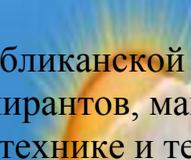




Министерство образования Республики Беларусь
Белорусский национальный технический
университет

СБОРНИК



докладов Республиканской научно-технической
конференции аспирантов, магистрантов, студентов
«Инновации в технике и технологии дорожно-
транспортного комплекса»



Дорожная климатология. В 6 частях
Чсть 2



Председатель: студент ФТК группы 114329
Секретарь: студент ФТК группы 114329
Научный руководитель
Профессор, доктор технических наук



Кеда Е.И.
Мекшило А.Д.
Леонович И.И.

В сборнике приведены 22 доклада студентов 4 курса, который были оглашены на Республиканской научно-технической конференции.

Доклады имеют многоплановый характер и охватывают вопросы развития метеорологии и климатологии, солнечной радиации, динамики процессов, происходящих в атмосфере, климата Республики Беларусь и других стран.

Рекомендованы к опубликованию Советом ФТК БНТУ (протокол № 9 от апреля 2013 года).

Декан факультета
профессор, доктор технических наук А.В. Бусел

Зав. кафедрой «Строительство и эксплуатация дорог»
доктор технических наук С.Е Кравченко

Белорусский национальный технический университет
пр-т Независимости, 65, г. Минск, Республика Беларусь

Тел.(017) 292-77-52 факс (017) 292-91-37

Регистрационный № БНТУ/ФТК74-51.2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НАУКИ О ДРЕВНИХ КЛИМАТАХ ЗЕМЛИ	7
ДИНАМИЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ	20
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ АДИАБАТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АТМОСФЕРЕ	27
СТРАТИФИКАЦИЯ И ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАВНОВЕСИЕ НАСЫЩЕННОГО ВОЗДУХА	37
МЕТЕОРОЛОГИЯ МУССОНОВ	45
РАДИОЛОКАЦИЯ В МЕТЕОРОЛОГИИ.....	53
ВЛИЯНИЕ ОБЛАЧНОСТИ НА РАДИАЦИЮ И КЛИМАТ	60
ОТРАЖЕНИЕ ПРОБЛЕМ ДИАГНОСТИКИ В НОРМАТИВНО- ПРАВОВЫХ ДОКУМЕНТАХ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА БЕЛАРУСИ	71
ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА КЛИМАТ ЗЕМЛИ	78
ЗАКОНЫ АТМОСФЕРНОЙ ОПТИКИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВИДИМОСТИ	101
СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЕЁ РАСПРОСТРАНЕНИЯ	111
МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ	126
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ БЕЛАРУСИ И ИХ РОЛЬ В ЭКОНОМИКЕ	139
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ МОНИТОРИНГА КЛИМАТА ЗЕМЛИ	149
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ	160
ВОПРОСЫ КЛИМАТОЛОГИИ В ТРУДАХ РОССИЙСКИХ УЧЁНЫХ	166

НАРОДНЫЕ ПРИМЕТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ ПОГОДЫ.....	177
ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В КОНСТРУКТИВНЫХ СЛОЯХ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ И ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА	196
ЦИКЛОНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПОГОДУ.....	202
ВОЗДУШНЫЕ ФАКТОРЫ И ПОГОДА В ЗОНЕ ИХ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ.....	210
МЕТЕОРОЛОГИЯ И КЛИМАТОЛОГИЯ В ЭНЦИКЛОПЕДИЯХ БЕЛАРУСИ, РОССИИ И ВЕЛИКОБРИТАНИИ	217
УСТОЙЧИВОСТЬ И СОПРОТИВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ В ЗОНЕ ПОВЫШЕННОЙ СКОРОСТИ ВЕТРА ..	235
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	247

Введение

Вопрос об изменениях климата привлекал внимание многих исследователей, работы которых были посвящены главным образом сбору и изучению данных о климатических условиях различных эпох. Исследования этого направления содержат обширные материалы о климатах прошлого. В этом сборнике рассмотрены такие вопросы как изменение климата со временем, катаклизмы и процессы, происходящие в атмосфере, необычные явления, влияние солнечной радиации, облачности на жизнедеятельность людей.

Концептуальные положения науки о древних климатах земли

Борисовец А.И.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Вопрос об изменениях климата привлекал внимание многих исследователей, работы которых были посвящены главным образом сбору и изучению данных о климатических условиях различных эпох. Исследования этого направления содержат обширные материалы о климатах прошлого.

Меньше результатов было получено при изучении причин изменений климата, хотя эти причины уже давно интересовали специалистов, работающих в данной области. Из-за отсутствия точной теории климата и недостатка, необходимых для этой цели материалов специальных наблюдений при выяснении причин изменений климата возникли большие трудности, не преодоленные до последнего времени. Сейчас не существует общепринятого мнения о причинах изменений и колебаний климата, как для современной эпохи, так и для геологического прошлого.

