

Боголюбова Е.В.
**История развития
теоретической метеорологии
в XX веке**

В статье приведены биографии и научные интересы великих ученых – физиков и метеорологов, которые внесли крупный вклад в развитие динамической метеорологии. Показано, как совершенствовалась эта наука по мере ее развития математиками, механиками, геофизиками, гидрологами и метеорологами, что привело к формированию важнейшего направления в метеорологической науке – гидродинамическим, численным прогнозам погоды. Идея возможности таких прогнозов была сформулирована в математическом плане Гельмгольцем, а в метеорологическом – главой бергенской школы метеорологов В. Бьеркнесом. Огромный вклад в совершенствование теоретической метеорологии внес Александр Александрович Фридман – математик, механик и метеоролог – и его последователи: Николай Евграфович Кочин, Илья Афанасьевич Кибель, Николай Владимирович Розе, Екатерина Никитична Блинова и другие. Работы Кибеля и Блиновой заложили основу для создания нового направления в метеорологической науке, с помощью которого в настоящее время строятся прогностические карты погоды различной заблаговременности в оперативной практике.

Ключевые слова: теоретическая и динамическая метеорология, уравнения гидротермодинамики атмосферы, турбулентность, общая циркуляция, теоретическая гидромеханика, прогноз погоды, численный прогноз, атмосферный фронт, циклон, антициклон.

Bogolyubov E.V.
**The history of the development
of theoretical metrology in the
twentieth century**

The article presents the biography and research interests of the great scientists – physicists and meteorologists, who have made a major contribution to the development of dynamic meteorology. It is shown how to cultivate this science as it evolves mathematics, mechanics, geophysics, hydrology and meteorology, which led to the formation of the most important trends in meteorological science – hydrodynamic, numerical weather prediction. The idea of the possibility of such forecasts has been formulated in mathematical terms Helmholtz and meteorological – the head of the Bergen school meteorologists V. Bjerknnes. A huge contribution to the development of theoretical meteorology brought Alexander Friedmann – a mathematician, engineer and meteorologist – and his followers Nikolay Evgrafovich Kochin, Ilya Afanasievich Kibel, Nikolai V. Rose, Catherine Nikitichna Blinov and others. Works Kibel Blinova and laid the foundation for a new direction in meteorological science, by which is currently under construction prognostic weather maps of different lead in operational practice.

Key words: theoretical and dynamic meteorology, atmospheric hydrodynamics equations, turbulence, general circulation, the theoretical fluid mechanics, the weather forecast, numerical forecast, atmospheric front, cyclone, anticyclone.

Боголюбова Е.В.
**XX ғасырда теориялық
метеорологияның даму тарихы**

Мақалада динамикалық метеорология дамуына үлкен үлес қосқан ұлы ғалымдардың – физиктер мен метеорологтардың – өмірбаяны мен ғылыми қызығушылықтары қарастырылған. Метеорология ғылымында гидродинамикалық, ауа райын сандық болжаудың маңызды бағыттарының қалыптасуына әкелген осы ғылымның математиктермен, механиктермен, геофизиктермен, гидрологтармен және метеорологтармен қалай дамып жетілгені көрсетілген. Мұндай болжамдардың мүмкіндік идеясы математикалық тұрғыдан Гельмгольцпен, ал метеорологиялық тұрғыдан – Берген метеорологтар мектебінің басшысы В. Бьеркнеспен тұжырымдалған болатын. Теориялық метеорологияның дамуына үлкен үлесін қосқан математик, механик және метеоролог – Александр Александрович Фридман және оның ізбасарлары: Николай Евграфович Кочин, Илья Афанасьевич Кибель, Николай Васильевич Розе, Екатерина Никитична Блинова және т.б. Кибель мен Блинованың жұмыстары метеорология ғылымындағы жаңа бағыттарды құрау үшін негіз болған, ол өз кезегінде қазіргі уақытта шұғыл тәжірибеде әртүрлі алдын ала ауа райының болжам карталарын жасауға көмегін тигізеді.

Түйін сөздер: теориялық және динамикалық метеорология, атмосфераның гидродинамикалық теңдеулері, турбуленттілік, жалпы циркуляция, теориялық гидромеханика, ауа райы болжамы, сандық болжам, атмосфералық фронт, циклон, антициклон.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ В XX ВЕКЕ

Введение

В первой половине двадцатого века теоретическая метеорология приобретает прикладной характер, что в конечном итоге привело к формированию такого важнейшего направления метеорологической науки, как численные прогнозы и численное моделирование погоды с помощью системы уравнений гидротермодинамики атмосферы. Полная система уравнений была известна еще в девятнадцатом веке и в 1858 г. изучалась Гельмгольцем как возможный вариант решения. Но эти уравнения трудно решать, так как необходимо решить общую пространственную задачу с граничными и начальными условиями для системы из 6-8-ми нелинейных уравнений в частных производных.

