

УДК 551.581+910.1

А.В. Кислов¹, Д.Ю. Гущина²**НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ МИХАИЛА АРАМАЙСОВИЧА ПЕТРОСЯНЦА
(К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)**

В этом году исполняется 100 лет со дня рождения крупнейшего отечественного метеоролога, создателя российской школы тропической метеорологии, организатора метеорологической науки и педагога, заслуженного профессора Московского университета Михаила Арамаисовича Петросянца. М.А. Петросянец родился в 1919 г. в Андигане. Его научные интересы с молодости были связаны с геофизикой. В 1941 г. он с отличием окончил физико-математический факультет Среднеазиатского университета по специальности «Геофизика». В марте 1943 г. он был призван в армию и прошел путь от Днепра до Вены, за боевые заслуги награжден орденами и медалями. С 1948 по 1958 год Михаил Арамаисович работал в Институте математики и механики АН Узбекской ССР. Он прошел путь от младшего научного сотрудника до заведующего отделом. В конце 1958 г. перешел в систему Гидрометслужбы и был назначен директором Среднеазиатского научно-исследовательского гидрометеорологического института (САНИГМИ). В 1965 г. – защитил докторскую диссертацию: «Исследования влияния орографии на синоптические процессы и некоторые вопросы циклонической деятельности в Средней Азии». В 1967 г. был назначен директором Обнинского филиала Института прикладной геофизики. Координировал работы по тропической метеорологии в нашей стране, руководил национальными морскими экспедициями «Тропэкс-72» и «Тропэкс-74», последняя была национальным вкладом СССР в Международный Атлантический Тропический Эксперимент (АТЭП). В 1973–1981 гг. был директором Гидрометцентра СССР. В этот период все его усилия были направлены на переоснащение центра вычислительной техникой и графическими устройствами, совершенствование линии приема и обработки метеорологической информации. С 1981 по 2005 гг. был заведующим кафедрой метеорологии и климатологии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Здесь он развернул большую научную, педагогическую и организаторскую работу, опубликовал ряд важных исследований, отличающихся оригинальностью и новизной. Область научных интересов М.А. Петросянца была связана, главным образом, с прогнозированием погоды синоптически и гидродинамическими методами, тропической метеорологией и исследованиями муссона.

Ключевые слова: М.А. Петросянец, МГУ имени М.В. Ломоносова, синоптическая метеорология, тропическая метеорология

В этом году исполняется 100 лет со дня рождения крупнейшего отечественного метеоролога, создателя российской школы тропической метеорологии, заслуженного профессора Московского университета Михаила Арамаисовича Петросянца. Этого выдающегося ученого, организатора метеорологической науки и педагога по праву можно назвать гордостью не только Московского Университета, но и всей России.

Михаил Арамаисович Петросянец родился 4 декабря 1919 г. в Андигане в семье известного профессора-геофизика. Окончив с отличием среднюю школу в Ташкенте, в 1937 году поступил на физико-математический факультет Среднеазиатского университета и в 1941 году получил специальность геофизика. В 1942–1943 гг. преподавал математику и физику в средних школах Ташкента.

В марте 1943 г. был призван в армию, участвовал в боях при форсировании Днепра, в Корсунь-Шевченской, Умань-Христиновской и Яско-Кишиневской операциях, форсировании Дуная, взятии Будапешта, Дьера, Вены. За проявленное в боях личное

мужество был награжден медалями «За боевые заслуги», «За отвагу» и орденом Красной Звезды.

После демобилизации в декабре 1945 г. Михаил Арамаисович поступил в аспирантуру Ташкентского (бывшего Среднеазиатского университета). Одновременно работал в Ташкентской геофизической обсерватории, а с 1947 г. в отделе теоретической геофизики Института математики и механики АН УзССР. Заинтересовавшись в аспирантуре метеорологией, а точнее синоптикой, он стал изучать синоптические процессы над Средней Азией и в декабре 1948 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему «Циклоническая деятельность над Средней Азией», в которой исследовал процессы переваливания циклонов через горные хребты и их раздвоения у широтно-ориентированных хребтов на основе выдвинутой им идеи о масштабах орографических влияний на синоптические процессы.

В 1957 г. он был назначен начальником экспедиции на ледник Федченко, проводившейся по программе Международного геофизического года 1957–

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра метеорологии и климатологии, заведующий кафедрой, профессор, докт. геогр. н.; e-mail: avkisllov@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра метеорологии и климатологии, профессор, докт. геогр. н.; e-mail: dasha155@mail.ru

1958 гг., во время которой были организованы научные станции на языке (2800 м) и в фирновой зоне ледника (4900 м).