Между тем вопрос о механизме изменений климата приобретает в настоящее время большое практическое значение, которое он еще недавно не имел. Установлено, что хозяйственная деятельность человека начала оказывать влияние глобальные климатические условия, причем это влияние быстро возрастает. Поэтому возникает необходимость в разработке методов прогноза изменений климата для того, чтобы предотвратить опасное для человека ухудшение природных условий.

Очевидно, что такие прогнозы нельзя обосновать только эмпирическими материалами об изменениях климата в прошлом. Эти материалы могут быть использованы для оценки климатических условий будущего путем экстраполяции наблюдаемых сейчас изменений климата. Но этот метод прогноза пригоден лишь для очень ограниченных интервалов времени из-за нестабильности факторов, влияющих на климат.

Для разработки надежного метода прогноза климата будущего в условиях возрастающего влияния хозяйственной деятельности человека на атмосферные процессы необходимо использование физической теории изменений климата. Между тем, имеющиеся численные модели метеорологического режима являются приближенными и их обоснования содержат существенные ограничения.

Очевидно, что эмпирические материалы об изменениях климата имеют очень большое значение, как для построения, так и для проверки приближенных теорий изменений климата. Аналогичное положение имеет место в изучении последствий воздействий на глобальный климат, осуществление которых, по-видимому, возможно в ближайшем будущем.

1. Климаты прошлого

Характерной чертой последнего (четвертичного) геологического периода была большая изменчивость климатических условий, в особенности в умеренных и высоких широтах. Природные условия этого времени изучены гораздо подробнее по сравнению с более ранними периодами, но, несмотря на наличие многих выдающихся достижений в изучении плейстоцена, ряд важных закономерностей природных процессов этого времени известен еще недостаточно. К их числу относится, в частности, датировка эпох похолоданий, с которыми связаны разрастания ледяных покровов на суше и океанах. В связи с этим оказывается неясным вопрос об общей длительности плейстоцена, характерной чертой которого было развитие крупных оледенений. [4]

Существенное значение для разработки абсолютной хронологии четвертичного периода имеют методы изотопного анализа, к числу которых относятся радиоуглеродный и калиево-аргонный методы. Первый из указанных методов дает более или менее надежные результаты только для последних 40-50 тыс. лет, то есть для заключительной фазы четвертичного периода. Второй метод применим для гораздо более продолжительных интервалов времени. Однако точности результатов его использования заметно меньше, чем радиоуглеродного метода.

Плейстоцену предшествовал длительный процесс похолодания, особенно заметный в умеренных и высоких широтах. Этот процесс ускорился в последнем отделе третичного периода - плиоцене, когда, по-видимому, возникли первые ледяные покровы в полярных зонах северного и южного полушарий.

Из палеографических данных следует, что время образования оледенений в Антарктиде и Арктике составляет не менее нескольких млн. лет. Площадь этих ледяных покровов вначале была сравнительно невелика, однако постепенно возникла тенденция к их распространению в более низкие широты с последующим отсутствием. Время начала систематических колебаний границ ледяных покровов по ряду причин определить трудно. Обычно считают, что перемещения границы льдов начались около 700 тыс. лет тому назад. [1]

Наряду с этим к эпохе активного развития крупных оледенений часто добавляют более длительный интервал времени – эоплейстоцен, в результате чего длительность плейстоцена возрастает до 1,8 – 2 млн. лет.

Общее число оледенений, по-видимому, было довольно значительным, поскольку установленные еще в прошлом веке главные ледниковые эпохи оказались состоящими из ряда более теплых и холодных интервалов времени, причем последние интервалы можно рассматривать как самостоятельные ледниковые эпохи.

Масштабы оледенений различных ледниковых эпох значительно отличались. При этом заслуживает внимания мнение ряда исследователей, что эти масштабы имели тенденцию к возрастанию, то есть что оледенение в конце плейстоцена были крупнее первых четвертичных оледенений.

Лучше всего изучено последнее оледенение, которое происходило несколько десятков тыс. лет назад. В эту эпоху заметно возросла засушливость климата. [2]

Возможно, это объяснялось разным уменьшением испарения с поверхности океанов из-за распространения морских льдов в более низкие широты. В результате понижалась интенсивность влагооборота, и уменьшалось количество осадков на суше, на которые влияло увеличение площади материков вследствие изъятия воды из океанов, израсходованной при образовании материкового, ледяного покрова. Не подлежит

сомнению, что в эпоху последнего оледенения произошло громадное расширение зоны вечной мерзлоты. Это оледенение закончилось 10 – 15 тыс. лет тому назад, что обычно считают концом плейстоцена и началом голоцена – эпохи, в течение которой на природные условия начала оказывать влияние деятельность человека.