Основная часть

Идея построения прогнозов погоды с помощью этих уравнений была сформулирована главой норвежской (бергенской) школы метеорологов – Вильгельмом Бьеркнесом [1] – в начале двадцатого века, а первая попытка рассчитать на практике численный прогноз была предпринята во время первой мировой войны Л. Ричардсоном [2]. Основываясь на теоретических положениях известного немецкого математика, физика и врача Г. Гельмгольца, В. Бьеркнес, Г. Сульберг, К. Годске, Я. Бьеркнес – сын и их сотрудники провели исследование теоретических математических моделей с целью классификации атмосферных движений. Они сопоставили эти движения с решениями приведенных к линейному виду уравнений. А в качестве начальных данных были взяты наблюдаемые значения метеорологических величин. Даже несмотря на то, что они не нашли удовлетворительной формулировки проблемы предсказания погоды, вклад этих ученых в понимание происходящих в атмосфере движений был очень важен: поворотным пунктом в развитии динамической метеорологии было осознание того, что уравнения гидротермодинамики можно решить.

Вильгельма Фримана Корена Бьеркнеса чаще всего называют основателем научной школы в метеорологии. В 1897 году В. Бьеркнес положил начало такого важнейшего направле-

ния, как физическая гидродинамика атмосферы – сжимаемой среды, в которой распределение плотности является функцией как давления, так и температуры. Он является автором теоремы об ускорении циркуляции в жидкостях и газах. Эта теорема гласит: если жидкость идеальна и массовые силы консервативны, то производная по времени от циркуляции скорости по какому-либо жидкому контуру равна разности положительных и отрицательных единичных изобаро-изостерических трубок, пересекающих контур. То есть пересечение изобаро-изостерических поверхностей является причиной образования вихрей. Эта теорема помогла разобраться в циркуляционных движениях в атмосфере и океане, объяснить механизм морских и океанических течений в зависимости от солености.

В.Бьеркнес был основоположником волновой теории циклогенеза, теории полярного фронта и предложил способ прогнозирования погоды. Под его руководством в 1917 году была создана служба погоды в Норвегии. Он был профессором Бергенского университета и университетов в Осло и Стокгольме. Первым научным руководителем В.Бьеркнеса был Г.Герц. А его сын, Я. Бьеркнес, был одним из основоположников учения об атмосферных фронтах и автором трудов об эволюции циклонов и их роли в общей циркуляции атмосферы. Первым предложил теоретическую модель общей циркуляции поверхностей разрыва, т.е. атмосферных фронтов, Г. Гельмгольц. Интересно заметить, что идея закона сохранения энергии зрела не у специалистов-физиков. Решающую роль в утверждении этого великого закона сыграли врач Майер, пивовар Джоуль и врач Гельмгольц. Это три человека, за которыми история науки закрепила славу первооткрывателей закона сохранения и превращения энергии.

Майер [3] в 1841 г. утверждал, что «движение, теплота и, как мы намерены показать в дальнейшем, электричество представляют собой явления, которые могут быть сведены к одной силе, которые измеряются друг другом и переходят друг в друга по определенным законам». «Образовавшаяся теплота пропорциональна исчезнувшему движению» – это вполне определенная и ясная формулировка закона сохранения и превращения силы, т.е. энергии. Затем Майер поставил задачу уточнить понятие силы и найти соотношение между силами. В 1851 г. в работе «Замечания о механическом эквиваленте теплоты» сжато и популярно врач Майер излагает свои идеи о сохранении и превращении силы и

впервые защищает свой приоритет. Он признает, что открытие сделано им случайно по наблюдениям на Яве, но обращает внимание на то, что это – «все же моя собственность, и я не колеблюсь защищать свое право приоритета». Майер ссылается на свою статью 1842 года, цитирует ее, приводит значение механического эквивалента тепла и разъясняет свои взгляды на силу, которую он рассматривает как то, что позднее назвали энергией. Майер указывает далее, что закон сохранения энергии, «а также численное выражение его и механический эквивалент теплоты, были почти одновременно опубликованы в Германии и Англии». Он признает исследования Джоуля и тот факт, что Джоуль закон открыл самостоятельно и что ему «принадлежат многочисленные важные заслуги в деле дальнейшего обоснования и развития этого закона». Однако, Майер подчеркивает, что он не склонен уступать свое право на приоритет и, хотя он и не гонится за эффектом, это не означает отказа от прав на собственность. Это заявление было связано с травлей ученого в газетах, которые обвиняли скромного и честного ученого в мании величия. Его подвергли принудительному лечению в психической больнице. К.А.Тимирязев с негодованием писал о тех, кто преследовал Майера и искалечил его жизнь только за то, «что он был гениальным ученым в среде окружающей его жалкой посредственности». В 1850 г. он даже пытался покончить жизнь самоубийством, выбросившись из окна, и остался на всю жизнь хромым. Майер умер 20 марта 1878 г. Незадолго до смерти, в 1874 году вышло собрание его трудов по закону сохранения и превращения энергии под заглавием «Механика тепла». В 1876 году были опубликованы его последние сочинения «О торричеллиевой пустоте», «Об освобождении сил». Эксперименты Джоуля, проводимые одновременно и независимо от Майера, подвели под обобщения Майера экспериментальную основу.

