Комментарий к докладу А.М. Макарьевой «Биотический насос атмосферной влаги и конденсационная динамика атмосферы»

Вопросы оценки роли лесов в процессах тепловлагообмена подстилающей поверхности с атмосферой и их вклада во влагооборот разного пространственного масштаба были сформулированы достаточно давно. В 1950-е эта проблема была предметом бурных научных дискуссий и в большой степени инициировала исследования теплового и радиационного баланса лесов и других типов подстилающей поверхности (Будыко, 1956; Дзердзеевскийи и Раунер, 1960; Дроздов, 1969; Раунер, 1972; Росс, 1975; Руднев, 2003; Панин 1985; Панин и Бернховер, 2008). Первостепенной задачей этих исследований были непосредственные измерения, т.е. получение необходимого набора *эмпирических данных*.

Внимательное отношение к эмпирическим данным и их корректный анализ всегда был основой исследований географов, климатологов и представителей других наук, направленных на изучение процессов в на поверхности Земли и в приземном слое атмосферы. Описательные и весьма фрагментарные данные позволили Геродоту в V в. до н.э. выделить пять зон Земли, тропическую, две умеренные и две полярные. В 1836 г. Александр Гумбольдт в своем труде «География растений», связал климатические и растительные зоны Земли. В.В. Докучаев в книге «Учение о зонах природы» выделяет горизонтальные и вертикальные почвенные зоны». В середине прошлого столетия исследуя причины и факторы зональности А.А. Григорьев и М.И. Будыко пришли к выводу, что распределение климатических и природных зон определяется, соотношением тепла и влаги, точнее, отношением радиационного баланса к количеству тепла, необходимого для испарения годовой суммы осадков. Эти *закономерности* не оставляют сомнения в том, что леса растут там, где они обеспечены достаточным количеством тепла и осадков, а не наоборот.

Приведенное в докладе А.А. Макарьевой «Биотический насос атмосферной влаги и конденсационная динамика атмосферы» сравнение соотношений осадков над океаном и над материками – над Северной Евразией и Австралией, которое расцениваться как доказательство обратного, некорректно, прежде всего, потому что игнорирует описанные закономерности. Атмосферная циркуляция определяет обеспеченность осадками – в субтропическом поясе высокого давления, с господством антициклона и нисходящих потоков, над Австралией, и на севере Евразии, в зоне умеренной широт, она, очевидно, разная. В описании общей циркуляции атмосферы, продемонстрированном автором доклада, отсутствуют представления о *разных типах воздушных масс, о горизонтальном переносе, о фронтогенезе, о мезомасштабных вихрях – циклонах и антициклонах*. Уже давно известно, и этот факт подтвержден эмпирическими данными, что основным источникам осадков в зоне умеренных широт являются циклоны. Вклад внутримассовой конвекции, т.е. внутреннего влагооборота, к которому и следует отнести влияние залесенных территорий, на 1-2 порядка меньше.

Уместно вспомнить, что дискуссия о роли лесов во внутреннем влагообороте не нова. В 50-х годах бурное обсуждение этой темы проходило в стенах Института географии (Тишков, 2008). Оппонентами В.В. Цинзерлинга, яркого ученого-географа, автора выдающихся для того времени публикаций о последствиях орошения на Аму-Дарье, который отстаивал идею климатообразующей роли лесов и потерпел поражение в

этом споре, были М.И. Будыко, О.А. Дроздов, С.П. Хромов, Я.Х. Погосян. Это были специалисты, глубоко знающие предмет дискуссии, некоторые из них, например С.П. Хромов, имели огромный опыт руководства оперативными синоптическими прогнозами, а также многолетних научных исследований и фундаментальных трудов по синоптической метеорологии. В ходе дискуссии тогда критиковалась позиция М.И. Будыко, который «опираясь на свои расчеты и выводы некоторых американских геофизиков в 1937-1938 гг. отстаивал полное доминировании океанических осадков». Критиковали М.И. Будыко и за алармизм, когда в середине 1960-х годов он сделал заключение "о неизбежности при продолжении современных тенденций развития энергетики и промышленности крупного изменения глобального климата в сторону потепления, которое произойдет в ближайшие десятилетия". Сейчас мы стали свидетелями того, как этот прогноз оправдывается. Можно было бы считать это предвидением, но несомненно, за этим стоят *точные оценки энергетических потоков и понимание атмосферных процессов*. В дискуссии о внутреннем влагообороте, очевидно, проявились эти же глубокие знания. При этом, в середине 1950-х практически не было эмпирических данных о соотношении потоках тепла и влаги над разными типами подстилающей поверхности.