2. Причины изменений климата

Своеобразные климатические условия четвертичного времени, по-видимому, возникли из-за содержания углекислого газа в атмосфере и в результате процесса перемещения континентов и подъема их уровня, что привело к частичной изоляции Северного полярного океана и размещению антарктического материка в полярной зоне южного полушария.

Четвертичному периоду предшествовала обусловленная изменениями поверхности Земли длительная эволюция климата в сторону усиления термической зональности, что выражалось в снижении температуры воздуха в умеренных и высоких широтах. В плиоцене на климатические условия начало оказывать влияние уменьшения концентрации атмосферной углекислоты, что привело к снижению средней глобальной температуры воздуха на 2 – 3 градуса (в высоких широтах на 3 – 5). После чего появились полярные, ледяные покровы, развитие которых привело к снижению средней глобальной температуры.

По-видимому, по сравнению с изменениями астрономических факторов, все другие причины оказывали меньшее влияние на колебания климата в четвертичное время.

3. Дочетвертичное время

По мере отдаления от нашего времени количество сведений о климатических условиях прошлого уменьшается, а трудности интерпретации этих сведений возрастают. Наиболее надежную информацию о климатах отдаленного прошлого мы имеем из данных о непрерывном существовании на нашей планете живых организмов. Маловероятно, чтобы они существовали вне пределов узкого интервала температуры, от 0 до 50 градусов С, который в наше время ограничивает активную жизнедеятельность

большинства животных и растений. На этом основании можно думать, что температура поверхности Земли, нижнего слоя воздуха и верхнего слоя водоемов не выходила из указанных пределов. Фактические колебания средней температуры поверхности Земли за длительные интервалы времени были меньше указанного интервала температур и не превосходили нескольких градусов за десятки млн. лет.

Из этого можно сделать вывод о трудности исследования изменений термического режима Земли в прошлом по эмпирическим данным, так как погрешности определения температуры, как методом анализа изотопного состава, так и другими известными сейчас методами составляют обычно не меньше нескольких градусов. [3]

Другая трудность изучения климатов прошлого обусловлена неясностью положения различных областей по отношению к полюсам в результате движения континентов и возможностью перемещения полюсов.

Климатические условия мезозойской эры и третичного периода характеризовались двумя основными закономерностями:

– на протяжении этого времени средняя температура воздуха у земной поверхности была значительно выше современной, в особенности в высоких широтах. В соответствии с этим разность температур воздуха между экватором и полюсами была гораздо меньше современной;

– течение большей части рассматриваемого времени преобладала тенденция к снижению температуры воздуха, в особенности в высоких широтах.

Эти закономерности объясняются изменением содержания углекислого газа в атмосфере и изменением положения континентов. Более высокая концентрация углекислого газа обеспечивала повышение средней температуры воздуха примерно на 5 градусов по сравнению с современными условиями. Низкий уровень континентов повышал интенсивность меридионального теплообмена в океанах, что увеличивало температуру воздуха в умеренных и высоких широтах.

Повышение уровня континентов уменьшало интенсивность меридионального теплообмена в океанах и приводило к

постоянному снижению температуры в умеренных и высоких широтах.

При общей высокой устойчивости термического режима в мезозойское и третичное время, обусловленной отсутствием полярных льдов, в течение сравнительно редко коротких интервалов могли происходить резкие понижения температуры воздуха и верхних слоев водоемов. Эти понижения были обусловлены совпадением во времени ряда вулканических извержений взрывного характера.

4. Современные изменения климата

Наиболее крупное изменение климата за время инструментальных наблюдений началось в конце 19 века. Оно характеризовалось постепенным повышением температуры воздуха на всех широтах северного полушария во все сезоны года, причем наиболее сильное потепление происходило в высоких широтах и в холодное время года. Потепление ускорилося в 10-х годах 20 века и достигло максимума в 30-х годах, когда средняя температура воздуха в северном полушарии повысилась приблизительно на 0,6 градусов по сравнению с концом 19 века. В 40-х годах процесс потепления сменился похолоданием, которое продолжается до настоящего времени. Это похолодание было довольно медленным и пока еще не достигло масштабов предшествующего ему потепления.

Хотя данные о современном изменении климата в южном полушарии имеют менее определенный характер по сравнению с данными для северного полушария, есть основания считать, что в первой половине 20 века в южном полушарии также происходило потепление.

В северном полушарии повышение температуры воздуха сопровождалось сохранением площади полярных льдов, отсутствием границы вечной мерзлоты в более высокие широты, продвижением к северу границы леса и тундры и другими изменениями природных условий.

