1954 г. Июнь *Т. LIII, вып. 2*

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

БИБЛИОГРАФИЯ

В. Н. Кессених. Распространение радиоволн, Гостехиздат, Москва, 1952, стр. 488, цена 13 р. 10 к.

Гостехиздат выпустил тиражом в 10 000 экземпляров книгу В. Н. Кессениха «Распространение радиоволн», предназначенную служить учебным пособием для слушающих соответствующие курсы студентов радиофизических специальностей университетов.

Распространение радиоволн является одной из важных и интересных дисциплин, охватывающей обширный круг вопросов физики электромагнитных полей. В связи с успехами, достигнутыми здесь за последнее время, несомненно назрела необходимость создания нового учебного пособия, где бы наряду с изложением старых классических работ проводилась и систематизация результатов новейших исследований.

К сожалению, книга, написанная В. Н. Кессенихом, не только не соответствует такому назначению, но и не удовлетворяет ряду элементарных требований, предъявляемых к любому научному изданию вообще.

Остановимся на некоторых характерных ошибках В. Н. Кессениха в научных, исторических и методических вопросах.

1. Значительная часть вопросов, связанных с распространением радиоволн, трактуется автором с принципиально неправильных позиций и сопровождается в ряде случаев грубыми ошибками. Так, в главе 13 В. Н. Кессених, рассматривая задачу об отражении радиоволн от линейного ионосферного слоя, пользуется в начале слоя одним граничным условием — равенством электрических полей, «забывая», что речь идёт о решении дифференциального уравнения второго порядка, требующем наложения двух граничных условий. Естественно, что полученный автором результат оказывается совершенно неверным. В частности, из приведённого в книге решения не вытекает (вопреки утверждениям автора), что при отсутствии поглощения модуль коэффициента отражения радиоволн от слоя должен быть тождественно равен единице.

Далее, в главе 2 В. Н. Кессених, критикуя работы ряда учёных, посвящённые вопросу о величине действующего электрического поля в ионизированном газе, утверждает, что «усреднённый скалярный потенциал в ионизированной среде не имеет... дипольной составляющей. Магнитный же момент токов, вызванных перемещением электронов под действием внешнего поля, сохраняется и полностью определяет диэлектрическую проницаемость плазмы» (стр. 102).

Из этого высказывания следует, что автор отрицает применимость понятия о поляризации к плазме и считает, что диэлектрическая постоянная обусловлена магнитным моментом токов, текущих в среде. Между тем хорошо известно, что магнитный момент токов определяет не диэлектрическую, а магнитную проницаемость, отличие которой от единицы, кстати сказать, практически не имеет смысла учитывать при анализе распространения радиоволн в ионосфере. Мы не останавливаемся подробно

на этих ошибках, так как они детально разобраны в статье В. Л. Гинзбурга в ЖЭТФ, **25**, № 4, 488 (1953).

Автор ошибается также и при изложении основ теории электромагнитного поля, утверждая, например (стр. 30), что «в качестве свойства реальных вещей силовые линии существуют так же, как существуют годичные кольца в стволе дерева или плоскости спаянности в пластинке слюды», и критикуя точку зрения, проводимую по этому поводу в известном учебнике И. Е. Тамма «Основы теории электричества», где, в частности, относительно понятия силовых линий говорится, что «понятие имеет условно вспомогательное значение и что силовые линии служат лишь для графического изображения направления электрического вектора». На стр. 39 В. Н. Кессених отрицает применимость понятия о потоке энергии электромагнитного поля для случая постоянных полей, и на этот раз считая неправильным противоположное утверждение И. Е. Тамма в уже указанном учебнике. В связи с этим заметим, что однозначная локализация вектора Умова-Пойнтинга и, в частности, применимость этого понятия к постоянному полю следуют из общих соображений релятивистской инвариантности (см. В. А. Фок, Успехи физ. наук, **45**, 160 (1951)).

