

УДК 551.5

А.И. РОЧКО

ПРОБЛЕМ. ПРЕДМЕТА МЕТЕОРОЛОГИИ

Предлагаемая статья направлена на выяснение специфики предмета метеорологии, рассматривается связь метеорологии с физикой атмосферы. Анализируются различные взгляды на эту проблему. Предлагается уточнение эмпирических понятий метеорологии как предпосылка для отыскания метеорологических законов, даются примеры таких понятий.

Как опри едливо указывает в своей статье Е.К.Федоров: "... взаимопонимание и четкость в определении научных дисциплин имеет существенное значение. С ними связаны организационная структура научно-исследовательских институтов и лабораторий, система подготовки кадров, важные вопросы планирования и координации научных исследований" [16]. "Какая разница между физикой атмосферы и метеорологией...? Относится ли метеорология к географическим или к физическим наукам?" - такие вопросы ставит Е.К.Федоров в той же статье.

Многие метеорологи полагают, что метеорология - это физика атмосферы (хотя упоминается и то, что метеорология изучает и химические процессы в атмосфере Земли). В учебнике Л.Т.Матвеева [8] метеорология определяется как "наука о физических процессах и явлениях в атмосфере Земли...". В Метеорологическом словаре [18] под метеорологией подразумевают науку об атмосфере - о ее строении, свойствах и протекающих в ней физических процессах. В уже упомянутой нами статье Е.К.Федоров пишет: "Как метеорология, так и физика атмосферы изучают все процессы, происходящие в атмосфере. Между этими науками, по существу, нет никакой разницы" [16, с.35]. В этой же статье Е.К.Федоров утверждает, что "Метеорология ... успешно перестраивается, "вбирая" в себя такие вновь появившиеся дисциплины, как физика атмосферы или динамическая метеорология" [16, с.35]. Г.В.Груза пишет: "Метеорология - это наука о физических процессах в атмосфере" [2]. Мнение о фактическом совпадении физики и метеорологии отчетливо выражает А.С.Монин в названии своей книги [11].

На фоне совпадающих в основном мнений о связи метеорологии с физикой значительный интерес представляют взгляды Г.Флемминга, изложенные в статье [17], которая была опубликована в разделе дискуссионных вопросов. Г.Флемминг отчетливо указал на противоречие между универсальностью (всеобщностью) законов физики и индивидуальностью процессов (явлений), которые изучает метеорология. Он также отметил области земного пространства,

в которых физические законы достаточно точно отражают действительность. „Чем ближе рассматриваемый частный объект к земной поверхности, — пишет Г. Флемминг, — где атмосфера, литосфера, гидросфера и биосфера сходятся и проникают друг в друга, тем яснее и многостороннее будет индивидуальный аспект. Здесь поле деятельности географии... При удалении от этой граничной области четырех сфер в глубь Земли или в верхнюю атмосферу все больше будут преобладать универсальный физический и химический аспекты. Но в общем будут постоянно встречаться оба аспекта. Универсальный аспект вместе с тем преобладает тем больше, чем больше мы отходим от географических масштабов к тонким пространственно-временным структурам" [17, с. 96]. В качестве примера Г. Флемминг приводит, по-видимому, непривычный для физиков объект исследования — идеальный континент, используемый для классификации климатов, указывает на способ „конструирования" этого объекта как на переход от индивидуального аспекта к универсальному, при котором выделяются и абстрагируются существенные свойства всех континентов. Репрезентативность метеорологических наблюдений Г. Флемминг обоснованно связывает с универсальностью (с сопоставимостью) результатов.

Аргументы Г. Флемминга, доказывавшие отличие метеорологии от физики атмосферы, представляются вполне обоснованными. Но этого мало. Здесь усматривается качественно иной и более зрелый в методологическом отношении подход автора к проблеме разграничения наук, чем тот, который был свойствен ранее упомянутым авторам. Указав присущие только метеорологии объекты исследования, Г. Флемминг пошел по правильному пути. Мы не имеем сведений об опубликованных отзывах на статью Г. Флемминга, но, судя по упомянутым нами источникам [2, 8, 18], появившимся позже, мнение же автора не получило достаточного распространения.