Существенное значение имело отмечавшееся в эпоху потепления изменение режима атмосферных осадков. Количество осадков в ряде районов недостаточного увлажнения при

потеплении климата уменьшилось, в особенности в холодное время года. Это привело к уменьшению стока рек и падению уровня некоторых замкнутых водоемов.

Особую известность получило произошедшее в 30-х годах резкое снижение уровня Каспийского моря, обусловленное главным образом уменьшением стока Волги. Наряду с этим в эпоху потепления во внутриконтинентальных районах умеренных широт Европы, Азии и Северной Америки возросла частота засух, охватывающих большие территории.

Потепление, достигшее максимума в 30-х годах, по-видимому, определялось увеличением прозрачности стратосферы, повысившим поток солнечной радиации, поступающей в тропосферу (метеорологическую солнечную постоянную). Это привело к возрастанию средней планетарной температуры воздуха у земной поверхности.

Изменения температуры воздуха на различных широтах и в различные сезоны зависели от оптической толщины стратосферного аэрозоля и от перемещения границы морских полярных льдов. Обусловленное потеплением отступление морских арктических льдов привело к дополнительному, заметному повышению температуры воздуха в холодное время года в высоких широтах северного полушария.

Представляется вероятным, что изменения прозрачности стратосферы, произошедшие в первой половине 20 века, были связаны с режимом вулканической деятельности и, в частности, с изменением поступления в стратосферу продуктов вулканических извержений, включая в особенности сернистый газ. Хотя этот вывод основан на значительном материале наблюдений, он, однако, является менее очевидным по сравнению с приведенной выше основной частью объяснения причин потепления.

Следует указать, что это объяснение относится только к главным чертам изменения климата, которое произошло в первой половине 20 века. Наряду с общими закономерностями процесса изменения климата этот процесс характеризовался многими особенностями, относящимися к колебаниям климата за более короткие периоды времени и к колебаниям климата в отдельных географических районах.

Но такие колебания климата были в значительной мере обусловлены изменениями циркуляций атмосферы и гидросферы,

которые имели в некоторых случаях случайный характер, а в других случаях были следствием автоколебальных процессов.

Есть основания думать, что в последние 20-30 лет изменения климата начали в известной мере зависеть от деятельности человека. Хотя потепление первой половины 20 века оказало определенное влияние на хозяйственную деятельность человека и явилось наиболее крупным изменением климата за эпоху инструментальных наблюдений, его масштабы были незначительны по сравнению с теми изменениями климата, которые имели место в течение голоцена, не говоря уже о плейстоцене, когда развивались крупные оледенения.

Тем не менее, изучение потепления, произошедшего в первой половине 20 века, имеет большое значение для выяснения механизма изменений климата, освещенным массовыми данными надежных инструментальных наблюдений.

В связи с этим всякая количественная теория изменений климата должна быть, прежде всего, проверена по материалам, относящимся к потеплению первой половины 20 века. [4]

5. Климат будущего

При изучении климатических условий будущего следует сначала остановиться на тех изменениях, которые могут произойти вследствие естественных причин. Эти изменения могут зависеть от следующих причин:

1. вулканическая деятельность. Из изучения современных изменений климата следует, что колебания вулканической активности могут влиять на климатические условия для периодов времени, равных годам и десятилетиям. Возможно, также влияние вулканизма на изменения климата за периоды порядка столетий и за длительные интервалы времени;

2. астрономические факторы. Изменение положения поверхности Земли по отношению к Солнцу создает изменения климата с временными масштабами в десятки тысяч лет;

3. состав атмосферного воздуха. В конце третичного и в четвертичное время, определенное влияние на климат оказывало убывание содержания углекислого газа в атмосфере. Принимая во внимание скорость этого убывания и соответствующие ему

изменения температуры воздуха, можно заключить, что влияние естественных изменений содержания углекислоты на климат существенно для интервалов времени более ста тысяч лет;

4. строение земной поверхности. Изменение рельефа и связанные с ними изменения положения берегов морей и океанов могут заметно изменить климатические условия на больших пространствах за периоды времени, не меньше сотен тысяч - миллионов лет;

5. солнечная постоянная. Оставляя в стороне вопрос о существовании влияющих на климат короткопериодических колебаний солнечной постоянной, следует принять во внимание возможность медленных изменений солнечной радиации, обусловленных эволюцией солнца. Также изменения могут существенно влиять на климатические условия за периоды не менее ста миллионов лет.