Джемс Прескотт Джоуль [2,3] манчестерский пивовар, владелец большого пивоваренного завода родился 24 декабря 1818 г. Джоуль рано увлекся наукой об электрических явлениях. В своих публикациях он утверждал, что могучие силы природы неразрушимы и «во всех случаях, когда затрачивается механическая сила получается точное эквивалентное количество теплоты». Он сделал вывод, что теплота не может быть веществом. Она состоит в движении частиц тела. Джоуль не ограничился работой экспериментатора и решительно встал на точку зрения

кинетической теории теплоты и стал одним из основоположников кинетической теории газов. Майер считал Джоуля одним из открывателей закона сохранения и превращения энергии. Он упоминает о Гольцмане, который в 1848 г. вычислил механический эквивалент тепла тем же методом, что и Майер. Можно было бы назвать и ряд других имен. Все это лишний раз доказывает, что к открытию этого и других законов приходили разными путями физики, математики, инженеры, физиологи, врачи, пивовары. Но это были люди с огромным интересом к науке и жизни во всех ее проявлениях.

Также как и Майер, к закону сохранения энергии Г. Гельмгольц [3] перешел от физиологии. Практически он работал на стыке физиологии и физики. Результатом его исследований были его знаменитая «Физиологическая оптика», которая выдержала несколько изданий, и его «Учение о звуковых ощущениях как физиологическая основа акустики». Гельмгольц был профессором Кенигсбергского, Гейдельбергского и Берлинского университетов. Он даже создал физический институт, в который приезжали на работу физики всего мира, и был первым президентом физико-технического института – центра немецкой метрологии. Умер Гельмгольц 8 сентября 1894 г. в Берлине. Но вернемся в двадцатый век.

Остановимся на ярком представителе советской теоретической физики – Александре Александровиче Фридмане [4]. Он был математиком, механиком и метеорологом. Родился Фридман в Петербурге в 17 июня 1888 года. Его отец был музыкантом и композитором. Мать, Людмила Игнатьевна Воячек, дочь чешского музыканта, давала уроки игры на рояле. Но воспитывала его тетя по отцу, Мария Александровна, после развода родителей. С матерью Александр встретился будучи уже взрослым. В роду Фридманов имя Александр было любимым. Он был третьим Александром Александровичем. Дед его, тоже Александр Александрович, был лекарем из кантонистов (так назывались сироты, обучавшиеся в специализированных военных поселениях). Он служил в лейб-гвардии Преображенском полку и жил в здании Зимнего дворца. Фридман закончил Вторую петербургскую гимназию и еще в гимназии вместе со своим другом Яковом Тамаркиным провел исследование, связанное с числами Бернулли. После окончания Санкт-Петербургского университета в 1909 г. его оставили для подготовки к профессорской деятельности профессорами В.А. Стекловым и Д.К. Бобылевым. В 1913 г.

физик и метеоролог Б.Б. Голицын предложил молодому Фридману поработать в Павловской аэрологической обсерватории. С 1913 по 1916 г. Голицын был директором Главной физической обсерватории, которая впоследствии была переименована в Главную геофизическую обсерваторию и ведала метеорологическими наблюдениями. В 1914 г. Александр Александрович был командирован в Лейпциг к В. Бьеркнесу – основателю норвежской школы динамической метеорологии – для ознакомления с методами синоптической и динамической метеорологии, что он успешно сделал. В августе 1914 г. Фридман принял участие в подготовке мероприятий для наблюдения за солнечным затмением и осенью он вступил в добровольческий авиационный отряд, который действовал на фронте. Лето и осень 1915 г. он провел в авиационном отряде, где изучал характер атмосферных вихрей. В 1918 г. Фридман получил назначение в Пермский университет в качестве профессора механики, а в 1920 г. вернулся в Петроград для чтения лекции по гидродинамике и тензорному исчислению. Именно тогда физики Крутков, Фридерикс, Бурсиан и Лукирский начали читать лекции по квантовой механике, теории относительности и другим разделам теоретической физики.