Чтобы пойти дальше по пути определения специфики метеорологии нужно уточнить понятие предмета науки. Предметом любой науки являются закономерности, действующие в той или иной предметной области. Реальный объект (Земля, атмосфера, ледниковый валун и пр.) изменчив, неисчерпаем, текуч. Познать его до конца невозможно. В ходе формирования соответствующей науки закономерности подмечаются в соответствии с какой-либо целью. Эти закономерности отражаются в научных понятиях, которые являются абстракциями. Именно посредством абстракций исследователь формулирует свои выводы. Потребность в выяснении сферы действия эмпирических закономерностей, в однозначном применении соответствующих понятий и получении достоверных (проверяемых) выводов обуславливает переход от закономерностей к теоретическим законам, объясняющим эмпирические закономерности.

В отличие от эмпирических закономерностей теоретические законы имеют всеобщий характер в том смысле, что идеализированные связи воспроизводятся везде и в любое время с вероятностью, равной единице, как только „обрабатывает" необходимое количество факторов. Как отмечается в статье Р. А. Лукова, „вся совокупность идеализированных объектов, рассматриваемых в характерных для данной науки аспектах, составляет некую обобщенную модель, называемую предметом этой науки" [4, с. 171]. Важно подчеркнуть, что только

в пределах своего предмета (относительно своих элементарных, идеализированных объектов) та или иная конкретная наука способна иметь практические критерии достоверности своих выводов.

Попытаемся выяснить, в какой мере определен (осознан) предмет метеорологии в настоящее время и в какой степени физические законы позволяют метеорологам получать результаты, удовлетворяющие потребности практики и контролируемой ею. Рассмотрим небольшую часть „спектра“ отдельных разделов метеорологии.

„Количество солнечной радиации, — пишет М. Миланкович, — ее изменение со временем, влияние атмосферы на нее и тепловые результаты этой радиации — эти основные компоненты климата Земли доступны точному математическому исследованию, так что можно чисто теоретически построить схему климата, определяемого одной лишь солнечной радиацией. Такой фиктивный климат земного шара, полученный в результате чисто теоретических расчетов, игнорирующих все посторонние воздействия, называется солярным или математическим климатом“ [9, с. 5].

Для нас интересно то, в чем состоит фиктивность солярного климата и, главное, в чем его „нефиктивность“ (полезность, осмысленность). Если бы мы хотели сопоставить климат Земли с климатом Марса, то солярный (или математический) климат не имел бы и малой доли фиктивности. И, наоборот, это понятие не имело бы смысла, если бы с его помощью мы пытались составить краткосрочный прогноз погоды для конкретного географического района.

Задачей динамической метеорологии является разработка методов численного прогноза атмосферных процессов (погоды) путем решения уравнений гидродинамики и термодинамики. В этом разделе метеорологии изучение атмосферы Земли также осуществляется методами физики. При этом, конечно, учитывается большее количество факторов, влияющих на состояние атмосферы, чем в области математической климатологии.

Предвычисленные метеорологические поля, согласно [14], отражают процессы синоптического масштаба, имеющие протяженность от нескольких сотен до 5 тыс. км и характерный период развития 2–3 суток. Детальность (разрешение) прогнозируемых полей составляет от 100 до 500 км по горизонтали. Характеристики и детали полей меньшей протяженности, как и большинство явлений погоды, непосредственно гидродинамическими схемами в настоящее время не предвычисляются.

Мы видим, что применяемые в метеорологии уравнения гидродинамики и термодинамики не распространяются на значительное число явлений погоды, подлежащих прогнозу и существенных для практической деятельности. Предметом динамической метеорологии мы можем считать (наверно, с большой натяжкой) закономерности протекания атмосферных процессов синоптического масштаба.