С 1948 по 1958 год Михаил Арамаисович работал в Институте математики и механики АН Узбекской ССР. Он прошел путь от младшего научного сотрудника до заведующего отделом. Это были годы развития фронтологического метода в задачах синоптической метеорологии и широкого оперативного внедрения анализа карт барической топографии в практику службы погоды. М.А. Петросянц вместе со своими учителями и коллегами (В.А. Бугаевым, В.А. Джорджио, Н.Н. Романовым и другими) занимался исследованием взаимосвязей региональных синоптических процессов в Средней Азии с циркуляцией как в соседних регионах, так и во всем Северном полушарии. Особое внимание М.А. Петросянц уделял учету влияния среднеазиатских горных массивов на циркуляцию воздушных масс. К концу 1950-х гг. ташкентскими синоптиками была создана одна из самых совершенных региональных классификаций атмосферной циркуляции, которая используется в прогнозах погоды по сей день. Из всего многообразия синоптических ситуаций были выделены три основные группы процессов – прорывы циклонов через юг Средней Азии (южнокаспийский, мургабский, верхнеамударьинский циклоны), холодные вторжения северо-западной четверти и волновая деятельность на холодном фронте. Подробно исследованы типичные летние процессы – термическая депрессия над пустынями Средней Азии и летний высотный антициклон над Тибетом, которому принадлежит важнейшая роль в формировании циркуляционного механизма летнего муссона всей Южной Азии [Петросянц, Джорджио, 1950]. Созданная типизация была настолько успешна, что через много лет активно применялась при метеорологическом обслуживании деятельности ограниченного контингента советских войск в Афганистане. Все метеорологическое обслуживание боевых операций (и особенно авиации) осуществлялось с использованием синоптических схем и прогностических приемов, разработанных учеными ташкентской школы.

На основании полученных результатов коллективом авторов была опубликована монография «Синоптические процессы Средней Азии» [Бугаев с соавт., 1957]. Одним из важнейших результатов стало определение ведущей роли динамики планетарной фронтальной зоны, как основного объекта атмосферы, который, в единстве с региональными особенностями территории (в первую очередь орографией), определяет развитие синоптических процессов. По инициативе Всемирной метеорологической организации (ВМО) в 1962 г. монография была издана на английском языке и разослана во все страны Азии. До сих пор она остается главным пособием по особенностям динамической климатологии Средней Азии.

В Ташкенте Михаил Арамаисович тесно контактировал с известным математиком-статистиком,

академиком Узбекской Академии наук Всеволодом Ивановичем Романовским, предложившим использовать цепи Маркова для анализа временной последовательности упомянутых выше синоптических процессов. Впоследствии его имя было присвоено Институту механики и математики, в котором долгое время проработал М.А. Петросянц.

В конце 1958 г. М.А. Петросянц перешел в систему Гидрометслужбы и был назначен директором Среднеазиатского научно-исследовательского гидрометеорологического института (САНИГМИ), организованного в 1958 г. на базе Ташкентской геофизической обсерватории. Кроме руководства большим научным коллективом, Михаил Арамаисович возглавлял научное направление, посвященное исследованию влияния горных массивов на синоптические процессы. Он организовал комплексную программу научных работ, а именно объединил синоптические исследования с экспедиционными работами, в которых проводился анализ мезо- и микроклиматических процессов. Таким образом, местные погодные условия связывались с крупномасштабной циркуляцией. Для того времени это был совершенно новый подход. В результате была создана фундаментальная классификация орографических воздействий на атмосферу в различных пространственных и временных масштабах, которая имеет универсальный характер и может применяться в любом горном районе [Петросянц, 1968]. Результаты проведенных исследований стали основой для докторской диссертации «Исследования влияния орографии на синоптические процессы и некоторые вопросы циклонической деятельности в Средней Азии», которую М.А. Петросянц защитил в 1965 г.

В начале 1960-х годов советская авиация решила крайне амбициозную для того времени задачу: установление постоянного авиационного сообщения Ташкент – Дели. Проблема состояла в том, чтобы преодолеть все горные системы Тибета и, наконец, Гималаи. При полете над Гималаями необходимо было пересечь струйное течение, где не только велики скорости ветра, но и развивается сильная болтанка. Михаил Арамаисович, будучи крупнейшим специалистом в области влияния орографии на циркуляцию атмосферы, согласился поработать бортовым синоптиком на Ил-18, и зимой 1963 г. провел наблюдения по всему маршруту за режимом ветра, облачностью и турбулентностью. В частности, он отметил, что в зимнее время на высоте 9–10 км постоянно наблюдались два очага сильной турбулентности в струйных течениях западного направления: первый – над хребтами Памиро-Алая, а второй, более сильный, – с южной стороны Гималаев [Петросянц, 1965]. Результаты этих уникальных исследований были использованы в «Руководстве по производству полетов над Центрально-Азиатским горным массивом».

В 1966 году М.А. Петросянца пригласили в Обнинск на должность директора Института экспериментальной метеорологии. В 1969 году ему было присвоено звание профессора.

М.А. Петросянц внес значительный вклад в изучение атмосферных процессов тропической зоны. Работы по изучению тропиков были начаты им в конце 60-х годов в Гидрометцентре СССР. В середине 60-х гг. в рамках ВМО началась разработка Программы исследования глобальных атмосферных процессов (ПИГАП), которую решили начать с исследования циркуляции в тропиках. Первым международным тропическим экспериментом ПИГАП стал Атлантический тропический эксперимент (АТЭП). В порядке подготовки к АТЭП в 1972 г. в тропиках Атлантики была проведена Межведомственная геофизическая экспедиция по программе национального Атлантического эксперимента СССР, получившая название ТРОПЭКС-72 (в ней участвовало шесть научно-исследовательских судов). Возглавить эту экспедицию было поручено М.А. Петросянцу.