Наряду с изменениями, обусловленными внешними факторами, климатические условия меняются в результате автоколебательных процессов в системе атмосфера – океан - полярные льды. Также изменения относятся к периодам времени порядка годов – десятилетий и, возможно, также к периодам в сотни и даже тысячи лет. Указанные в этом перечне временные масштабы действия различных факторов на изменения климата в основном согласуются с аналогичными оценками Митчелла и других авторов. Сейчас существует проблема предсказания изменений климата в результате деятельности человека, которая существенно отличается от проблемы прогноза погоды. Ведь для нее необходимо принять во внимание изменение во времени показателей хозяйственной деятельности человека. В связи с этим задача предсказания климата содержит два основных элемента – прогноз развития ряда аспектов хозяйственной деятельности и расчет тех изменений климата, которые соответствуют изменению соответствующих показателей деятельности человека.

6. Проблема регулирования климата

Для предотвращения неблагоприятных изменений климата, возникающих под влиянием хозяйственной деятельности человека, осуществляются различные мероприятия; наиболее широко ведется борьба с загрязнением атмосферного воздуха. В результате

применения во многих развитых странах различных мер, включающих очистку воздуха, используемого промышленными предприятиями, транспортными средствами, отопительными устройствами и так далее, в последние годы достигнуто снижение уровня загрязнения воздуха в ряде городов. Однако во многих районах загрязнение воздуха усиливается, причем, имеется тенденция к росту глобального загрязнения атмосферы. Это указывает на большие трудности предотвращения роста количества антропогенного аэрозоля в атмосфере.

Еще труднее были бы задачи (которые пока еще не ставились) предотвращения увеличения содержания углекислого газа в атмосфере и роста тепла, выделяемого при преобразованиях энергии, используемой человеком. Простых технических средств решения этих задач не существует, кроме ограничений потребления топлива и потребления большинства видов энергии, что ближайшие десятилетия несовместимо с дальнейшим техническим прогрессом.

Таким образом, для сохранения существующих климатических условий в близком будущем окажется необходимым применение метода регулирования климата. Очевидно, что при наличии такого метода он мог быть использован также для предотвращения неблагоприятных для народного хозяйства естественных колебаний климата и в дальнейшем, соответствующем интересам человечества.

Имеется ряд работ, в которых рассматривались различные проекты воздействия на климат. Один из крупнейших проектов имеет целью уничтожение арктических льдов для значительного повышения температуры в высоких широтах. При обсуждении этого вопроса был выполнен ряд исследований связи режима полярных льдов с общими климатическими условиями. Влияние исчезновения полярных льдов на климат будет сложным и не во всех отношениях благоприятным для деятельности человека. Далеко не все последствия разрушения полярных льдов для климата и природных условий различных территорий можно сейчас предсказать с достаточной точностью. Поэтому, при наличии возможности уничтожить льды это мероприятие осуществлять в ближайшем будущем нецелесообразно.

Из других путей воздействия на климатические условия заслуживает внимание возможность изменения атмосферных движений большого масштаба. Во многих случаях атмосферные

движения неустойчивы, в связи с чем возможны воздействия на них с затратой сравнительно небольшого количества энергии.

В других работах упоминаются некоторые методы воздействия на микроклимат в связи с агрометеорологическими задачами. К их числу относятся различные способы защиты растений от заморозков, затенение растений с целью защиты их от перегрева и излишнего испарения влаги, посадки лесных полос и другие. [1]

В некоторых публикациях упоминаются другие проекты воздействия на климат. К их числу относятся идеи воздействия на некоторые морские течения путем строительства гигантских плотин. Но ни один проект такого рода не имеет достаточного научного обоснования, возможное влияние их осуществления на климат остается совершенно неясным.

Другие проекты включают предложения о создании крупных водоемов. Оставляя в стороне вопрос о возможности осуществления такого проекта, следует отметить, что связанные с ним изменения климата изучены очень мало.

Можно думать, что некоторые из выше перечисленных проектов воздействия на климат ограниченных территорий будут доступны для техники близкого будущего, или целесообразность их осуществления будет доказана.

Из различных источников путей воздействия на климат, по-видимому, наиболее доступен для современной техники метод, основанный на увеличении концентрации аэрозоля в нижней стратосфере. Осуществление этого воздействия на климат имеет целью предотвратить или ослабить изменения климата, которые могут возникнуть через несколько десятилетий под влиянием хозяйственной деятельности человека. Воздействия такого масштаба могут быть необходимы в 21 веке, когда в результате значительного роста производства энергии может существенно повыситься температура нижних слоев атмосферы. Уменьшение прозрачности стратосферы в таких условиях может предотвратить нежелательные изменения климата.

Заключение

Из выше перечисленных материалов можно сделать вывод, что в современную эпоху глобальный климат уже в некоторой мере

изменен в результате хозяйственной деятельности человека. Эти изменения обусловлены главным образом увеличением массы аэрозоля и углекислого газа в атмосфере.

