

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

БИБЛИОГРАФИЯ

А. Х. Хргиан, Физика атмосферы, Гостехиздат, Москва, 1953, 456 стр., 220 рис.

Советская метеорология быстро развивается как в области эксперимента, наблюдений и теории, так и в области практических приложений. В результате этого появились в свет оригинальные монографии по климатологии, динамической метеорологии, физике приземного слоя и общей метеорологии. Ныне мы читаем «Физику атмосферы» проф. А. Х. Хргиана.

Содержание этой книги многосторонне и разнообразно. Она содержит 22 главы, в которых освещаются вопросы состава и строения атмосферы, в том числе свойства высоких слоёв её, динамика и термодинамика атмосферы, радиационные процессы, турбулентность, физика облаков и осадков, основы прогноза погоды, общая циркуляция атмосферы и ряд других. В книге не затронуты такие разделы физики атмосферы, как атмосферное электричество, атмосферная оптика и акустика. Такое ограничение можно признать целесообразным, поскольку по этим разделам имеются достаточно полные современные курсы и руководства.

В книге почти во всех разделах привлечён современный материал. Так, например, в главе о составе атмосферы (которая в предыдущих учебниках была всегда очень краткой) изложены современные воззрения на роль процессов разделения газов, ускользания их из атмосферы, на атомные и молекулярные процессы и явления поглощения и излучения энергии, влияющие на состояние газов в атмосфере. Впервые в учебном пособии появляются данные об атмосферном натрии, о водороде и гидроксиде в атмосфере, так же как и позднее, например, данные о ячейковой циркуляции и связанных с нею облаках, о стрении холодных катафронтов и анафронтов, о сезонной смене ветров на высотах выше 15—18 км и т. п. В книге рассказано о выполненных советскими учёными исследованиях состава атмосферы, атмосферной пыли, солнечной и земной радиации и в особенности процессов испарения и конденсации водяного пара, образования облаков и осадков. Довольно подробно сказано о выполненных в СССР работах, посвященных способам искусственного воздействия на климат и его элементы — на температуру почвы (§ 57), температуру воздуха (§ 67), влажность воздуха (§ 86), структуру турбулентности (§ 118). В ряде вопросов автор восстанавливает приоритет отечественной науки, как, например, в вопросе об истолковании причин инфракрасного свечения ночного неба (§ 7), исследования микроструктуры облаков (§ 92), о «вовлечении» воздуха в восходящие токи (§ 96), о применении уравнений движения тела переменной массы (данных впервые Мещерским) к ряду атмосферных явлений (§§ 96, 110), о теории подветренных воздушных волн (§ 150) и т. д.

Надо приветствовать стремление автора дать краткую математическую теорию важнейших атмосферных явлений, основанную на простых физических предпосылках, указывая, насколько эта теория правильно описывает наблюдаемые детали явлений. Так, например, автор отмечает, что имеющиеся теории горно-долинных ветров правильно описывают движение в нижних слоях и не объясняют наличия сильного верхнего обратного потока (стр. 404). Совершенно так же автор удачно связывает основные выводы теории испарения с имеющимися эмпирическими формулами для расчёта испарения (стр. 225—230) и т. п. Экспериментальные же данные позволяют автору дать критику некоторых выводов зарубежных исследователей, незаслуженно пользовавшихся ранее признанием, например, гипотезы Финдейзена о ядрах сублимации (стр. 247). Автор правильно избегает приведения больших таблиц экспериментальных данных, ограничиваясь всегда лишь краткими цифровыми данными.

В ряде разделов автор отражает результаты своих личных исследований или коллективных работ, в которых он принимал участие, нашедших общее признание; соответствующие места кажутся нам изложенными наиболее живо.

В целом для книги характерны краткость изложения и умение выделить наиболее существенное, что ценно для учебного пособия. Правда, с этим иногда связано отсутствие промежуточных выкладок, которое может затруднить начинающего читателя.

Ниже мы рассмотрим содержание книги по главам и сделаем отдельные замечания.

«Введение» достаточно полно рассматривает предмет физики атмосферы и её задачи. В первых трёх главах дано весьма полное описание строения атмосферы, рассмотрен вопрос об озоне и атмосферной пыли. Замечание вызывает § 17 (гл. III). Здесь автор на примере «крупных и мелких пылинок» приводит известную теорию обмена — теорию, которая является правильной лишь для субстанций, пассивно переносимых воздухом. Оговорка в конце параграфа о том, что надо учитывать вертикальную скорость пылинок, не меняет дела, ибо, если её принять во внимание, то нужно существенно переделать всю теорию. При этом следует иметь в виду, что вертикальные движения пылинок, как известно, зависят не только от силы тяжести, но и от их нагревания солнцем или охлаждения путём излучения (эффект Воейкова).

Глава IV посвящена водяному пару. В ней мы не находим описания суточного хода абсолютной и относительной влажности и распределения этих элементов по высоте в приземном слое. Последний вопрос вообще в книге не отражён, а о суточном ходе влажности говорится в главе, посвящённой испарению. Вряд ли это удачно, потому что лица, интересующиеся суточным ходом водяного пара, пользуясь оглавлением, естественно обратятся к § 22 (гл. IV), именуемому «Распределение влажности в приземном слое».