В 1974 г. в тропической зоне Атлантического океана был проведен АТЭП, в котором приняли участие сотрудники метеорологических служб, университетов и академий наук из 70 стран; 39 судов под флагами 10 стран и 12 самолетов осуществляли наблюдательную программу. Вклад нашей страны в АТЭП был достаточно весомым. По программе АТЭП была организована Межведомственная экспедиция, названная ТРОПЭКС-74. Она включала 13 научно-исследовательских судов и судов погоды, два самолета-лаборатории, два полярно-орбитальных спутника «Метеор». Эту одну из самых масштабных (до настоящего времени) экспедиций также возглавлял М.А. Петросянц. Проведение АТЭП, несомненно, дало мощный толчок метеорологическим исследованиям в тропиках. Комплексная наблюдательная система, включающая наблюдения с геостационарных и полярно-орбитальных спутников, аэрологическое зондирование с судов в океане, самолетные измерения, метеорологические наблюдения, как стандартные, так и специализированные (аэростатное зондирование, измерения солнечной радиации и радиационное зондирование, пульсационные измерения потоков тепла и влаги, радиолокационные наблюдения за облачностью и измерение количества осадков), и, наконец, океанологические измерения, позволила создать уникальный, не имевший ранее аналогов массив данных. В результате был сделан целый ряд научных открытий. В частности, изучены динамика и энергетика внутритропической зоны конвергенции (ВЗК), структура восточных волн, мезомасштабных погодных систем и облачных скоплений, взаимодействие погодных систем с атмосферным солнечным приливом, получены данные о строении планетарного пограничного слоя в низких широтах, оценены потоки импульса, явного и скрытого тепла в приповерхностном слое, в том числе при развитой и размытой ВЗК, предложены методы параметризации конвекции и оценены вертикальные профили радиационных потоков [ТРОПЭКС-72, 1974; ТРОПЭКС-74, 1976; Тропические муссоны, 1988].

М.А. Петросянцем была предложена новая концепция формирования развитой и размытой ВЗК.

Именно он первым обратил внимание на то, что развитие облачных скоплений в ВЗК определяется крупномасштабным полем вертикальных движений в верхней половине тропосферы. Когда во всей тропосфере наблюдаются упорядоченные восходящие движения, возникают две ячейки циркуляции с восходящими ветвями в ВЗК. Восходящие движения способствуют разрешению влажной неустойчивости атмосферы и усиливают конвекцию – это развитая ВЗК. Если же в верхней тропосфере наблюдаются упорядоченные нисходящие движения, конвекция подавляется (размытая ВЗК). При этом вертикальные ячейки циркуляции в ВЗК, не имеют ничего общего с циркуляционными ячейками Хэдли, они не проявляются на масштабах среднемесячного или сезонного осреднения и являются типичным процессом синоптического масштаба. Именно в них происходят реальные переносы субстанций, они определяют развитие и разрушение облачных скоплений.

Петросянц М.А. одним из первых представил гипотезу о равноправности пассатной и муссонной циркуляции в тропиках. Как известно, глобальная система циркуляции в тропиках представлена пассатами, летним и зимним муссонами и внутритропической зоной конвергенции. По причинам исторического порядка, а также из-за желания объяснить механизм меридионального обмена моментом импульса укоренился взгляд на пассатную циркуляцию как на нормальную, а на муссонную циркуляцию как на крупномасштабное возмущение тропической тропосферы. М.А. Петросянц первым в мировой литературе назвал это представление ошибочным и аргументированно показал, что муссонная циркуляция столь же нормальна, как и пассатная. М.А. Петросянцем вместе с коллегами продемонстрировано, что единой циркуляционной схемы (эквивалентной теоретической ячейке Хэдли) в меридиональной плоскости не существует. М.А. Петросянц предложил ВЗК, образующуюся в области слияния пассатов Северного и Южного полушарий, называть пассатной, а возникшую в области муссонов – муссонной. Пассатная ВЗК образуется над океанами и характеризуется слиянием северо-восточного пассата Северного полушария и юго-восточного пассата Южного полушария. Муссонная ВЗК образуется в области слияния муссонного потока с пассатами. При этом никаких резких границ между пассатной и муссонной ВЗК не существует. В Восточной Атлантике, например, муссонная ВЗК плавно переходит в пассатную [Петросянц, 1987].

Долгое время М.А. Петросянца интересовало утверждение С.П. Хромова о том, что муссонная циркуляция, как в умеренных, так и в тропических широтах, является своеобразным проявлением циклонической деятельности. При этом С.П. Хромов указывал, что разделение муссонов на тропические и внетропические связано лишь с их локализацией, а не с генетическими различиями, т. е. он не видел разницы между циклонической деятельностью, определяющей муссонную циркуляцию во внетропи-

ческих широтах Азии, и циклонической деятельностью, определяющей индийский муссон. М.А. Петросянц в своей известной работе «Развитие представлений С.П. Хромова о муссонах» [Петросянц, 1985] подверг критике эти положения, продемонстрировав, что циклонические образования (муссонные минимумы и муссонные депрессии) относятся к классу тропических циклонов, являются в целом термически симметричными образованиями и не имеют, в отличие от циклонов умеренных широт, генетической связи с атмосферным фронтом. С этими возмущениями связано не более 50% летних муссонных дождей. Остальные осадки выпадают в квазиоднородном крупномасштабном потоке юго-западного муссона, преимущественно на наветренных склонах гор и при отсутствии в барическом поле каких-либо возмущений синоптического масштаба. При этом летние муссонные осадки в Приморском крае России практически полностью связаны с атмосферными фронтами и полярно-фронтальными циклонами.