Современные антропогенные изменения глобального климата сравнительно невелики, что частично объясняется противоположным влиянием на температуру воздуха роста концентрации аэрозоля и углекислого газа. Тем не менее, эти изменения имеют определенное практическое значение, в основном в связи с влиянием режима осадков на сельскохозяйственное производство. При сохранении современных темпов хозяйственного развития антропогенные изменения могут быстро возрасти достигнуть масштабов, превышающих масштабы естественных колебаний климата, происходивших в течение последнего столетия.

В дальнейшем при этих условиях изменения климата будут усиливаться, причем в 21 веке они могут стать сравнимыми с естественными колебаниями климата. Очевидно, что столь значительные изменения климата могут оказать громадное влияние на природу нашей планеты и многие стороны хозяйственной деятельности человека.

В связи с этим возникают задачи предсказания антропогенных изменений климата, которые возникнут при различных вариантах хозяйственного развития, и разработки методов регулирования климата, которые должны предотвратить его изменения в нежелательном направлении. Наличие этих задач существенно изменяет значение исследований изменений климата и особенно изучения причин этих изменений. Если раньше такие исследования имели в значительной мере познавательные цели, то сейчас выясняется необходимость их выполнения для оптимального планирования развития народного хозяйства.

Следует указать на международный аспект проблемы антропогенных изменений климата, который приобретает особенно большое значение при подготовке крупномасштабных воздействий на климат. Воздействие на глобальный климат приведет к изменению климатических условий на территориях многих стран, причем характер этих изменений в разных районах будет различным. В связи с этим в работе Е. К. Федорова неоднократно указывалось, что осуществление любого крупного проекта

воздействия на климат возможно только на основе международного сотрудничества.

Сейчас есть основания для поставки вопроса о заключении международного соглашения, запрещающего осуществление несогласованных воздействий на климат. Такие воздействия должны разрешаться только на основе проектов, рассмотренных и одобренных ответственными международными органами. Это соглашение должно охватывать как мероприятия по направленному воздействию на климат, так и те виды хозяйственной деятельности человека, которые могут привести к непреднамеренным применениям глобальных климатических условий.

Литература

1. Будыко М.И. Изменения климата. - Ленинград: Гидрометеоиздат, 1974. - 279 с.
2. Будыко М.И. Климат в прошлом и будущем. - Ленинград: Гидрометеоиздат, 1980.- 350 с.
3. Лосев К.С. Климат: вчера, сегодня ... и завтра?- Ленинград, Гидрометеоиздат, 1985. 173 с.
4. Монин А.С., Шишков Ю.А. История климата. - Ленинград: Гидрометеоиздат, 1974. 407 с.

Динамическая метеорология

Власовец И.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Динамическая метеорология является одной из метеорологических дисциплин, которая изучает атмосферные процессы на основе общих законов физики (гидромеханики и термодинамики).

Движение воздуха возникает под влиянием неравномерного распределения давления. Неравномерность же распределения давления обусловлена процессами теплообмена в атмосфере и на ее границе с землей. Возникающие при этом атмосферные движения оказывают обратное влияние на процессы тепло- и влагообмена. Таким образом, атмосферные движения в совокупности с тепло- и влагообменом представляют собой основные факторы, определяющие погоду и климат.

Динамическая метеорология, изучая атмосферные движения во взаимосвязи с термодинамическими процессами, вскрывает основные закономерности погоды и климата, а затем использует эти закономерности для решения различных практических задач, важнейшими среди которых являются разработка объективных методов прогноза погоды и развитие теории воздействий на погоду и климат.

Основным методом исследования в динамической метеорологии является преобразование и решение общих уравнений гидротермодинамики применительно к физическим условиям в атмосфере.

Исходные уравнения динамической метеорологии представляют собой выражение основных законов физики: закона сохранения импульса движения (второго закона

Ньютона), закона сохранения энергии, закона сохранения массы.

Особенности атмосферных процессов, в соответствии с которыми осуществляется преобразование общих уравнений гидротермодинамики применительно к решению метеорологических задач, познаются путем обобщения фактических данных, полученных из наблюдений, а также на основании специальных экспериментальных исследований. При этом теоретические выводы проверяются путем сопоставления их с фактическими данными наблюдений и только после опытной проверки выводы теории используются для решения практических задач.

Таким образом, метеорологическая практика служит как источником, так и критерием правильности теории, которая указывает наиболее важные направления дальнейших экспериментальных исследований. Отсюда следует, что развитие динамической метеорологии тесно связано с синоптической метеорологией, климатологией, аэрологией и экспериментальной метеорологией.

Предлагаемое учебное пособие написано с целью первоначального ознакомления студентов-метеорологов с основами количественного анализа атмосферных процессов, исходя из законов гидротермодинамики.