Теорией относительности Фридман овладел очень быстро. В 1922 г. он написал книгу «Мир как пространство и время», где изложил простым языком эту теорию, но без дешевой популяризации. Он нашел неточности в решении А. Эйнштейна дифференциального уравнения для кривизны пространства, которую Эйнштейн считал постоянной по времени. Фридман нашел другие решения, из которых вытекало, что кривизна пространства может изменяться периодически, а может и возрастать со временем. Сначала Эйнштейну показалось, что Фридман ошибся, однако, когда Эйнштейн понял, что он не прав в оценке работы Фридмана, он в том же журнале «*Annalen der Physik*» признал свою ошибку и проявил научную честность. Благодаря этой теории было обнаружено перемещение галактик, т.е. расширение вселенной.

Работая в Отделе теоретической метеорологии, Фридман привлекал молодых ученых, хотя сам был совсем не старым: Н.Е. Кочина, В.А. Фока, И.А. Кибеля и несколько более старшего по возрасту – Б.И. Извекова. Он не побоялся пригласить в отдел и совсем пожилого, шестидесятилетнего Л.В. Келлера, который провел в отделе крупные исследования по статистической теории турбулентности.

А.А. Фридман обладал колоссальной трудоспособностью. Был жаден до работы и умел передавать этот энтузиазм другим. Он организовал семинар по динамической метеорологии, в котором принимали участие сотрудники других отделов ГГО: все чертили карты изобар, наносили линии фронтов, следили за перемещении циклонов и антициклонов. Диапазон научных интересов Фридмана был очень широким. С самого начала научной деятельности его интересовали основные вопросы теоретической метеорологии, теоретической геофизики: объяснение существования верхней инверсии атмосферы, теория атмосферных вихрей и порывистости ветра, теория разрыва метеорологических величин, теория атмосферной турбулентности. А в начале своей научной деятельности он составил инструкцию для обработки подъемов змейковых метеорографов.

Фридман привлекал своих сотрудников для совместной работы с зарубежными учеными и работал сам. Он принимал деятельное участие в приемах немецкого физика П. Эренфеста, голландского гидромеханика И. Бюргера, итальянского исследователя Т. Леви-Чивита. Он выступал на I Международном конгрессе прикладной механики, где докладывал о совместной работе с Келлером, о работе Кочина и других сотрудников. Встречи Фридмана с другими учеными нередко выливались в совместную работу. Например, работа с Т. Гессельбергом дала положительный результат и вылилась в теорию о порядке метеорологических величин и их производных и теорию подобия. Александр Александрович был очень живым, эмоциональным и общительным человеком. Если его сотруднику удавалось получить интересный результат, то Фридман не скупился на похвалы, хотя мог и за дело побранить. Ему была свойственна самокритичность, и он часто высказывался по поводу своих недостатков, действительных и мнимых. В феврале 1925 г. Фридман стал директором Главной геофизической обсерватории и сделал бы очень много для ее развития и развития метеорологической науки, физики и гидромеханики, если бы не преждевременная смерть. В сентябре 1925 г. в возрасте 37 лет он скончался от брюшного тифа. «С ним отошла крепчайшая надежда теоретической метеорологии» – так о нем сказал директор Прусского метеорологического института профессор Фикер. О нем говорили: «Фридман имел высокую душу исследователя вечных вопросов мироздания и благородный облик жреца чистого знания».

В 1922 г. на работу в Главную физическую обсерваторию, которая в 1924 г. была переименована в Главную геофизическую обсерваторию (ГГО), к А.А. Фридману поступил Николай Евграфович Кочин [5]. В обсерватории в то время занимались изучением физики земного шара, или геофизики, и особенное внимание уделялось изучению атмосферы. Для выяснения физических законов, действующих в атмосфере, нужно было иметь большой материал наблюдений за метеорологическими величинами и уметь применять к ним более строгие методы вычислительной математики. Эта роль выпала на долю советских математиков, к которым относился и молодой Н.Е. Кочин. По распоряжению А.А. Фридмана в ГГО было организовано Математическое бюро, и он предложил Кочину заняться изучением своей книги «Опыт гидромеханики сжимаемой жидкости». Очень скоро молодой вычислитель освоил ее, и Фридман со свойственной ему экспансивностью утверждал: «Кочин знает мою книгу лучше меня! Теперь посмотрим, как он сам будет решать задачи!» Однажды, когда Николаю Евграфовичу было двенадцать лет, его сестра сказала с невольным уважением к нему: «Коля, да ты профессором будешь». А он усмехнулся и сказал: «Это конечно, профессором я буду, а вот вопрос: буду ли я ученым?» Он стал выдающимся ученым.