В 1973 г. М.А. Петросянц по постановлению правительства был назначен директором Гидрометеорологического центра СССР. В этот период все его усилия были направлены на переоснащение центра вычислительной техникой и графическими устройствами, совершенствование линии приема и обработки метеорологической информации в рамках выполнения обязательств метеослужбы СССР по программе Первого глобального эксперимента ПИ-ГАП (ПГЭП) 1978–1979 гг. В Гидрометцентре СССР М.А. Петросянц в первую очередь активно развивал технологию прогнозирования погоды, рассматривая прогноз как непрерывно происходящий процесс. Для этого создавалась постоянно действующая технологическая линия. Она включала в себя глобальную систему сбора данных (состоящую из станционных наблюдений на суше, морских буев, аэрологического зондирования, погодных радиолокаторов, спутникового и самолетного зондирования), которые по каналам связи передавались в специализированные центры обработки гидрометеорологической информации. Далее выполнялся контроль их качества и объективный анализ, в результате которого происходит интерполяция данных в координатные узлы четырехмерного пространства–времени. Каждый временной срез служит начальным полем для численного прогноза метеорологических полей, осуществляемого путем решения системы уравнений термо- и гидромеханики. Первичные рассчитанные прогностические поля обрабатываются системой постпроцессинга, осуществляющего переинтерполяцию на разные координатные сетки и др. В следующем блоке информация превращается в продукт, который выдается экспертам для составления окончательного прогноза условий погоды. Отметим степень автоматизации этой технологии – человек участвует в ее деятельности только на первом (наблюдения на станциях) и последнем (экспертная оценка синоптика и составление прогноза условий погоды) этапах.

В 70-е годы Михаил Арамаисович становится ученым с мировым именем. В годы руководства АТЭП он приобрел международное признание. В Гидрометцентре СССР на заседаниях Ученого совета, возглавляемого М.А. Петросянцем, почитали за честь выступить с научными докладами ученые мирового уровня, такие как Г.И. Марчук, А.М. Обухов, Д. Смагоринский и др.

Отдельно необходимо отметить роль Михаила Арамаисовича Петросянца, как директора Гидрометцентра СССР, в осуществлении метеорологического обеспечения XX летних Олимпийских игр, проводившихся в Москве в 1980 г. Одним из первых важнейших вопросов организации Олимпиады был выбор оптимальных с климатической точки зрения сроков проведения Игр. Согласно предложению М.А. Петросянца оптимальный период проведения Олимпиады-80 (19 июля–3 августа) определялся в предположении нестационарности климата, что для конца 70-х прошлого века являлось совершенно новым научно-методологическим подходом.

Обязанностью М.А. Петросянца были регулярные доклады правительству о погодных условиях в период Олимпиады. Под его руководством осуществлялось специальное метеорологическое обслуживание всех спортивных объектов Олимпиады, включавшее в себя детальные метеорологические наблюдения и специализированные краткосрочные прогнозы для городов, принимавших Олимпиаду.

40 лет тому назад мезомасштабных моделей высокого разрешения, систем наукастинга, наджинга и др. не существовало. Поэтому пионерские прогностические разработки отечественной гидрометеорологической службы, выполненные под руководством М.А. Петросянца, стали необходимыми компонентами в задаче метеообеспечения Олимпиады-80. В частности, были разработаны эмпирические приемы пересчета стандартных синоптических прогнозов погоды в прогнозы элементов ветрового режима непосредственно в Лужниках. Для этого синоптики утром оценивали согласованность за предшествующий день прогнозов скорости и направления ветра с фактическими данными датчиков, специально установленных в разных точках стадиона, и корректировали прогностические данные на текущий день. В условиях жесткого дефицита времени специально для водных видов спорта были разработаны схемы интерпретации прогноза скорости ветра в характеристики волнения на гребном канале в Крылатском. В очередной раз целесообразно отметить быстрое методическое и оперативное решение, найденное М.А. Петросянцем и его коллегами при отсутствии привычных сейчас автоматизированных схем пересчета ветрового форсинга, являющегося результатом интегрирования мезомасштабной или региональной модели, в параметры волнения водной поверхности. Соревнования прошли без сбоев.

Отдельным спецзаданием Гидрометцентра СССР стало обеспечение знаменитого полета Олимпийского Мишки на церемонии закрытия Олимпиады. Подробные прогнозы были составлены как

для всех пробных запусков Мишки, так и для дня закрытия Олимпиады. Непосредственно перед отлетом Мишки со стадиона Лужники 3 августа 1980 г. был осуществлен запуск трех шаров пилотов, позволивших определить траекторию полета олимпийского талисмана.

В 1981 г. М.А. Петросянца пригласили в Московский государственный университет, где он стал заведующим кафедрой метеорологии и климатологии на географическом факультете. Здесь он развернул большую научную, педагогическую и организаторскую работу, опубликовал ряд важных исследований, отличающихся оригинальностью и новизной. Прежде всего к ним относятся работы по тропической тематике, интерес к которой у него возрос после успешного проведения атлантических экспедиций. М.А. Петросянец создал и долгие годы руководил школой тропической метеорологии в Московском университете. В рамках этой школы им разработан и с успехом читался более 20 лет новый учебный курс «Тропическая метеорология»; опубликовано свыше 200 работ, в том числе пять коллективных монографий по тропикам; под его руководством и при его консультации защищено 10 докторских и более 50 кандидатских диссертаций, большая часть которых связана с тропической и субтропической тематикой.