Глава 8 изложена на несовременном уровне (на уровне двух старых работ Кессениха — 1932 и 1940 гг.). Автор не считает нужным привести чёткую и ясную постановку электродинамической задачи, подлежащей решению в этой главе (как, впрочем, и в некоторых других), и поэтому только по прочтении всей главы в целом можно догадаться о его намерениях. Цель автора, повидимому, состояла в «построении схемы» (следуя его собственной терминологии) возбуждения цилиндрического вибратора конечной длины на примере строгого решения задачи о возбуждении бесконечного цилиндрического провода сосредоточенным источником энергии. При этом смешиваются в одну три разные задачи:

1) возбуждение бесконечного идеально проводящего цилиндрического провода сосредоточенным источником э. д. с.;

2) возбуждение бесконечного провода, обладающего конечной проводимостью;

3) возбуждение конечного отрезка тонкого цилиндрического провода сосредоточенной э. д. с.

Автор пишет: «Для круглого провода радиуса ρ напряжённость электрического и магнитного полей, распространяющихся вдоль оси z, выражается как

$$E_\rho = \frac{A}{\rho} e^{ikz}, \quad H_\varphi = \frac{A}{\rho} e^{ikz}. \tag{40.1}$$

Это решение... было лишь незначительно изменено А. Зоммерфельдом путём введения граничного условия на поверхности проводника конечной проводимости при сохранении экспоненциальной зависимости от z. Решение Зоммерфельда, сконструированное при помощи функции Ханкеля во внешней среде и функции Бесселя во внутренней среде, не представляет собой решения, удовлетворяющего возможным физическим условиям возбуждения колебаний вдоль провода, а является частным решением уравнения, построенным при помощи выбранных функций» (стр. 271).

В этой выдержке содержатся две грубейшие ошибки. Во-первых, решение (40.1) хотя и удовлетворяет формально уравнениям Максвелла, но в действительности не описывает никакого реального поля, так как с этой волной связан бесконечно большой поток энергии, переносимый ею в z-направлении. «Незначительное изменение», введённое Зоммерфельдом, состояло в превращении формального решения (40.1) в физически реализуемое решение. Во-вторых, любая электромагнитная волна, удовлетворяющая уравнениям Максвелла и переносящая при конечной амплитуде поля

конечный поток энергии, является физически существующей в том смысле, что она может быть возбуждена распределёнными в конечных областях источниками э. д. с. или источниками токов конечной мощности. Противоположное утверждение В. Н. Кессениха, ясное из приведённой цитаты, представляет собой ошибку, не совместимую с известной теоремой единственности решения электродинамических задач. Помимо всего прочего, автор дезориентирует читателей (главным образом студентов), замалчивая тот факт, что поверхностная волна типа «волны Зоммерфельда» не только «удовлетворяют физическим условиям возбуждения колебаний вдоль провода», но и находят в настоящее время применение в виде различных систем однопроводных линий передачи.

В §§ 41, 42 и 43 восьмой главы В. Н. Кессених решает задачу о возбуждении бесконечного идеально проводящего цилиндра сосредоточенным источником э. д. с., распределённой по поверхности тороидального пояска, реферируя свои работы времён 30-х годов и явно игнорируя все результаты, полученные другими авторами в последующие годы (в частности, известные работы по теории тонких антенн), что, кстати сказать, совершенно не соответствует назначению учебного пособия, как такового. На стр. 282 автор, подводя итоги полученному решению о возбуждении идеально проводящего цилиндра, неправильно комментирует работу В. В. Владимирского, считая, что последний просто повторил через 5 лет вывод Кессениха, слегка лишь его обобщив. Между тем В. В. Владимирский решил задачу о возбуждении «волны Зоммерфельда» и, естественно, не мог повторить выводы В. Н. Кессениха, который до сих пор не признаёт за этой волной физической реальности.