Сведения о статике атмосферы (гл. V) и об адиабатических процессах (гл. VI) изложены кратко, но для общего ознакомления вполне достаточны. В главах VII и VIII, посвящённых радиационным процессам, также довольно кратко изложены основы предмета. В §§ 48—53 приведено много новых данных (поглощательная способность отдельных видов земной поверхности, результаты наблюдений за излучением, радиационный баланс пустыни и др.). Однако главы VII—VIII не свободны от некоторых неточностей. Вызывает сомнение ссылка на то, что приземный слой атмосферы толщиной всего в 85 см при упругости пара 10—15 ммб поглощает 3,5—6% всего излучения земли при температуре 18° (стр. 135). Нашими наблюдениями в условиях Средней Азии столь заметного ослабления не было обнаружено. На стр. 136 даётся неверная оцен-

ка различных эффективных излучений поверхности земли и чёрного тела на уровне 1—1,5 м, имеющего температуру воздуха. Автор считает эти различия небольшими. На самом же деле они могут составлять более 25% измеряемой величины. На стр. 137 автор даёт совершенно непонятное и необоснованное объяснение причин ночного понижения эффективного излучения земли. Здесь надо было бы просто сказать, что излучение земли в течение ночи убывает быстрее, чем излучение атмосферы.

На стр. 138 автор указывает, что «днём, как мы видим, эффективное излучение возрастает вместе с увеличением градиента температуры в нижних слоях атмосферы». В приложенных же таблицах 45, 46 нет никаких данных о градиентах температур. В действительности основной причиной роста эффективного излучения в дневные часы является нагревание поверхности почвы и связанный с этим рост излучения деятельной поверхности. Желательно было бы расширить изложение вопроса о радиационном балансе деятельной поверхности, привести данные о радиационном балансе различных поверхностей, поля, водной поверхности, снежного покрова и пр., охарактеризовать сезонные изменения баланса, время перехода баланса через нуль и т. п.

Глава IX о теплообмене в верхних слоях почвы и вод замечаний по изложенному материалу не вызывает. Однако ни здесь, ни в других главах книги не рассматривается важный вопрос о тепловом балансе деятельной поверхности, без которого нельзя понять основных особенностей метеорологического режима приземного слоя воздуха. В единственном месте книги (стр. 196, § 70) уравнение теплового баланса используется в качестве одного из граничных условий, необходимых для решения задачи о суточном ходе температуры. При этом на физической сущности уравнения теплового баланса автор не останавливается. Тепло-вому балансу следовало бы посвятить отдельный параграф. В книге не освещается также и вопрос о турбулентном теплообмене между деятельной поверхностью и воздухом.

Глава X «Распределение температур в нижних слоях атмосферы» замечаний не вызывает. Здесь используются новые данные о ходе температуры в горах и пустынях, описывается зависимость температуры от характера подстилающей поверхности, влияние растительности и пр. Глава завершается параграфом о заморозках, в котором приводится современное решение задачи по Лютерштейну — Чудновскому.

В следующей главе, XI, автор удачно сочетает изложение методов теоретического расчёта суточного хода температуры и фактический материал (весьма наглядные графики), указывающий на хорошую сходимость расчётных и фактических данных. Интересны также приводимые материалы о сроках наступления суточного максимума и минимума температуры (стр. 198). Параграф 71 (стр. 199) начинается с утверждения, что «в самом нижнем слое воздуха толщиной 1,5—2 м температура в большой степени определяется условиями лучистого равновесия подстилающей поверхности и атмосферы». Эта же мысль повторяется на следующей странице. Это не совсем так. В этом случае основную роль играет в дневные часы не лучистый, а турбулентный теплообмен между деятельной поверхностью и атмосферой.

В книге не уделено внимания структурным характеристикам температуры, а также и влажности воздуха. Многие интересные особенности в микроколебаниях температуры и влажности, с которыми связаны наши представления о характере и размерах вихрей в атмосфере, остаются неосвещёнными.

Глава о температуре верхних слоёв атмосферы построена целиком на новом материале, ранее не использовавшемся в учебной литературе. Глава об испарении изложена с учётом новейших представлений о меха-

низме процесса испарения в естественных условиях и содержит результаты наблюдений за испарением с различных поверхностей.

Следующие четыре главы (XIV—XVII) посвящены актуальным и интенсивно разрабатываемым в настоящее время вопросам о конденсации воды в атмосфере, о физике облаков и осадков. Материал здесь свежий и новый, большая часть которого в учебной литературе публикуется впервые. Этот раздел книги читается с большим интересом, потому что он синтезирует широкий комплекс прекрасно выполненных отечественных исследований. Мы видим здесь и новые оригинальные фотографии облаков, структурные фотографии облачных элементов, спектры размеров облачных капель. Приведены также теории, служащие для расчёта коагуляции, и пр. Отметим здесь, что на стр. 239 при изложении вопроса о точке росы не разъяснено существенное различие между температурой конденсации, температурой смоченного термометра и точкой росы. Само определение точки росы («температура, при которой имеющийся в воздухе водяной пар был бы насыщающим по отношению к поверхности воды») неудовлетворительно, так как не говорит ничего о способе охлаждения. Точка росы достигается, как известно, при изобарическом охлаждении, точка конденсации — при адиабатическом, температура смоченного термометра — при охлаждении испарением. Разные процессы обуславливают различные величины температуры в момент насыщения.