Продолжая и развивая исследования, начатые в АТЭП, М.А. Петросянцем впервые в России был проведен детальный анализ восточных волн в тропической Атлантике [Петросянец и др., 1983] и показана их тесная связь с процессами в ВЗК и тропическими ураганами Карибского бассейна.

М.А. Петросянец установил, что характер распределения дивергенции и вертикальных движений, а также осадков со всей очевидностью показывает, что передняя часть восточной волны формирует развитую ВЗК, а тыловая часть ложбины и передняя часть гребня – размытую ВЗК. М.А. Петросянец первым показал, что между пассатной волной Рилиа и восточной волной имеются принципиальные различия. В пассатной волне Рилиа облачность и осадки характерны для тыловой части волны, а в восточной волне – для передней части. Пассатная волна Рилиа развивается в сравнительно однородном пассатном потоке, в восточной волне обязательно участвуют северо-восточный пассат Северного полушария и юго-восточный пассат Южного полушария, пересекающий экватор и ставший юго-западным. Поэтому называть все восточные волны синоптического масштаба в тропиках пассатными, как это делается во многих учебниках, недопустимо. Также М.А. Петросянцем было установлено, что передняя часть ложбины в восточном переносе наиболее благоприятна для возникновения тропических депрессий, в том числе и превращающихся в тропические циклоны.

Значительные достижения были получены в области изучения тропического циклогенеза. Петросянец М.А. совместно с Семеновым Е.К. определил индивидуальный потенциал зарождения (ИПЗ)

тропических циклонов, учитывающий относительную завихренность и горизонтальную дивергенцию крупномасштабных потоков [Петросянец, Семенов, 1995]. Его увеличение в среднем на сутки опережает минимум давления, что служит важным прогностическим признаком интенсификации тропической депрессии и ее превращения в тропический шторм. Этот индекс показывает, что для углубления тропической депрессии необходимо существование крупномасштабной конвергенции и циклонической завихренности в нижней тропосфере (поверхность 900 гПа), а также дивергенции и антициклонического вихря в верхней тропосфере (поверхность 200 гПа). Наличие такой системы синоптического масштаба в атмосфере тропиков обеспечивает приток влаги в нижних слоях, резкую активизацию восходящих движений в области циклонического вихря и интенсивную конденсацию с выделением теплоты фазовых переходов, что в конечном итоге ведет к усилению тропического циклона и падению давления в его центре.

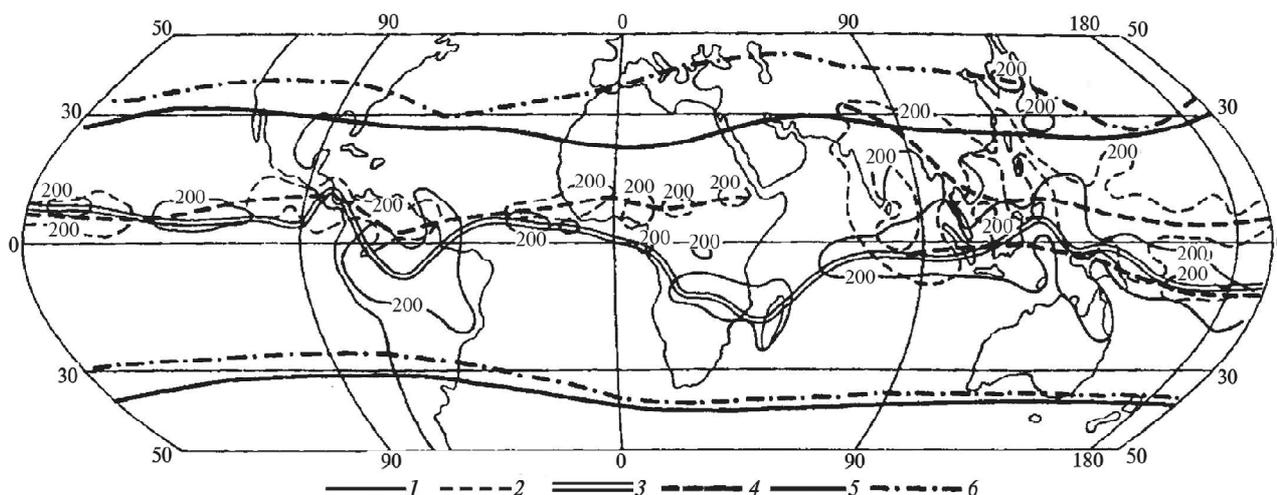
В тропической метеорологии существовала еще одна проблема, имеющая принципиальное значение, оригинальное решение которой было выполнено М.А. Петросянцем. Это проблема определения границ тропической зоны. Строгих границ в атмосфере не существует и поэтому любая линия имеет условный характер, разделяя области преобладания определенных процессов. С этой точки зрения строгие геометрические границы, такие, как тропики Рака и Козерога, или 30° широты, конечно, не отражают различия между циркуляциями умеренных широт и тропиков. Не является точным и определение Э. Пальмена и Ч. Ньютона, проводившим границу через середину субтропических антициклонов, поскольку над Евразией субтропический антициклон отсутствует. Трудно принять и подход Г. Рилиа, разделявшего регионы по знаку зональных ветров (западные в умеренных широтах и восточные в тропиках), поскольку не во всех районах тропиков наблюдаются пассатные восточные потоки. М.А. Петросянец предположил, что значительно более обоснованной и естественной будет граница, определяемая как средняя линия между высотой, обращенной к полюсам тропической тропопаузы, и высотой, обращенной к экватору тропопаузы умеренных широт, осредненной для соответствующего месяца и сезона. Действительно, высота соответствующей тропопаузы представляет собой интегральный итог радиационных, конвективных и динамических процессов, развивающихся в тропиках или в умеренных широтах. Перенос тропопаузы при меридиональных движениях (тропической – в умеренные широты, а умеренных широт – в тропики) при осреднении будет приводить к тому, что в первом случае ширина тропической зоны будет увеличиваться, а во втором случае уменьшаться. Это связано с тем, что тропопауза при меридиональных движениях воздушных масс некоторое время сохраняет свои свойства, пока не достигнет новых условий конвективного равновесия в тропосфере и радиационного равновесия в