Совершенно несостоятельно «разъяснение» В. Н. Кессенихом известных парадоксов, связанных со спектральным разложением. Неясно, формулируя на стр. 320 один из этих парадоксов, В. Н. Кессених отвечает на него так: «Ответить на этот вопрос, очевидно, так же легко, как, например, ответить на вопрос: где находятся и что делают люди, присутствующие в комнате, если их число равно разности числа вошедших и числа вышедших и если эта разность равна нулю» (sic!). Дальнейших «разъяснений» по этому поводу не последовало. Затем при обсуждении второго парадокса автор, предлагая вниманию читателей вопрос: «Если спектральные составляющие существуют после начала процесса, то они должны существовать бесконечно долго?», отвечает на него сам же следующим образом: «Ответ на этот вопрос заключается в том, что реально существующие спектральные составляющие гасятся и искажаются тепловыми флуктуациями. В этом же заключается причина того явления, что колебательный контур, настроенный на несущую частоту импульсов высокочастотных колебаний, повторяющихся с низкой частотой, выделяет колебания несущей частоты, а не гармонику частоты повторения импульсов. Флуктуации, действующие в промежутках между импульсами, размывают и подавляют действие высших гармоник частоты повторения импульсов» (!) Поскольку тепловые флуктуации не имеют никакого отношения к поставленному вопросу, то какие-либо комментарии представляются излишними.

В главе 15 книги излагается теория нелинейных эффектов. Краеугольным камнем этой теории в изложении В. Н. Кессениха оказывается положение, что всякая среда, коль скоро она обладает поглощением, обладает и нелинейными свойствами. Однако это положение не более содержательно, чем, например, утверждение о том, что линейных сред вовсе не существует и что понятие линейной среды представляет собой абстракцию, о реальном осуществлении которой можно говорить лишь с той или иной степенью точности. Действительно, если взять это положение В. Н. Кессениха в качестве отправного, то из него тотчас же последовало бы существование нелинейных эффектов при распространении радиоволн в сильно поглощающей морской воде, при распростра-

нении радиоволн вдоль земной поверхности и т. д. Такие эффекты безусловно возможны, но, несмотря на то, что, например, поглощение в морской воде во много раз больше, чем в ионосфере, они столь малы, что до настоящего времени их не удалось обнаружить. Поэтому изложение В. Н. Кессениха является по существу дела бессодержательным, ибо оно не вскрывает специфику распространения радиоволн в ионосфере в отношении возникновения в ней нелинейных эффектов, не вскрывает отличия ионосферы в этом отношении от других сред.

Разбирая эффект «умножения» сигналов, В. Н. Кессених приходит к заключению, что эффект этот связан с тем, что «необыкновенная» волна отражается не только от области ионосферы, где показатель преломления для неё впервые обращается в нуль, а частично попадает в вышележащие более плотные слои ионосферы, отражаясь ещё раз от слоя, где показатель преломления для неё обращается в нуль вторично (см., например, стр. 239, 347). То обстоятельство, что «необыкновенная» волна должна при этом проходить значительный путь в среде, где показатель преломления для неё отрицателен и даже обращается в бесконечность, не смущает автора книги. Ошибочность высказанной автором точки зрения показана в уже цитировавшейся статье В. Л. Гинзбурга.

Число примеров подобного рода можно было бы при необходимости увеличить.

2. В. Н. Кессених уделяет большое внимание истории отечественной науки в области распространения радиоволн. В ряде случаев он при этом правильно подчёркивает приоритет и большое значение этих работ. Однако и в вопросах истории книга не свободна от серьёзных недостатков.

На стр. 206 В. Н. Кессених, например, пишет, что формула (29, 20), получающаяся из строгого решения задачи об ослаблении поля диполя, находящегося на плоской поверхности Земли («функция ослабления» Зоммерфельда), представляет собой «один из частных случаев квадратичного закона Введенского». Известно большое практическое значение квадратичных формул, полученных Б. А. Введенским в 1928 г. для расчёта поля УКВ. Эти формулы явились первыми в мировой практике формулами для расчёта поля УКВ при не очень больших высотах передатчика и приёмника над Землёй. Однако квадратичные формулы Введенского получены им как частный случай «отражательных формул». Поэтому вышеприведённое утверждение В. Н. Кессениха совершенно искажает действительность.

Столь же необоснованным является представление В. Н. Кессенихом на стр. 305 фундаментальных работ В. А. Фока в виде «варианта» известной теории Введенского о диффракционном распространении радиоволн.