В ГГО Кочин занялся важнейшей задачей – построением теоретической модели циклона и антициклона, перемещающегося над земной поверхностью. Он провел обширные вычисления, построил общую модель и дал конкретные иллюстрации к теоретическим схемам. Он рассмотрел пересечение для циклона и антициклона изобарических, изотермических и изостерических поверхностей и на основании теоремы Бьеркнеса сделал вывод о том, что должно иметь место образование и разрушение вихрей. По воспоминаниям его жены, тоже математика, Пелагеи Яковлевны, задаваясь определенной траекторией центра циклона, т.е. точки минимума давления у поверхности земли, можно найти траектории отдельных частиц. Они оказываются сложными линиями, имеющими петли и точки возврата, и очень похожи по своему характеру на те траектории частиц воздуха, которые наблюдались в действительности. Для некоторых значений угловой скорости вращения оказалось возможным такое движение, которое Кочин назвал аномальным циклоном: у него минимум давления в центре, как у циклона, но с вращением по часовой стрелке, что характерно

для антициклона. Такие движения наблюдаются в действительности в смерчах и торнадо.

Известно, что если жидкость баротропна, и давление зависит только от плотности, но не зависит от температуры, то в поле силы тяжести, которая является консервативной силой, образование и разрушение вихрей невозможно. Следовательно, если вихри были в жидкости или газе, то они будут сохраняться, если же их не было, то они и не могут возникнуть.

При рассмотрении примера адиабатического движения, для которого вихревые линии не сохраняются, Кочин положительно ответил на вопрос Фридмана: могут ли вихри образовываться без притока энергии? Николай Евграфович развил общую теорию поверхностей разрыва – фронтов – в жидкостях и газах, которая вошла во все учебники по газовой динамике. Полученное Кочиним полное решение задачи об устойчивости поверхностей раздела привело к дальнейшим исследованиям и обобщениям в работах А.А. Дородницына, М.И. Юдина, Е.К. Блиновой, И.А. Кибеля. Кибель указывал, что «работа Кочина по циклогенезу не только дала исчерпывающее решение вопроса, но была революционной по своей методике: она позволила совершенно по-новому подойти к большому кругу новых вопросов, указала, как стать на путь обобщений, так далеко сейчас ушедший вперед нашу отечественную динамическую метеорологию».

Позднее Отдел теоретической метеорологии ГГО вырос в Институт теоретической метеорологии. В 1933 г. Кочин стал директором этого института после Л.В. Келлера, которому принадлежат исследования по статистической теории турбулентности и задаче обнаружения периодических колебаний в рядах метеорологических величин. В связи с переводом Академии наук в Москву Николай Евграфович покинул Ленинград (Санкт-Петербург). Во главе Института теоретической метеорологии стал И.А. Кибель, который вместе со своими сотрудниками продолжал развивать теоретическую метеорологию.

Осенью 1934 г. Кочин с женой переехал в Москву на работу в Математическом институте. Николай Евграфович начал работать в Физико-математическом институте Академии наук с 1932 года, а в 1934 году он был разделен на два. Одному из них – Математическому – было присвоено имя В.А. Стеклова. В связи с переездом в Москву от непосредственной работы в ГГО Кочин продолжал интересоваться теоретической метеорологией. В 1935-1936 годах Кочин разработал фундаментальную задачу об

общей циркуляции атмосферы, где основную роль играют увлечение атмосферы вращающейся Землей, неравномерность нагрева атмосферы и наличие турбулентной вязкости, количественный анализ которых чрезвычайно сложен. На общую циркуляцию атмосферы было перенесены методы теории пограничного слоя. На основании своих оценок Кочин упростил уравнения движения атмосферы на поверхности шара и получил возможность определить поле скоростей и давления после того, как было задано распределение температур. Последними по времени исследованиями Николая Евграфовича в области метеорологии были работы, посвященные обтеканию гор и хребтов, которые имеют важные применения в вопросах планеризма и пилотирования самолетов. Скончался Н.Е. Кочин 31 декабря 1944 г. в Москве. В 1932 г. он в соавторстве с Н.В. Розе опубликовал учебник «Введение в теоретическую гидромеханику» который впоследствии стал первым томом всемирно известного двухтомника Н.Е. Кочина, И.А. Кибеля, Н.В. Розе «Теоретическая гидромеханика». Переиздавался этот двухтомник многократно.