стратосфере. Осредняя для каждого месяца на каждом меридиане широту локализации тропической тропопаузы и тропопаузы умеренных широт, можно получить границу раздела между тропической и умеренной зонами, т. е. границу тропической зоны. От зимы к лету граница тропической зоны, проведенная по методу Петросянца, смещается к полюсам, причем наибольшее смещение наблюдается в Северном полушарии над материками. В Южном полушарии сезонное смещение границы тропической зоны невелико (рис. 1). Эти результаты были опубликованы в работе «Синоптическая метеорология тропиков» [Петросянец, 1987].

В последнее десятилетие научная деятельность М.А. Петросянца была посвящена изучению крупнейшей климатической осцилляции на межгодовых масштабах – явлению Эль-Ниньо-Южное колебание (ЭНЮК). При этом М.А. Петросянец рассматривал проблему прежде всего в контексте долгосрочного прогнозирования погоды, т. е. возможного воздействия ЭНЮК на аномалии погоды и климата в умеренных широтах. Для количественной характеристики взаимосвязи глобальных воздушных течений с процессами в тропической зоне М.А. Петросянцем (совместно с Д.Ю. Гушиной) был предложен метод описания атмосферных движений с помощью нового индекса циркуляции – циркуляции скорости ветра по кругу широты или контуру центров действия атмосферы [Петросянец, Гушина, 1998]. Предложенный метод представляет, по существу, новый путь исследования взаимодействия океана и атмосферы, основанный на анализе обобщающего индекса циркуляции, характеризующего основные черты глобального распределения циркуляции атмосферы. С помощью нового метода были оценены временная и пространственная изменчивость границы между западным переносом в умеренных

широтах и восточным переносом в тропиках, ширина зоны восточного переноса, определен оптимальный временной масштаб влияния аномалий температуры Тихого океана в районе Эль-Ниньо на циркуляцию атмосферы в тропиках и умеренных широтах. Также было показано, что предложенный индекс тесно связан с аномалиями погоды (температуры и осадков) в умеренных широтах как в центрах действия атмосферы, так и в подвижных циклонах Атлантического и Тихоокеанского секторов. Учитывая тот факт, что средние поля ветра современными моделями часто рассчитываются лучше, чем поля температуры и осадков, возможно использовать данные об аномалиях циркуляции по контурам подвижных циклонов и центров действия атмосферы как предиктор аномалий температуры и осадков в их пределах. Кроме того, было выявлено, что введенный индекс является показателем, удобным для тестирования моделей общей циркуляции атмосферы, так как позволяет, с одной стороны, значительно уменьшить объем исследуемой информации, а с другой стороны, описать основные особенности глобальной циркуляции атмосферы. Ряд важных результатов (по пространственно-временным особенностям метеорологических полей, связи ЭНЮК с другими атмосферными явлениями, и др.), опубликован в коллективной монографии «Циркуляция атмосферы в тропиках: климат и изменчивость» [Петросянец с соавт., 2005].

Важным, но, к сожалению, не доведенным до широкой общественности результатом стало развиваемое в последние годы научной деятельности М.А. Петросянца представление о том, что явления, формально относимые к ЭНЮК, на самом деле могут различаться по структуре и генезису. Эти взгляды послужили предтечей современных представлений, согласно которым ЭНЮК разделяются на «восточные ЭНЮК» и «центральные ЭНЮК».



Положение внутритропической зоны конвергенции и границы тропической зоны в январе и июле [Петросянец, 1987]: 1, 2 – изогипта 200 мм в январе и июле соответственно; 3, 4 – положение ВЗК в январе; 5, 6 – граница тропической зоны в январе и июле соответственно

Position of the Inter-Tropical Convergence Zone and the tropical zone boundaries in January and July respectively: 1, 2 – 200 mm isohyet for January and July respectively; 3, 4 – position of the Inter-Tropical Convergence Zone in January and July respectively; 5, 6 – the tropical zone boundary in January and July respectively

Самым же главным делом своей педагогической работы в МГУ М.А. Петросянц считал чтение лекций по основам метеорологии и климатологии для общего потока студентов-географов на 1-м курсе географического факультета МГУ. За последнюю четверть века на его лекциях постигали азы науки более пяти тысяч студентов факультета. К ним следует прибавить еще многих студентов других российских и зарубежных вузов, изучающих метеорологию и климатологию по замечательному учебнику, написанному С.П. Хромовым и М.А. Петросянцем и выдержавшему шесть переизданий [Хромов, Петросянц, 2004]. Именно за этот учебник Михаилу Арамаисовичу была присуждена премия им. Д.А. Анучина.