Синоптическая метеорология связана с прогнозом погоды при помощи синоптических карт. Физические законы, безусловно, учитываются синоптиком (прогнозистом) при прогнозе как синоптического положения, так и явлений погоды (грозы, облачности, осадков и др.); однако субъективный вклад в ре-

зультат, связанный с квалификацией (интуицией) прогнозиста, общеизвестен и, главное, воспринимается метеорологами как должное.

Предмет синоптической метеорологии довольно расплывчат. Об этом свидетельствует хотя бы высказывание американских метеорологов по поводу оправдываемости прогнозов погоды: „Было сделано немало попыток определить точность прогноза погоды. Основной трудностью является то, что сложно пока в принципе решить, правилен прогноз или нет, а если нет, то насколько неправилен. Если, скажем, в прогнозе говорится, что в данной области будет дождь, то следует ли считать этот прогноз верным в случае выпадения дождя лишь в одной половине этой области (и можно ли считать такой прогноз наполовину верным)?“ [12, с.216].

Если мы не имеем отчетливого представления о том, что мы прогнозируем (во всяком случае в отношении пространственной протяженности явления), то трудно понять, какого рода объекты мы должны изучать (объяснять, подводить под закон) на уровне прогностической науки в целях разработки методов их прогноза.

Мы видим, что предмет метеорологии очерчен недостаточно четко. Физические модели в метеорологии имеют весьма ограниченные возможности. По-видимому, метеорология находится на том же этапе, что и геология, география (и, видимо, другие науки о Земле), когда необходимо уточнение представлений о своем предмете, поиск собственных метеорологических законов.

Мы уже отмечали, что на пути к отысканию собственных законов конкретная наука идет через уточнение своих эмпирически сложившихся понятий. К эмпирическим понятиям метеорологии можно отнести циклы различной длительности, струйные течения, уровни атмосферных движений, элементарные циркуляционные механизмы. Этими понятиями отражаются своеобразные „острова“ упорядоченности в хаосе атмосферных движений. Подлежат уточнению и такие понятия, как погода, климат и, видимо, многие другие.

Приведем примеры упорядоченностей в атмосферных движениях, более или менее осознанно установленных различными исследователями, которые должны послужить опорой (стать предпосылкой) для будущей теоретизации метеорологии.

В своей книге А.С.Монин выделяет девять типов атмосферной циркуляции по их продолжительности [11]. К ним относятся: микрометеорологические колебания с периодами от долей секунды до минут, связанные с мелкомасштабной турбулентностью; мезометеорологические колебания; синоптические колебания и так далее вплоть до ледниковых периодов плейстоцена, продолжительность которых исчисляется десятками и сотнями тысяч лет.

Явно упорядоченный характер имеют атмосферные возмущения — циклоны и антициклоны. Это барические образования, связанные с определенными полями ветра, с фронтами, с типичными облачными формами.

В северном полушарии выделено 13 основных вариантов элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ). Под ЭЦМ понимается система воздушных течений, характерная для общей циркуляции атмосферы в северном полушарии на протяжении некоторого промежутка времени (в среднем 4-6 суток) и обеспечивающая в этот промежуток воздухообмен и теплообмен на полушарии.

Значительный интерес представляет членение атмосферных движений на компоненты, предложенное А.С.Мониним [10]. Эти компоненты, по его мнению, должны продемонстрировать наличие нескольких уровней организации в атмосфере. Наибольшие масштабы (по А.С.Монину) имеют движения общей циркуляции атмосферы - пассаты и муссоны, в перемещениях которых он усматривает динамические закономерности. Несколько меньшие масштабы имеют циклоны и антициклоны, движения которых объединяются статистическим закономерностям и относятся к макротурбулентности. К движениям малых масштабов, свойственных воздуху, А.С.Монин относит турбулентность, т.е. хаотические внутренние движения разных масштабов, минимальные из которых равны сантиметру. Индивидуальные турбулентные образования перемещаются друг относительно друга с динамическими закономерностями, движение их по отношению к потоку в целом подчинено статистическим закономерностям. А.С.Монин выделяет также движения внутри минимальных турбулентных образований, броуновское движение на уровне молекулярной структуры газа, движение отдельных молекул и, наконец, движение элементарных частиц.