В формуле автора (93.1) величина постоянной дана по Боровикову, а о постоянной «с» забыто. Не указан даже порядок её величины. На стр. 251 в тексте сопоставляется содержание в облаках капельно-жидкой воды и водяного пара, а в таблицах 89—90 последняя величина отсутствует. Сравнения сделать нельзя. Нам не кажется удачным определение высокослоистых облаков на стр. 258, где сказано, что это — «тонкая вуаль сероватого или синеватого оттенка». Эти облака нередко представляют собой толстый слой. При изложении вопроса об облаках конвекции ничего не сказано о так называемой «проникающей конвекции». В начале главы XVI следовало бы сразу подчеркнуть различие между облачными и дождевыми каплями, состоящее в том, что облачные капли имеют средний размер 10—20 микронов, а капли осадков — 100—200 микронов, и что надо изучить процессы, обуславливающие рост малых капель и превращение их в большие. Напрасно указано (стр. 303), что различие между обложными, ливневыми и морсящими осадками относится только к синоптической метеорологии. Это принципиальное различие используется во всех разделах метеорологии. Очень мало сказано об обледенении самолётов, тогда как этому важному вопросу следовало бы уделить гораздо больше внимания и места. Приходится пожалеть также о малом количестве облачных фотографий.

Отметим тот положительный факт, что в главе XVIII дано изложение теории турбулентности Колмогорова и Обухова. Однако вопрос об использовании уравнения непрерывности для расчёта вертикальных токов заслуживает более подробной трактовки. Говоря о сходимости и расходимости, следовало бы здесь упомянуть о принципе Михеля и его применении на современном этапе.

В главе XIX имеются ошибки. На рис. 161 нарисована криволинейная изобара, а надпись гласит: «силы, действующие при прямолинейном движении (прямолинейные изобары)», а на рис. 162 неверно указано направление центробежной силы в антициклоне. Автор поступил правильно, поместив в § 128 (об общих уравнениях движения) уравнения в форме Громеко; однако в дальнейшем при изложении проблемы изменений давления он не использовал этих уравнений, ограничившись лишь кратким изложением первого приближения теории Кибеля. Следует сказать, что теории гидродинамического прогноза погоды, успешно развиваемой советскими учёными, в книге уделено непростительно мало места.

Вообще элементы синоптической метеорологии, которым посвящена глава XX, являются слабым местом книги. Автор в недостаточной мере осветил здесь современные достижения науки и современную точку зрения в этом вопросе. Даже считаясь с тем, что в общем курсе физики атмосферы нельзя отвести много места важному вопросу предсказания погоды, затраченные на этот предмет страницы можно было бы использовать рациональнее. Так, например, нет необходимости в настоящее время излагать экстраполяционный метод Петерсена. Зато трёхмерной структуре циклонов и антициклонов надо было уделить больше места и подобрать удачные иллюстрирующие её примеры. О структуре тайфунов можно было бы дать более полное представление на основании наблюдений последних лет. Непонятно, кстати, почему на рис. 191 приведены главные пути тайфунов только по Тихому и Индийскому океанам. Чувствуется, что в этой главе автор не преодолел ещё противоречий развития современных представлений о причинах изменения давления, не сумел отрешиться от обветшалых и ненаучных взглядов так называемого «адвективно-динамического анализа».

В противовес предыдущей глава о местных ветрах производит хорошее впечатление, являясь одной из лучших глав книги. В ней автор оперирует свежими данными, например о воздушных волнах, разбирает ряд новых вопросов и пр.

Интересно и оригинально описана общая циркуляция атмосферы в последней главе книги. Однако эта глава содержит существенный пробел — вопрос о муссонах рассмотрен в ней недостаточно полно и теория не сопоставлена в ней с достаточно подробным фактическим материалом.

Книга не свободна от мелких редакционных недостатков, опечаток и пр. Так, например, вклейки №№ 64 и 145 перепутаны местами.

В целом мы должны сказать, что наши замечания относились преимущественно к деталям изложения книги. Подводя итоги, нужно отметить, что автор удачно справился со стоявшей перед ним задачей, весьма сложной и трудной. Он подошёл, по существу, совершенно по-новому к изложению проблем современной метеорологии или, как её автор называет, физики атмосферы. Он показал, как ряд важных проблем атмосферы может трактоваться с точки зрения современной физики и математики, использовал для описания атмосферных явлений обширный современный материал наблюдений. Книга послужит хорошим пособием для студентов и аспирантов университетов, а также для широкого круга специалистов-метеорологов.

Б. А. Айзенштат, В. А. Бугаев, В. А. Джорджио