1. Задачи динамической метеорологии

Главная задача динамической метеорологии — прогноз погоды, именно разработка численных методов прогноза метеорологических элементов (давления, температуры, ветра, облачности, осадков, видимости) на различные сроки на основе изучения общей циркуляции атмосферы), т. е. системы крупномасштабных переносов воздуха над нашей планетой. Динамическая метеорология занимается и более ограниченными задачами — анализом происхождения и поведения атмосферных волн и вихрей различного масштаба и деталей общей циркуляции (фронтов атмосферных и струйных течений), а также атмосферной турбулентности и конвекции. [5]

Попытки теоретического объяснения отдельных особенностей атмосферной циркуляции восходят к 1-й половине 18

в. (английский учёный Дж. Хэдли). В начале 19 в. П. Лапласом была теоретически установлена связь между изменением атмосферного давления с высотой и температурой (Барометрическая формула) и тем заложены основы статики атмосферы. В 1-й половине 19 в. возникла термодинамика, которая вскоре была применена к объяснению отдельных атмосферных процессов (таких, как Фён). Однако только в 80-х гг. в работах немецких учёных Г. Герца, В. Бецоляда и др. оформилась теория адиабатических процессов (т. е. процессов, в которых можно пренебречь теплообменом) в атмосфере, содержащей водяной пар; дальнейшее её развитие относится уже к 20 в. (английский учёный У. Н. Шоу, норвежские учёные А. Рефсдаль, Я. Бьеркнес и др.). В 1-й половине 19 в. французский учёный Г. Кориолис предложил теорему об относительном движении на вращающейся Земле, что позволило применить уравнения гидродинамики, сформулированные Л. Эйлером ещё в 18 в., к метеорологическим проблемам. У. Феррель (США) в ряде исследований, начатых в 1856, дал первую теоретическую модель общей циркуляции атмосферы, основанную на уравнениях гидромеханики, что способствовало оформлению динамической метеорологии как научной дисциплины. В 80-х гг. 19 в. крупный вклад в развитие динамической метеорологии внёс Г. Гельмгольц, предложивший теоретическую модель общей циркуляции поверхности разрыва (атмосферные фронты). В 1897 В. Бьеркнес теоремами о циркуляции и вихреобразовании положил начало «физической гидродинамике» атмосферы как сжимаемой жидкости наиболее общего типа (бароклинной жидкости), в которой распределение плотности зависит от распределения как давления, так и температуры. В 1904 он сформулировал задачу прогноза погоды как решение уравнений атмосферной термогидродинамики. Развитие идей В. Бьеркнеса определило дальнейшие успехи Д. м. В начале 20 в. М. Маргулес в Австрии, В. Бьеркнес и др. построили теорию атмосферных фронтов; Маргулес также заложил основы энергетики атмосферы. В это же время интенсивно изучалась атмосферная турбулентность, определяющая вертикальный обмен тепла, влаги, коллоидных примесей и количества движения в атмосфере. [1]

В 20-х гг. 20 в. начинается быстрое развитие динамической метеорологии в СССР; сформировалась советская школа динамической метеорологии, основанная А. А. Фридманом.

Ещё в 1914 Фридман совместно с шведским учёным Т. Гессельбергом впервые дал оценки порядков величин основных метеорологических элементов (давления, температуры, влажности и др.) и их изменчивости, позволившие упростить уравнения динамической метеорологии. В 1922 Фридман построил и детально проанализировал общее уравнение для определения вихря скорости, характеристики местного вращения среды около мгновенных осей в движущейся жидкости, которое впоследствии приобрело фундаментальное значение в теории прогноза погоды. Н. Е. Кочин в 1931 решил задачу о потере устойчивости поверхности раздела между двумя воздушными массами (См. Воздушные массы), связанной с образованием циклонов, а в 1935 развил теорию общей циркуляции атмосферы, используя идею о планетарном пограничном слое. А. А. Дородницын (1938, 1940) теоретически решил задачу о влиянии горного хребта на воздушный поток, в 1940 он рассчитал суточный ход температуры. Принципиальным шагом в решении основной практической задачи динамической метеорологии — прогноза погоды — явилась работа И. А. Кибеля, в которой был дан метод прогноза поля давления и температуры на сутки (1940). Основы гидродинамического метода долгосрочных прогнозов были заложены в работе Е. М. Блиновой (1943). Один из узловых вопросов Д. м. — взаимосвязь полей давления и ветра в атмосфере — был исследован шведским учёным К. Г. Росби (1938) и успешно решён А. М. Обуховым в СССР в 1949. В дальнейшем эта задача была обобщена в работах 1950-х гг. И. А. Кибеля и А. С. Мониной, что позволило в 1960-х гг. перейти к более точным методам прогноза погоды. Первые численные прогнозы давления были выполнены в 1951 американским учёным Дж. Чарни и др. Существенным шагом в теории прогноза явились работы Г. И. Марчука и Н. И. Булеева (1953; СССР) и К. Хинкельмана (ФРГ), в которых впервые учитывалось влияние процессов на большой площади на изменение атмосферных условий в пункте, для которого рассчитывается прогноз. Появление в 50-х гг. ЭВМ и бурное развитие вычислительной математики дали толчок интенсивному развитию многих разделов Д. м.