Еще в 1932 г. Э.С.Лир [7] в связи с определениями понятий "погода" и "климат" указывала на эмпирически установленные циклы в атмосферных процессах, характерная продолжительность которых соответствует понятиям "погода", "серия погод" и "сезон". Э.С.Лир продемонстрировала завидную проницательность, на таивая на рассмотрении климата как целого, сравнивая его с монолитом: "... каждый монолит можно разбить на любое количество камней, однако даже самая большая груда камней не дает представления о монолите как таковом" [7, с.297]. Фактически здесь подразумевался принцип целостности, присущий системному методу познания. Э.С.Лир отмечала саморегулирование внутри циклов циркуляции атмосферы, а также многоуровневность циркуляции атмосферы, которая сходна с многоуровневостью живых организмов. Она требовала, чтобы дифференциации уровней соответствовала дифференциация понятий о них.

Дадим пояснение по поводу выделения уровней в процессе изучения атмосферы или любой другой области действительности. Способность исследователя выделять в объекте познания определенные уровни или слои (а значит, и пределы действия соответствующих законов природы) безусловно является позитивным моментом. Этот факт хорошо отражен в работе В.И.Кураева, Ф.В.Лазарева: "Только тонкий слух способен уловить голоса отдельных инструментов в общей полифонии звуков. Таким же "абсолютным слухом" должен обладать и разум, чтобы с помощью абстракций выделить в чистом виде тот или иной слой бытия" [6, с.100]. Однако нужно помнить и то, что никакая последовательность (или иерархия) уровней не может быть установлена для данного объекта исследования раз и навсегда и для всех без исключения целей. На недопустимость канонизирования единственной (и "естественной") последовательности уровней у объекта указывает Ю.А.Воронин с соавторами [1].

Если мы стремимся понять, с какими элементарными целостностями ("нерасчлененностями") хотели бы иметь дело метеорологи, то нам нужно

обратить внимание на следующее замечание К. Рамеджа: "Электронно-вычислительные машины, неimmerшие в своем рациона достаточного эмпирического материала, страдают от недоедания и плодят чудовищ. Струйные течения были открыты не теоретиками а летчиками" [13, с.285]. Заметим, что струйные течения (как, впрочем, и другие процессы) вполне могли быть вначале обнаружены летчиками, а затем объяснены теоретиками. Они же могли быть вначале предсказаны ("вычислены") теоретиками в качестве гипотетических объектов и лишь после этого обнаружены случайно для целенаправленными наблюдениями. Существенно только то, что теоретическая метеорология, по крайней мере в том виде, в котором она излагается в учебном пособии для метеорологов [3], действительно не дает объяснения струйным течениям.

Примеров понятий, соответствующих эмпирически установленным уровням, циклам, классам явлений, пространственным обособленностям (слоям, сферам), в метеорологии можно привести много. Их, видимо, не меньше, чем таких же понятий в геологии и географии. Наступило время анализа эмпирических понятий этой науки, определения областей их однозначного применения для соответствующих целей. Ясно, что проблема эта очень сложна. В значительной степени эта сложность связана со спецификой атмосферы - наиболее подвижной оболочки Земли. По-видимому, имеет место и психологическая неподготовленность метеорологов к этой проблеме, ориентация их на привычное физическое (математическое) моделирование атмосферных процессов и вера в безграничность возможностей сегодняшней вычислительной и измерительной техники. Подумать о том, что мы изучаем на самом деле, что мы измеряем (и, по-видимому, что прогнозируем) поможет нам следующее положение: "Главной причиной процесса математизации, - пишет Н.А. Киселева, - является прежде всего качественный рост научного познания, а именно, выявление новых сфер однородных элементов, выделение простых и устойчивых форм изучаемых явлений. Это создает условия для применения математики..." [5, с.108], и далее: "Пренебрежение к выяснению качественной определенности, "скачок через качество" - от знания на уровне нечто к количественному анализу, - столь характерный для эмпириков и позитивистов, может дать мгновенный чисто делаческий эффект, но в конечном счете приводит к вавилонскому столпотворению в результатах и методах познания" [15, с.288].