Далее, хорошо известная задача об отражении радиоволн от линейного слоя, исследованная Гансом ещё в 1915 г., а затем Хартри в 1931 г., излагается на стр. 340 и далее так, как будто бы она впервые решена Л. А. Жекулиным в 1934 г.

Количество примеров, аналогичных вышеприведённым, можно было бы также значительно увеличить.

3. Нельзя признать удовлетворительной и методическую сторону книги В. Н. Кессениха.

Автор не ставит себе целью вскрыть физическое содержание проблемы и знакомить читателя с путями и методами её решения. В соответствии с этим он, как правило, избегает проведения «промежуточных» выводов даже в тех случаях, где они играют принципиальную роль. Порочная методическая установка автора находит своё отражение и в построении книги, где сначала излагаются практические особенности распространения всех диапазонов радиоволн (глава IV), и без вывода приводятся различные практические формулы и графики. Только в

последующих главах (V, VI, VII, IX, X) делаются попытки рассмотрения «простейших типов волновых процессов и некоторых методов математической физики». Поэтому, даже оставляя в стороне многочисленные ошибки, можно утверждать, что по такой книге нельзя уяснить сущность излагаемого автором материала. На стр. 19 В. Н. Кессених пишет: «Радиофизик, сотрудничающий с инженером в решении практических задач, должен помнить, что его главным назначением является помощь инженеру и практику...при помощи использования явлений малозаметных...», а не в первую очередь в изучении фундаментальных задач радиофизики.

На стр. 23 В. Н. Кессених заявляет: «...мы хотим...дать развёрнутое изложение важных теорем либо неполно, либо неверно излагаемых в распространённых учебниках». Выходит, что важные теоремы в существующих учебниках до сих пор излагались либо неполно, либо неверно.

Не имея возможности привести все примеры осуществления В. Н. Кессенихом своих методических установок (это заняло бы слишком много места), разберём лишь один раздел главы VII, носящий название «Формулы для вычисления напряжённости поля» (стр. 265—268). После получения обычного интеграла Зоммерфельда (формулы (39,16), (39,17); в обеих формулах опечатки!) сначала рассматриваются, как во всех книгах, предельные случаи вакуума ($k_1 = k_2$) и идеального проводника ($k_2 = \infty$). Обычно, задав момент диполя, отсюда получают выражения для полей. Кессених же действует наоборот: приняв, что поля должны быть равны $P_0 \frac{e^{ikR}}{R}$ и $2P_0 \frac{e^{ikR}}{R}$, отсюда определяет момент диполя и реакцию излучения для $k_1 = k_2$ и $k_2 = \infty$. В конце же страницы 265 сказано: «В промежуточных случаях амплитуда $\mathcal{E}_0 I (1 + b_1 + b_2)$ будет принимать значения, зависящие от деталей устройства», «расположения антенны». Но в промежуточных случаях ни амплитуда, ни структура поля неизвестны, и поэтому неясно, к чему же стремится автор. Несомненно, такая путаница может сбить изучающего с толку.

На стр. 266 указывается, что выражение (39,22) $E \approx k^2 \Pi$ получается при условии $\frac{|k|}{k_0} \gg 1$. Однако последнее условие не имеет отношения к выражению (39,22), так как это выражение получается при совершенно другом условии, а именно, при $k_0 R \gg 1$.

Методически не обоснован переход от E сначала к $A(x)$, потом к $W(\rho)$ и $W(\rho, z)$. Далее совершенно непонятно, почему при рассмотрении общего случая множитель $\mathcal{E}_0 I (1 + b_1 + b_2)$ выпал из соотношения (39,27).

На стр. 267 вдруг появляется уравнение (39,28), которое нигде не выведено. Не выведено также граничное условие (39,30).