С 1960-х начинается активное изучение компонентов теплового баланса, в том числе испарения и потоков явного и скрытого тепла на разных типах поверхности суши. Сначала это были разрозненные натурные измерения, позднее – масштабные эксперименты. Оценки энергетических потоков с залесенных территорий, полученные в ходе эксперимента КУРЭКС, проведенного на базе Института географии РАН в 1987 г., и более поздних экспериментов в начале 2000-х гг. с применением современных методик и усовершенствованной измерительной аппаратуры, практически не различаются (Панин и Бернховер, 2008). Это показывает, что в основе параметризации турбулентных потоков с различных типов поверхности суши, в том числе с залесенных территорий, в оперативных прогностических моделях, а также моделях климата и общей циркуляции атмосферы, лежат *надежные эмпирические оценки*. Эти оценки полностью соответствуют сформированным представлениям о вкладе внутреннего влагооборота и роли лесов в его формировании.

Рассуждая о качестве воспроизведения осадков в численных моделях, которое послужило мотивацией исследования, представленного в докладе А.А. Макарьевой, нельзя не принимать во внимание, что эти ограничения в моделях климата и общей циркуляции атмосферы связаны с недостаточным пониманием *механизмов внутренней климатической изменчивости* и описанием ее основных факторов – аномалий температуры поверхности океана и площади арктических морских льдов. Именно с внутренней климатической изменчивостью связано формирование аномалий крупномасштабной атмосферной циркуляции, прохождение циклонов и антициклонов, их стационирование, т.е. основных факторов изменчивости атмосферных осадков и их пространственного распределения в умеренных широтах.

Оперативные региональные прогнозы, безусловно, нуждаются в точном описании внутреннего влагооборота, в первую очередь, вклада внутренних водоемов. Такие схемы разрабатываются и внедряются (Степаненко, Лыкосов, 2005) в прогностические модели. Учет вклада залесенных территорий, вероятно, также будет способствовать улучшению прогноза внутримассовых осадков в летний период, но их вклад проявляется локально и незначителен по сравнению с фронтальными осадками.

Сказанное выше не умаляет огромную ценность лесов, их средообразующую роль лесов, их значение для природы и человека. Безусловно, необходимо продолжать научные

исследования, в том числе и изучение вклада лесов во влагооборот. Важно изучать историю этой проблемы, осваивать огромный научный опыт, накопленный предшественниками, не только в конкретном направлении, но и в смежных областях исследований, и постоянно сверять теоретические изыскания с эмпирическими данными.

В.В.Попова
к.г.н, в.н.с. Лаборатории климатологии
Института географии РАН

Будыко М.И. Тепловой баланс земной поверхности. – Л.:Гидрометеоиздат. 1956. 255 с.

Дзердзеевский Б.Л., Раунер Ю.Л. Состояние и задачи исследования теплового баланса леса // Тепловой и водный режим земной поверхности. – Л.:Гидрометеоиздат. 1960. С. 29-41.

Григорьев А. А. и Будыко М. И., О периодическом законе географической зональности, «Докл. АН СССР», 1956, т. 110.

Панин Г.Н. Тепло- массобмен между водоемом и атмосферой в естественных условиях – М.: Наука. 1985. 206 с.

Панин Г.Н., Бернховер Х. Параметризация турбулентных потоков. Изв. РАН.Физика атмосферы и океана. 2008, Т 44, № 6.

Раунер Ю.Л. Тепловой баланс растительного покрова. – Л.:Гидрометеоиздат. 1972. 210 с.

Росс Ю.К. Радиационный режим и архитектоника растительного покрова. – Л.:Гидрометеоиздат. 1975. 342 с.

Руднев Н.И. Средообразующая роль растительности тропических и умеренных широт Евразии. – М.: ИПЭЭ РАН. 2003. 307 с.

Степаненко В., Лыкосов В. Численное моделирование процессов тепловлагопереноса в системе водоем – грунт // Метеорология и гидрология. — 2005. — № 3.

Тишков А.А. Дискуссия о внутреннем влагообороте: дополнительные штрихи к истории отечественной географии XX века // Изв. РАН. Серия географическая. 2008, №5, С.132-141.