

# КЛИМАТОЛОГИЯ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

**Уважаемые коллеги!**

Выпуск первого номера журнала по климатологии – хороший повод вспомнить истоки этой науки и основные вехи развития, осветить ее современные задачи.

Климатология, как географическая наука, всегда была связана с идеей типичности. Климат в трудах Р. Фишера, В.П. Кёппена, Б.П. Алисова, А.И. Воейкова и других ученых понимался как средняя погода, типичное состояние атмосферного процесса, а основным предметом исследования было его распределение в географическом пространстве.

Развитие физико-математических основ науки о климате долгое время шло независимо от географических аспектов. Фундаментальное значение парникового эффекта было обнаружено и осмыслено благодаря открытию Г.-Б. де Соссюра и трудам Ж.-Б. Ж. Фурье, Дж. Тиндалла и С.А. Аррениуса. Роль орбитальных факторов в формировании палеоклимата выявлена в трудах Дж. Гершеля, А. Гумбольдта и М. Миланковича. Теория влияния астрофизических факторов на климат Земли связана, прежде всего, с именем А.Л. Чижевского, который изучал циклы солнечной активности.

С образованием национальных гидрометеорологических служб, внедрением инструментальных методов измерения гидрометеорологических величин и ростом числа пунктов наблюдений перед климатологией открылись новые возможности. Они связаны с обработкой данных глобальных сетей наблюдений за атмосферой, поверхностными водами суши, океаном и криосферой, их анализом, изучением статистических свойств гидрометеорологических полей и процессов, выявлением пространственных закономерностей и временных трендов.



**А.В. Фролов**

Руководитель Федеральной службы  
по гидрометеорологии и мониторингу  
окружающей среды  
(Росгидромет)

Довольно быстро было установлено, что современный климат также не является статистически стационарным процессом и меняется на протяжении веков и десятилетий. Возникла задача объяснения причин этих изменений, а также оценки будущих изменений. Советский академик М.И. Будыко, опираясь на предшествующее развитие теории парникового эффекта, связал увеличение концентрации углекислого газа  $\text{CO}_2$  с ростом глобальной температуры и в 1972г. в своей работе «Влияние человека на климат» дал прогноз глобального антропогенного потепления вследствие роста содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере. Этот прогноз совершенно оправдался к настоящему времени.

Настоящей революцией в методах исследования климата стало применение моделей общей циркуляции атмосферы, основанных на уравнениях Навье-Стокса, записанных в сферической системе координат с учётом неадиабатических процессов переноса энергии в облачной среде и с учётом нелинейного взаимодействия атмосферы с неоднородной подстилающей поверхностью Земли.

Этот этап развития климатологии стал возможен благодаря трудам выдающихся отечественных учёных И.А. Кибеля, К.Я. Кондратьева, Н.Н. Моисеева, А.М. Обухова, Г.И. Марчука и зарубежных – В. Бьеркнеса, К.-Г. Россби, Дж. Чарни и многих других. Одна из первых глобальных климатических моделей была создана группой учёных в США под руководством С. Манабе. С помощью этой модели впервые в мире были выполнены численные эксперименты по оценке реакции климатической системы на изменение концентрации парниковых газов в атмосфере.

В дальнейшем климатические модели пополнились блоками общей циркуляции океана, морского льда, гидрологии суши и фотохимических процессов в атмосфере. На повестке дня стоит задача создания моделей системы планеты Земля, включающих помимо вышеперечисленных также блоки верхней атмосферы, аэрозольного состава атмосферы, растительного покрова и биосферы.

В России физически полные глобальные модели климатической системы созданы и развиваются в Институте вычислительной математики РАН и Главной геофизической обсерватории им. А.И. Всевикова Росгидромета. С помощью этих моделей можно исследовать физические механизмы формирования климата, оценивать вклад различных факторов, включая деятельность человека, в изменчивость и изменения современного климата.

К концу XX века по мере накопления научных знаний стали появляться мнения о том, что изменения климата в некоторых регионах могут иметь неблагоприятные и даже опасные последствия для здоровья населения, для природных и хозяйственных систем. Эта обеспокоенность вышла за границы

---

академического сообщества в общественность и правительственные круги.

Для подготовки взвешенных научных докладов о наблюдаемых и ожидаемых изменениях климата, их возможных воздействиях на человека, природу и мировую экономику Всемирной метеорологической организацией совместно с Программой ООН по окружающей среде в 1988г. была образована Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК). Сейчас в деятельности МГЭИК участвуют 195 стран. Основным информационным продуктом МГЭИК являются оценочные доклады. Они издаются периодически (раз в 5-7 лет) и содержат обобщение данных, представленных в научной литературе, о том, как меняется и будет меняться глобальный климат, каковы последствия этих изменений для природных и социально-экономических систем, а также, какие ответные стратегии возможны в области адаптации и смягчения антропогенных воздействий на климатическую систему.

МГЭИК осуществляет научное сопровождение выработки и выполнения международных климатических соглашений. Базовое международное соглашение в области климата было открыто к подписанию в 1992г. Это – Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК ООН). В его статье 2 была сформулирована в общем виде конечная цель соглашения: «...стабилизация концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему». Однако сами уровни названы не были. Лишь в 2009г. на Конференции сторон РКИК ООН в Копенгагене было достигнуто согласие по «глобальной цели» – отсутствие превышения (в течение климатически значимого времени) средней глобальной температуры в приповерхностном слое уровня 2°C относительно ее доиндустриального значения. Надо отметить, что это чисто «прагматическое» решение, не имеющее достаточного научного обоснования.

Пятый оценочный доклад МГЭИК, вышедший в свет в 2013-2014 годах, объясняет большую часть глобального потепления с середины XX века обогащением атмосферы парниковыми газами в ходе хозяйственной деятельности. В докладе указывается, что в течение XXI века влияние изменений климата будет усиливаться, если меры по ограничению антропогенного воздействия на климатическую систему Земли не будут приниматься или же будут недостаточно решительными. Меры адаптации могут смягчить отрицательные последствия изменений климата, но не могут решить проблему в целом без снижения антропогенного воздействия на климатическую систему.

Ведущими специалистами Росгидромета, РАН и Высшей школы в 2008 и 2014 годах были подготовлены два национальных

---

оценочных доклада об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Их выводы перекликаются с оценками МГЭИК. При этом отмечается в два раза более высокая скорость роста приземной температуры воздуха на территории Российской Федерации по сравнению со средней глобальной температурой, быстрое сокращение площади ледяного покрова в Северном ледовитом океане, что свидетельствует о необходимости разработки научно обоснованных мер адаптации секторов экономики и регионов к ожидаемым изменениям климата.

Таким образом, климатология, зародившись как географическая наука, стала наукой междисциплинарной. Помимо метеорологов, физиков, математиков, специалистов по вычислительной технике к решению её многочисленных проблем в настоящее время привлекаются экономисты, политологи, медики и учёные многих других специальностей.

Однако в Российской Федерации до сих пор нет специализированного периодического научного издания, посвященного проблемам современной климатологии. В связи с этим, Росгидрометом принято решение об организации издания нового научного журнала – «Фундаментальная и прикладная климатология». Надеюсь, что это издание станет эффективной дискуссионной площадкой для обсуждения упомянутых выше вопросов, будет стимулировать развитие новых научных подходов и способствовать привлечению молодых ученых к работе над проблемами фундаментальной и прикладной климатологии.

*Желаю редакции журнала, редакционному коллективу и, надеюсь, многочисленным авторам больших творческих успехов в получении новых знаний и их применении для решения практически важных задач!*