Предельное условие (39,33), взятое у Фока, написано так, что оно противоречит приводимому ниже решению: в самом деле, подставив в условие (39,33) решение (39,34), можно убедиться, что при $z = 0$ соотношение (39,33) оказывается несовместимым. В действительности (39,33) справедливо только при $\zeta \neq 0$. Решение (39,34), пишет Кессених, «дано Леонтовичем в виде $W = \ldots$». Это утверждение ничем не подкреплено. В таких случаях принято хотя бы проверять правильность решения подстановкой. Кроме того, отсюда можно понять, что решение (39,34) впервые дал Леонтович, а на самом деле оно дано Вейлем. В формуле (39,35) написано, как и у Леонтовича, $\sqrt{\rho}$, в то время как у Леонтовича величина ρ соответствует в обозначениях Кессениха величине η. Таким образом, у Кессениха ρ обозначает совсем другое, что создаёт путаницу.

О выражении (39,38) сказано: «Для модуля $|W(x)| = A(x)$ получается асимптотическая формула Ван-дер-Поля, которая даёт результаты, совпадающие с расчётом Шулейкина $A(x) = \ldots$» (39,38). Однако это не асимптотическая формула; из $W(x)$ она получена быть не может, а является эмпирической, интерполяционной формулой, подобранной так, чтобы описывать точную кривую. Совершенно ясно, что читатель очень мало может почерпнуть при ознакомлении с таким текстом.

Далее, весьма характерны такие параграфы, как 75, 81, 83, 87, 88, 89, 91, 92. Эти параграфы не содержат практически ничего, кроме заглавия, и включены в книгу, вероятно, для «полноты», в то время как затрагиваемые в них вопросы весьма важны. В качестве примера приводим здесь целиком § 91 «Солнечные радиошумы»: «Излучение, создаваемое внешними слоями хромосферы и солнечной короны, как уже было указано в § 77, содержит радиочастотные составляющие, лежащие главным образом в диапазоне сантиметровых и метровых волн. Эти потоки состоят из более устойчивой тепловой (флуктуационной) части и неустойчивой турбулентной и «грозовой» части. Подробнее об этом смотри в литературе, указанной в § 77». И это всё, что автор счёл возможным сообщить о солнечных радиошумах.

Выше мы остановились на целом ряде ошибок В. Н. Кессениха, далеко не исчерпав всех недочётов книги, замеченных как нами, так и другими сотрудниками Горьковского Госуниверситета, принимавшими участие в её обсуждении. Нам представляется, однако, что нет необходимости перечислять здесь все ошибки и недостатки книги В. Н. Кессениха, увеличивая объём рецензии.

Приведём в конце лишь один пример, иллюстрирующий стиль изложения, принятый автором при комментировании «неугодных» ему работ. Так, об известном немецком учёном А. Зоммерфельде, результаты работ которого сыграли в своё время существенную роль в развитии теории распространения радиоволн, В. Н. Кессених пишет буквально следующее: «Интересно отметить, что выбор частных решений, производимый Зоммерфельдом, менялся в зависимости от руководства по теории цилиндрических функций, которым ему приходилось пользоваться», и т. д. в том же духе (стр. 271). Такая манера «обсуждения вопроса» неуместна в любой серьёзной книге и уже во всяком случае в книге, предназначенной служить учебным пособием для будущих специалистов.

Таким образом, ознакомление с книгой В. Н. Кессениха «Распространение радиоволн» показывает, что:

1) Книга написана на низком научном уровне, не соответствующем современным достижениям науки, и содержит многочисленные грубые ошибки;

2) книга является порочной и в методическом отношении (расположение материала, неясность изложения, бездоказательность выводов, неприемлемая, доходящая иногда до развязности манера изложения и т. п.) и не может быть использована в качестве учебного пособия;

3) несмотря на большой фактический материал, собранный в книге, использование её для справок затруднено методически неправильной систематизацией этого материала, не говоря уже о наличии ошибок.

Издание книги В. Н. Кессениха массовым тиражом и её одобрение как учебного пособия Министерством высшего образования является недоразумением, тем более досадным, что научный и идейно-теоретический уровень книги никак не соответствует тому ведущему положению, которое принадлежит советским радиофизикам, работающим в области распространения радиоволн.

Г. Г. Гетманцев, С. А. Жевакин,
М. М. Кобрин, М. А. Миллер