIX в.», — пишет де Бройль, — «нынешняя квантовая теория устанавливает уравнение волны с членами, содержащими планковскую константу, и рассматривает их просто оправданными успехами в объяснениях опытных фактов, совершенно отказываясь от создания конкретной модели дуализма волны — корпускулы». Тем самым квантовая механика ограничивается констатацией роли, которую играет h , но отказывается от интерпретации последней. Вместе с тем, наряду с огромными успехами, имеются серьезные трудности, выражающиеся в расходимостях, и необходимы совершенно новые идеи. По мнению де Бройля, следует развить нелинейную теорию частиц как протяженных образований, внутри которых волновое поле достигает весьма больших значений, причем h будет входить в нелинейный член, помогая выяснению связи корпускулярного и волнового аспектов.

Многозначительным является то обстоятельство, что многие поиски новых путей ведут с разных сторон к нелинейному обобщению.

Со вниманием будет встречена небольшая статья Н и л ь с а Б о р а «О гносеологических вопросах квантовой физики», перевод которой сделан с рукописного подлинника В. А. Фоком (см. УФН, LXVII, вып. 1, январь 1959 г.). После краткого обзора принципов классической физики (детерминистическое описание в механике, электродинамике и теории относительности) и указания на статистический характер законов квантовой теории, подчеркивается (согласно прежним высказываниям Н. Бора в духе копенгагенской школы) фундаментальное различие между классическим прибором и исследуемым объектом. При этом взаимодействие между объектом и прибором, согласно Бору, в квантовой физике является «неотделимой частью явления». Вновь подчеркивается принципиальная невозможность детерминистического описания. Новым, насколько мы представляем, является повторение несколько раз в той или иной форме утверждение, что «Описание экспериментальной установки и регистрации результатов наблюдения должны происходить при помощи обыденного языка, уточненного надписанным образом согласно! физической терминологии. Это является простым логическим требованием, так как под словом эксперимент только и можно понимать процедуру, о которой мы способны сообщить другим, что при этом сделано и что мы при этом узнали». Бор указывает на «вполне объективный характер описания атомных явлений, в том смысле, что нет явно никакой речи об индивидуальном наблюдателе», и что в сообщении результатов опыта нет никакой неоднозначности. Вновь подчеркивается своеобразный характер дополненности, в котором находятся по отношению друг к другу результаты, полученные в квантовой физике при исследовании данного объекта при помощи различных приборов. Что касается гайзенберговских соотношений, то речь идет, по словам Бора, «не об ограничении точности измерений, но об ограничении пределов применимости как описания в пространстве—времени, так и законов сохранения, что обусловлено необходимостью различать между измерительными приборами и атомными объектами». Новые ноты звучат в указании, что «применение выражений типа „искажение явлений благодаря наблюдению“ или „приписание физических качеств атомным объектам путем измерений“, вряд ли совместимо с обычно применяемым языком, (Umgangssprache) и практическим определением». Бор относится отрицательно к многозначной логике (Вейцеккера, Детуш и других) и считает, что вполне можно обойтись общепринятым языком и обычной логикой. В заключение, предостерегая от искажений его идей, Н. Бор указывает, что с общефилософской точки зрения важно отметить наличие аналогий, требующих типичных выражений в духе дополненности не только в квантовой физике, но и в других областях, например, при исследовании «целостности живых организмов, характерных признаков сознательных индивидуумов и культурных сообществ».

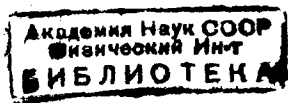
Трудная, на наш взгляд, статья одного из наиболее выдающихся физиков XX века, несомненно, станет предметом дискуссий.

Следующей статьей философского характера является статья В. А. Фокка «Об интерпретации квантовой механики» (см. УФН, т. LXII, вып. 4, август 1957). Можно согласиться с мнением автора, который подчеркивает неясность терминологии в статьях Н. Бора. Ограничиваясь лишь нерелятивистской квантовой механикой, В. А. Фок интерпретирует ее в духе статистической трактовки, справедливо отмечая, что «успехи квантовой механики несомненно будут содействовать развитию диалектического материализма». Попытки де Бройлевской школы выйти за рамки нынешней теории В. А. Фок решительно отвергает и не упоминает о нелинейной программе и других широко дискутируемых попытках.

В заключительной статье сборника Л. Яноши (Будапешт, Центральный физ. институт Академии наук) анализирует философские взгляды М. Планка в свете современной физики, подчеркивая полемику его с махизмом, безоговорочное признание реальности внешнего мира и близость Планка к материализму, притом диалектическому, по мнению автора. Автор указывает на отрицательное отношение Планка (как и Эйнштейна, де Бройля и самого Яноши) к «ортодоксальной» индетерминистической (т. е. копенгагенской) трактовке квантовой теории. Заметим, что хотя, вопреки Л. Яноши, мы придерживаемся статистического толкования квантовой теории, мы также считаем необходимым существенный выход за ее рамки в релятивистской квантовой теории элементарных частиц.

Таким образом, мы имеем перед собой содержательный сборник, полный новых результатов и глубоких идей, дающих во многом толчок к развитию науки и к новым принципиальным дискуссиям, ряд его статей следует рекомендовать к переводу на русский язык.

Д. Иваненко



Успехи физических наук, т. LXVII, вып. 3.

Редакторы Г. В. Розенберг и В. А. Угаров.

Техн. редактор К. Ф. Брудно.

Корректор Л. О. Сечейко.

Подписано к печати 26/II 1959 г. Бумага 70×108/16. Физ. печ. л. 10,75.
Условн. печ. л. 14,73. Уч.-изд. л. 14,74. Тираж 4480 экз. Т-00923. Цена 12 р. Заказ 753.

Государственное издательство физико-математической литературы.
Москва, В-71, Ленинский проспект, 15

16-я типография Московского городского Совнархоза. Москва, Трехпрудный пер., 9