Николай Владимирович Розе родился 21 июля 1890 г. в Санкт-Петербурге. Окончил Санкт-Петербургский университет. В 1912-1917 гг. работал Главной физической обсерватории. Он был выдающимся гидрологом, геомагнитологом, механиком, исследователем Севера, контр-адмиралом. Работая в ГГО, он обобщил опыт климатологических наблюдений в Архангельске. В 1929 г. Розе был приглашен на заведование кафедрой аналитической механики. Преподавал теоретическую механику и физику в Военно-морской академии РККА, в Ленинградском государственном университете, в Ленинградском институте точной механики и оптики. За короткий срок Н.В. Розе опубликовал несколько прекрасных учебников. Помимо вышеуказанных в 1932-1933 гг. в составе авторского коллектива он опубликовал двухтомный труд «Теоретическая механика», учебник «Динамика твердого тела». Он занимался исследованиями Карского и Баренцева морей. В 1938 году были опубликованы «Лекции по аналитической механике». В начале 1942 года Н.В. Розе был необоснованно репрессирован по сфальсифицированному делу «Союза старой русской интеллигенции» и умер в тюрьме 12 апреля 1942 года.

Член-корреспондент Академии наук СССР Илья Афанасьевич (Эфраимович) Кибель [6, 7] был выдающимся ученым, который внес очень большой вклад в механику и геофизику. Круг

исследований этого ученого был чрезвычайно широким – здесь и теоретическая гидромеханика, и динамическая метеорология, и математические модели климата и общей циркуляции атмосферы и океана. Но главным делом его жизни стало создание принципиально новых методов прогноза погоды, основанных на решении уравнений гидродинамики и термодинамики, того, что положило начало новому направлению в метеорологической науке – численным методам прогноза погоды. В годы пробуждения интереса И.А. Кибеля к метеорологии теория и практика прогнозов погоды была еще несовершенной. Как указывал С.А. Машкович [7], не случайно академик А.Н. Крылов, возглавлявший в годы Первой мировой войны Главную физическую (ныне Геофизическую) обсерваторию, вспоминая о своих контактах с синоптиками, написал, что есть науки точные – математика, физика, астрономия, а есть ещё астрология, хиромантия, метеорология. Работы И.А. Кибеля и были направлены на превращение метеорологии в научную дисциплину, стоящую в одном ряду с точными науками, а не среди астрологии и хиромантии. И именно Илье Афанасьевичу со временем этого удалось добиться. Кибель родился 19 октября 1904 года в городе Саратове в семье врача-окулиста Афанасия (Эфроима) Моисеевича. Его мать была фельдшером, она умерла, когда сыну было десять лет, в 1913 году, отец скончался в Ленинграде в 1938 году. Брат – Моисей – был расстрелян в 1939 году. Детство и юность И.А. Кибеля прошли в г. Саратове. Закончив школу, в 1921 году И.А. Кибель поступил на физико-математический факультет Саратовского университета, который успешно окончил, защитив дипломную работу на тему «Малые колебания сплошной среды». После окончания университета в Саратове он в 1925 году переезжает в Ленинград и, по рекомендации профессора А.А. Фридмана, поступает в аспирантуру в Главную физическую обсерваторию. Здесь разрабатывались и решались фундаментальные проблемы теоретической метеорологии. Научный коллектив этого бюро был очень сильным, здесь в 1920-тые годы работали выдающиеся ученые, например, будущие академики Н.Е. Кочин, В.А. Фок, А.А. Дородницын, П.Я. Полубаринова-Кочина. В последующие годы название этого подразделения несколько раз изменялось: Институт теоретической метеорологии (ИТМ), Отдел динамической метеорологии (ОДМ). В Математическом бюро Главной физической обсерватории и начал в 1925 году работать И.А. Кибель. Быстро войдя в круг про-