Сделаем некоторые предварительные выводы:

1. "Географическое измерение" метеорологии является непреложным фактом. Индивидуальность метеорологических процессов (явлений), отмеченная Г.Флеммингом, связана в большой мере с их географической специфичностью, поэтому предполагаемые законы метеорологии должны характеризоваться небольшими (локальными) пространственными областями распространения.

2. Из факта "географичности" метеорологии следует также то, что метеорологические понятия и законы не могут быть сформулированы более четко, нежели понятия и законы географии, а последние довольно расплывчаты. Здесь мы имеем дело с чисто объективными трудностями в уточнении предмета метеорологии.

3. В отличие от физики атмосферы (геофизики) метеорология изучает атмосферу как многокачественное природное образование. Чтобы не потерять эту многокачественность, а с ней и специфику предмета данной науки, сохранить преемственность при переходе от описательной к математизированной метеорологии, мы должны стремиться к выделению соответствующих качеств, к отнесению каждой физической (математической) модели к некоторой фиксированной качественной проекции реальной атмосферы Земли.

4. Любая естественная наука на определенном этапе развития стремится к уточнению своего предмета. В этом вопросе метеорология не является исключением.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воронин Ю.А., Еганова И.А., Еганов Э.А. Анализ координат уровней организации в теоретической геологии. Новосибирск: Изд-во АН СССР, 1975.
2. Груза Г.В. Некоторые общие вопросы теории метеорологической информации // Тр. Всесоюз. н.-и. ин-та гидрометеорол. информат. 1974. Вып. 1.
3. Динамическая метеорология. Теоретическая метеорология / Под ред. Д.Л. Лайтмана. Л.: Гидрометеоиздат, 1976.
4. Жуков Р.А. Системно-кибернетический подход как главная предпосылка математизации геологии // Тр. Всесоюз. н.-и. геол. ин-та. Н.С. 1973. Т. 180.
5. Киселева Н.А. Математика и действительность. М.: Изд-во МГУ, 1967.
6. Кураев В.И., Лазарев Ф.В. Точность, истина и рост знания. М.: Наука, 1988.
7. Лир Э. „Погода“ и „Климат“ // Метеоролог. вестник. 1932. Вып. 10-12.
8. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физике атмосферы. 2-е изд. Л.: Гидрометеоиздат, 1984.
9. Миланкович М. Математическая климатология и астрономическая теория климата. М.-Л.: ГОНТИ НКТП СССР, 1939.
10. Монин А.С. О двух формах выражения причинности // Вопросы философии, 1959, № 4.
11. Монин А.С. Прогноз погоды как задача физики. М.: Наука, 1969.
12. Нейбургер М., Эдвингер Д., Боннер У. Познание окружающей нас атмосферы. М.: Знание, 1983.
13. Рамедж К. Метеорология муссонов. Л.: Гидрометеоиздат, 1976.
14. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. Ч. 1.
15. Сагатовский В.И. Основы систематизации всеобщих категорий. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 1973.
16. Федоров Е.К. Некоторые проблемы развития наук о Земле // Взаимодействие наук при изучении Земли. М.: Наука, 1984.
17. Флемминг Г. Можно ли определить метеорологию как „физику атмосферы“? // Метеоролог. и гидрология. 1989. № 5.
18. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. Л.: Гидрометеоиздат, 1974.