Большую педагогическую и научную работу М.А. Петросянц сочетал с общественной деятельностью. Он был членом ученого совета географического факультета МГУ и диссертационного совета Гидрометцентра РФ, председателем аспирантской комиссии ученого совета географического факультета МГУ и председателем диссертационного совета МГУ по метеорологии, гидрологии и океанологии. Долгие годы он входил в состав ученого совета по наукам о Земле Высшей Аттестационной Комиссии, с 1995 по 1998 г. – в состав экспертного совета Российского фонда фундаментальных исследований. М.А. Петросянц активно работал в редколлегиях журналов «Известия РАН. Физика атмосферы и океана», «Метеорология и гидрология», «Вестник Московского университета. Сер. 5. География». Будучи председателем гидрометеорологической секции Учебно-методического объединения университетов России, М.А. Петросянц проводил большую работу по совершенствованию высшего образования в стране. Во всех этих организациях

Михаил Арамаисович неизменно выступал в интересах развития российской науки и образования.

М.А. Петросянц много сделал для повышения авторитета российской науки за рубежом. Он активно работал в международных организациях, был членом комиссии Всемирной метеорологической организации, входил в оргкомитет по реализации Программы исследований глобальных атмосферных процессов и в оргкомитеты экспериментов ПИГАП, был членом бюро Координационного национального совета по советскому участию во Всемирной программе исследования климата. Михаил Арамаисович многократно представлял отечественную науку за границей на конференциях. В общей сложности он посетил 26 стран.

Диапазон научных интересов М.А. Петросянца не ограничивался метеорологией. Его, например, интересовала философская сторона творчества персидского поэта и математика Омара Хайяма – он исследовал его знаменитые четверостишия. М.А. Петросянц любил и знал музыку, прекрасно играл на фортепьяно. Михаил Арамаисович очень любил творчество Леонардо да Винчи и Людвиг ван Бетховена.

Более чем полувекровая трудовая деятельность М.А. Петросянца отмечена высшими государственными наградами: орденами Ленина, Октябрьской революции и многочисленными медалями и грамотами. В 1991 г. М.А. Петросянцу было присвоено звание «Заслуженный деятель науки РСФСР».

Михаил Арамаисович Петросянц пользовался всеобщим уважением и любовью как человек высоких моральных качеств, талантливый педагог, крупный ученый, добрый, внимательный и отзывчивый человек. М.А. Петросянц был олицетворением российского ученого-патриота. Мы надеемся, что память о нем сохранится в будущих поколениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бугаев В.А., Джорджио В.А., Козик Е.М., Петросянц М.А. и др., Синоптические процессы Средней Азии. Ташкент: Изд. АН УССР, 1957. 535 с.

Петросянц М.А. Аэровизуальные наблюдения на трассе Ташкент–Дели 11 и 14 декабря 1963 г. // Метеорология и гидрология. 1965. № 7. С. 27–31.

Петросянц М.А. Влияние орографии на общую циркуляцию атмосферы // Метеорологические исследования. М.: Наука, 1968. № 16. С. 210–238.

Петросянц М.А. Развитие представлений С.П. Хромова о муссонах // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1985. № 5. С. 10–16.

Петросянц М.А. Синоптическая метеорология тропиков // Достижения в области гидрометеорологии и контроля природной среды. Л.: Гидрометеиздат, 1987. С. 129–158.

Петросянц М.А., Гущина Д.Ю. Крупномасштабное взаимодействие глобальной циркуляции атмосферы с температурой поверхности экваториальной части Тихого океана // Метеорология и гидрология. 1998. № 5. С. 5–24.

Петросянц М.А., Джорджио В.А. Летний антициклон над Тибетом // Докл. АН УзССР. 1950. № 8. С. 27–33.

Петросянц М.А., Семенов Е.К. Индивидуальный потенциал зарождения тропических циклонов // Изв. РАН. Сер. Физика атмосферы и океана. 1995. Т. 31. № 3. С. 347–355.

Петросянц М.А., Семенов Е. К., Гущина Д.Ю. и др. Циркуляция атмосферы в тропиках: климат и изменчивость. М.: МАКС-Пресс, 2005. 670 с.

Петросянц М.А., Фалькович А.И., Широкова-Брюхова Т.Е. Восточные волны в тропиках // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1983. № 5. С. 73–78.

Тропические муссоны. ПГЭП. Т. 9. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 338 с.

ТРОПЭКС-72. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 737 с.

ТРОПЭКС-74. Т. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 749 с.

Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2004. 584 с.