водимых здесь исследований, он уже в 1929 году защищает кандидатскую диссертацию на тему «Условия динамической возможности движения сжимаемой среды с притоком энергии», а затем и докторскую (1935 г.), и становится одним из ведущих ученых в области теоретической метеорологии. А в 1934 году И.А. Кибель возглавляет ИТМ – ОДМ. Научную работу Ильи Афанасьевича сочетал с педагогической: с 1929 года читал лекции по аэрогидродинамике в Ленинградском университете, сначала в качестве доцента, а с 1932 года в качестве профессора кафедры аэромеханики. Кроме того, в отдельные годы читал лекции в Пулковском, в Политехническом и Педагогическом институтах. Свою работу по теоретической метеорологии Кибель начал с упрощения системы уравнений, с удаления слагаемых, не имеющих погодообразующего значения. И нашел решение задачи в виде довольно простых формул, позволяющих сравнительно легко рассчитать прогноз давления на сутки. Эти результаты позднее были названы методом Кибеля. Из-за начавшейся войны работы по методу Кибеля временно приостановились, но затем возобновились уже в г. Свердловске, куда была эвакуирована Главная геофизическая обсерватория (ГГО), так теперь называлась Главная физическая обсерватория. А в 1943 году Кибель вместе с группой сотрудников был переведен в г. Москву в Центральный институт прогнозов, где он создал отдел динамической метеорологии. Мероприятие это имело целью активизацию исследований по «методу Кибеля» и применению этого метода в оперативной практике. Отдел динамической метеорологии Центрального института прогнозов под руководством Кибеля и стал центром исследований по численным методам прогнозов погоды и гидродинамической теории климата и общей циркуляции атмосферы. Он был человек увлекающийся, у него появился ряд других интересных идей и задач, им и отдавалось предпочтение. В это время Кибель готовил к переизданию учебник по теоретической гидромеханике, написанный им в соавторстве с Н.Е. Кочиним и Н.В. Розе. Обоих соавторов уже не было в живых, и на Илью Афанасьевича легла вся тяжесть этой работы. Он существенно переработал и дополнил книгу, почти заново написав разделы по пограничным слоям и по газовой динамике. Книга выдержала 6 изданий и была настольной для многих учащихся и специалистов. В 1946 году в США был разработан первый компьютер «ЭНИАК». И вскоре была опубликована первая статья (1950 год) о решении прогности-

ческой задачи с использованием компьютера. Была предложена модель краткосрочного прогноза в средней тропосфере, дан метод решения задачи и приведены первые результаты расчетов на компьютере, весьма обнадеживающие. Илья Афанасьевич прекрасно это понимал и прилагал большие усилия, чтобы получить возможность работать на компьютерах. К началу 50-х годов исследования в области динамической метеорологии подготовили почву для создания современных схем прогноза полей давления, температуры и крупномасштабных вертикальных движений во всей толще атмосферы. Наиболее существенные результаты в этой области были получены в работах Н. И. Булеева, Г. И. Марчука, И. А. Кибеля и М. И. Юдина.

Именно Кибель поручил С. Л. Белоусову разработку и реализацию сравнительно простой модели для прогноза в средней тропосфере, а С.А. Машковичу – реализовать на ЭВМ БЭСМ модель краткосрочного прогноза на разных уровнях, в том числе и на уровне моря. Кибель в 1957 году решил полностью перейти на работу в Институт прикладной геофизики АН СССР, где проработал до 1961 г. В Институте прикладной геофизики и в отделе динамической метеорологии Центрального института прогнозов были получены серьезные результаты, но внедрить их в оперативную практику «по-настоящему» всё же не удавалось. Было также понятно, что организовать оперативные расчеты прогнозов вне Гидрометслужбы нереально и нецелесообразно. И Кибель начал добиваться создания специализированного вычислительного центра, оснащенного высокопроизводительными ЭВМ. В этом существенную поддержку оказали академик Е.К. Федоров и директор вычислительного центра АН СССР академик А.А. Дородницын, помогла и Гидрометслужба. В 1961 году по постановлению правительства был создан Объединенный вычислительный метеорологический центр АН СССР и Гидрометслужбы. В этот вычислительный центр перешли из Института прикладной геофизики И.А. Кибель со своими сотрудниками, а из Центрального института прогнозов – большинство сотрудников отдела динамической метеорологии. Фактически Кибель стал научным руководителем этого вычислительного центра, хотя формально такого статуса у него не было. Илья Афанасьевич посвятил свою жизнь развитию динамической метеорологии и гидродинамических прогнозов погоды.

За время работы в отделе динамической метеорологии Центрального института прогно-

зов и в академических институтах И.А. Кибель подготовил немало высококвалифицированных специалистов. Список его учеников и сотрудников обширен: это академики Г.И. Марчук (президент АН СССР), А.С. Монин, А.С. Саркисян, А.А. Дородницын. Его деятельность обеспечила весьма высокий теоретический уровень работ по численным прогнозам погоды в СССР. Однако теоретические результаты по численным методам прогнозов всегда опережали возможности их реализации на компьютерах. И теперь впереди оказывался тот, кто располагал более мощными компьютерами.

В последние годы И.А. Кибель страдал тяжелой гипертонией. Скончался он от инсульта 5 сентября 1970 года и похоронен на Новодевичьем кладбище. Его плодотворная работа была отмечена государственными наградами: орденом Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени, в 1941 г. – Сталинской премией. В 1972 г. – премией им. А.А. Фридмана.

Также значительный вклад в развитие динамической метеорологии и гидродинамических методов прогнозов погоды внесла жена И.А. Кибеля – Блинова Екатерина никитична [8] – русский учёный-геофизик, член-корреспондент АН СССР, которая предложила численный метод долгосрочного прогноза погоды путем интегрирования уравнений гидротермодинамики атмосферы. Екатерина никитична Блинова родилась 7 декабря (по старому стилю 24 ноября) в станице Каменская (ныне город Каменск-Шахтинский), в Донецком округе, в Области Войска Донского. В 1928 году окончила Северо-Кавказский университет в Ростове-на-Дону. (В настоящее время – это Ростовский государственный университет).

С 1935 по 1943 год работала в Главной геофизической обсерватории, а с 1943 по 1958 год – в Центральном институте прогнозов в Москве. С 1958 по 1961 год продолжила свою научную деятельность в Институте прикладной геофизики. В 1961 году Екатерина Никитична была принята на должность заведующего отделом в Вычислительном метеорологическом центре, где проработала до самой своей смерти.

Продолжая работы Николая Евграфовича Кочина, Блинова в 1936 году детально исследовала условия устойчивости атмосферного фронта. С 1938 года занималась изучением общей циркуляции атмосферы. Разработала полную теорию лучистого равновесия в атмосфере. Ей удалось количественно объяснить существование центров действия атмосферы. Для этого Екатерина Никитична подробно изучила волновые возмущения,

возникавшие в общем восточно-западном потоке атмосферы. Тот же метод волн она использовала для количественного анализа макропроцессов атмосферы, например, зарождения и развития циклонов и антициклонов.

В 1943 году Блинова опубликовала работу «Гидродинамическая теория волн давления, температурных волн и центров действия атмосферы», которая положила начало гидродинамическому долгосрочному прогнозу погоды. Екатерина Никитична Блинова показала способы долгосрочного прогноза погоды при помощи интегрирования уравнения вихря, предложенного Александром Александровичем Фридманом, широко применяемого в настоящее время для численного прогноза погоды и ее численного моделирования, а также для решения других задач динамики атмосферы. Это был первый практический опыт долгосрочных прогнозов погоды. Е.Н. Блинова разработала гидродинамическую теорию волн давления и центров действия атмосферы и заложила основы для численных долгосрочных прогнозов погоды. Успехи вычислительной техники, появление первых советских вычислительных машин сделали возможным применение на практике многоуровневых, более совершенных схем краткосрочного прогноза, получивших название численных прогнозов погоды. Рабочие схемы численных прогнозов основных метеорологических элементов были подготовлены и испытаны В.В. Быковым,

С.Л. Белоусовым, Ш.А. Мусаеляном, П.К. Душкиным, Е.Г. Ломоносовым и другими учеными.

Выводы

Работы А.А. Фридмана, Н.Е. Кочина, Л.В. Келлера были первыми основными работами по динамической метеорологии в бывшем Советском Союзе. Развитие их идей другими сотрудниками Фридмана содержались в двухтомном курсе «Динамическая метеорология», вышедшем в 1935, а затем 1937 гг. под редакцией Н.Е. Кочина и Б.И. Извекова. В последующих работах курс теоретической метеорологии широко разрабатывался многими советскими метеорологами. К подобного рода работам можно отнести и двухтомник «Теоретическая гидромеханика» Н.Е. Кочина, И.А. Кибеля. Н.В. Розе. В 1948 г. вышла книга В.А. Белинского «Динамическая метеорология», а в 1955 – «Основы динамической метеорологии» Л.С. Гандина, Д.Л. Лайхтмана, Л.Т. Матвеева, М.И. Юдина. В 1976 году был опубликован учебник «Динамическая метеорология» под редакцией Д.Л. Лайхтмана. Все это говорит о том, что проблема совершенствования этой теоретической науки, а также прогнозов погоды путем применения математических методов получила большое развитие и продолжает успешно развиваться и углубляться, особенно с разработкой новых методов численного моделирования.

Литература

- 1 Куликов Г.И. Динамическая метеорология: учебное пособие.– Пермь: Пермский государственный университет, 1966. – Ч.1. – 273 с.
- 2 Томпсон Ф. Анализ и предсказание погоды численными методами. – М.: Изд-во иностр.лит., 1962. – 239 с.
- 3 Кудрявцев П.С. Курс истории физики. – М.: Просвещение, 1974. – 312 с.
- 4 Фридман А. А. Воспоминания. // В кн. П.Я. Кочина. – М.: Наука, 1974. – С.50-57.
- 5 Кочин Н. Е. Воспоминания. // В кн. П.Я. Кочина. – М.: Наука, 1974. – С.57-63.
- 6 Кибель И. А. – М.: Советская энциклопедия, 1969. – 3-е изд.
- 7 Машкович С.А. И.А. Кибель. К 110-летию со дня рождения. – М.: Семь искусств, 2014. – №11.
- 8 Блинова Е. Н. – М.: Советская энциклопедия, 1969. – 3-е изд.