Поступила в редакцию 13.06.2019

После доработки 28.06.2019

Принята к публикации 28.06.2019

A.V. Kislov¹, D.Yu. Gushchina²

**SCIENTIFIC HERITAGE OF MIKHAIL ARAMAIISOVICH PETROSSIANTS
(ON THE OCCASION OF CENTENARY OF HIS BIRTH)**

This year we celebrate centenary of the birth of Mikhail Aramaisovich Petrossiants - Honored Professor of the Moscow University, who was the prominent Russian meteorologist, founder of the Russian school of tropical meteorology and organizer of meteorological science. M.A. Petrossiants was born in 1919 in Andijan. From his younger days he was interested in geophysics. In 1941 he graduated the Faculty of Physics and Mathematics of the Central Asian University, majoring in geophysics. In March 1943 he joined the Red Army participating in combat from the Dnieper to Vienna and was awarded orders and medals. From 1948 to 1958 working at the Institute of Mathematics and Mechanics of the Academy of Sciences of the Uzbek SSR Mikhail Aramaisovich progressed from junior researcher to the Head of Department. At the end of 1958 he started working in the hydrometeorological service and was appointed the Director of the Central Asian Research Hydrometeorological Institute (SANIGMI). In 1965 he defended the doctoral dissertation: «Investigation of the influence of topography on synoptic processes and cyclonic activity in Central Asia». In 1967 he was appointed Director of the Obninsk Institute of Applied Geophysics. He coordinated the projects on tropical meteorology in the USSR and headed the «TROPEX-72» and «TROPEX-74» national climate experiments, the latter being the USSR national contribution to the International Atlantic Tropical Experiment (ATEP). In 1973–1981 he was the Head of the Hydrometeorological Center of the USSR. During this period, he focused on the modernization of computing machinery and graphics devices and the improvement of meteorological data receipt and processing. From 1981 to 2005 he was the Head of the Department of Meteorology and Climatology of the MSU Faculty of Geography. He made notable contribution to the development of scientific, educational and managerial activities and published a number of important research works of high originality and novelty. His research interests were mainly focused on weather forecast via synoptic and hydrodynamic methods, tropical meteorology and monsoon investigations.

Key words: synoptic meteorology, tropical meteorology, M.A. Petrossyants, Lomonosov Moscow State University

REFERENCES

- Bugaev V.A., Dzhordzhio V.A., Kozik E.M., Petrosyanc M.A. *i dr.*, Sinopticheskie processy Srednej Azii [Synoptical processes in Middle Asia]. Tashkent: Izd.AN USSR, 1957. 535 p. (in Russian)
- Hromov S.P., Petrosyanc M.A. Meteorologiya i klimatologiya [Meteorology and climatology]. M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 2004. 584 p. (in Russian)
- Petrosyanc M.A. Aerovizual'nye nablyudeniya na trasse Tashkent–Deli 11 i 14 dekabrya 1963 g. [Aerovisual observations on the itinerary Tashkent-Delhi 11 and 14 of December 1963] // Meteorologiya i gidrologiya. 1965. № 7. P. 27–31. (in Russian)
- Petrosyanc M.A. Razvitie predstavlenij S.P. Hromova o mussonah [Development of S.P. Chromov monsoon concepts] // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geogr. 1985. № 5. P. 10–16. (in Russian)
- Petrosyanc M.A. Sinopticheskaya meteorologiya tropikov [Synoptical meteorology of Tropics] // Dostizheniya v oblasti gidrometeorologii i kontrolya prirodnoj sredy. L.: Gidrometeoizdat, 1987. P. 129–158. (in Russian)
- Petrosyanc M.A. Vliyanie orografii na obshchuyu cirkulyaciyu atmosfery [Influence of orography on the large-scale circulation of atmosphere] // Meteorologicheskoe issledovaniya. M.: Nauka, 1968. № 16. P. 210–238. (in Russian)
- Petrosyanc M.A., Dzhordzhio V.A. Letnij anticiklon nad Tibetom [Summer Tibet high] // Dokl. AN UzSSR. 1950. № 8. P. 27–33. (in Russian)
- Petrosyanc M.A., Fal'kovich A.I., Shirokova-Bryuhova T.E. Vostochnye volny v tropikah [Easterly waves in Tropics] // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geogr. 1983. № 5. P. 73–78. (in Russian)
- Petrosyanc M.A., Gushchina D.YU. Krupnomasshtabnoe vzaimodejstvie global'noj cirkulyacii atmosfery s temperaturoj poverhnosti ekvatorial'noj chasti Tihogo okeana [Large-scale interaction of global atmosphere circulation with sea surface temperature of equatorial Pacific] // Meteorologiya i gidrologiya. 1998. № 5. P. 5–24. (in Russian)
- Petrosyanc M.A., Semenov E.K., Gushchina D.YU. *i dr.* Cirkulyaciya atmosfery v tropikah: klimat i izmenchivost' [Atmosphere circulation in Tropics: climate and variability]. M.: MAKSPress, 2005. 670 p. (in Russian)
- Petrosyanc M.A., Semenov E.K. Individual'nyj potencial zarozhdeniya tropicheskikh ciklonov [Individual potential of tropical cyclones] // Izv. RAN. Ser. Fizika atmosfery i okeana. 1995. T. 31. № 3. P. 347–355. (in Russian)
- TROPEKS-72 [TROPEX-72]. L.: Gidrometeoizdat, 1974. 737 p.
- TROPEKS-74 [TROPEX-74]. T. 1. L.: Gidrometeoizdat, 1976. 749 s.
- Tropicheskie mussony [Tropical monsoons]. PGEP. T. 9. L.: Gidrometeoizdat, 1988. 338 p.

Received 13.06.2019

Revised 28.06.2019

Accepted 28.06.2019

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Meteorology and Climatology, Head of the Department, Professor, D.Sc. in Geography; *e-mail:* avkislov@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Meteorology and Climatology, Professor, D.Sc. in Geography; *e-mail:* dasha155@mail.ru