Основные уравнения динамической метеорологии рассматривает тонкий по сравнению со средним радиусом Земли (6374 км) слой атмосферы толщиной в 20—30 км. Здесь сосредоточено почти 98% всей её массы, что обусловлено влиянием

силы тяжести — одной из основных сил, действующих на малый объём («частицу») воздуха. Атмосфера Земли в этом слое — достаточно плотная среда, чтобы рассматривать её как непрерывную и применять к ней законы механики сплошных сред: закон сохранения массы, позволяющий написать уравнение неразрывности, и закон изменения количества движения (См. Количество движения). Главные силы, действующие на частицу воздуха (помимо силы тяжести), — отклоняющаяся сила вращения Земли (или Кориолиса сила) и диссипативные силы турбулентного трения. Основными особенностями движений, рассматриваемых в динамической метеорологии, являются малость скорости ветра по отношению к скорости звука и большое влияние силы тяжести.

Динамика атмосферных процессов всевозможных масштабов тесно связана с притоком тепла. Применение первого начала термодинамики к атмосферным процессам даёт так называемое уравнение притока тепла под действием трёх основных источников тепла в атмосфере: лучистого и турбулентного притоков тепла, а также выделения энергии при фазовых переходах влаги из одних состояний в другие (пар, жидкие капли, лёд). Термодинамические параметры атмосферы — давление, температура и плотность — связаны уравнением состояния (См. Уравнение состояния).

К перечисленным уравнениям добавляются уравнения, определяющие перенос лучистой энергии в атмосфере, перенос влаги, условия образования облаков и выпадения осадков. Граничные условия на земной поверхности связывают температуру воздуха с температурой поверхности материков и океанов. Взаимно обусловленными оказываются также воздушные и океанические течения. Т. о., общая постановка задачи динамической метеорологии включает определение давления, плотности, температуры и влажности воздуха, трёх составляющих ветра, условий образования облаков и осадков в связи с величинами, характеризующими состояние океана и суши. Эта задача чрезвычайно сложна и решается лишь при весьма существенных упрощениях. Развитие Д. м. тесно связано с разработкой методов решения нелинейных уравнений математической физики. [6]

2. Основные проблемы динамической метеорологии

1) Изучение общей циркуляции атмосферы (ОЦА). Интегрирование уравнений динамической метеорологии на длительные сроки при возможно полном учёте тепло- и влагообмена в атмосфере, а также термического и динамического взаимодействия океана и атмосферы позволило создать математическую модель ОЦА, которая в главных чертах соответствует данным наблюдений. Изменяя внешние параметры, можно выяснить причины аномалий климата, а также установить закономерности климата прошлых геологических эпох. Эти работы имеют значение и для теории долгосрочного прогноза погоды. Имеющиеся эмпирические сведения об атмосфере Земли ещё не вполне достаточны для построения полной модели ОЦА. В связи с этим важной задачей Д. м. является исследование глобальных атмосферных процессов путём изучения процессов переноса радиации конвекции и др.

2) Исследование турбулентности в атмосфере и гидросфере. Роль турбулентного обмена в атмосфере весьма велика; за редким исключением все атмосферные движения по существу являются турбулентными. Для развития и совершенствования теории турбулентности необходимо наряду с разработкой математических моделей развивать тонкие экспериментальные методы определения локальных и интегральных характеристик турбулентного обмена. [4]

3) Прогноз погоды. Условно проблема делится на три части: краткосрочный прогноз на срок до 3 суток, долгосрочный прогноз (прогноз на 5—10 дней, прогноз на месяц и даже на сезон) и прогноз местных условий погоды. Начиная с 60-х гг. 20 в. прогнозы синоптического положения (преимущественно распределения давления и др. метеорологических элементов над обширным районом) на короткий срок методами Д. м. широко применяются в ряде стран с высокоразвитой вычислительной техникой (СССР, США, Великобритания, Франция, Швеция, Норвегия и др.). В опытным порядке составляются также долгосрочные прогнозы отдельных элементов (средняя температура и давление) на основе Д. м. Методы этих прогнозов более тесно связаны с моделями ОЦА, чем методы краткосрочного прогноза. Прогноз местных условий погоды составляет пока

преимущественно эмпирическим путём на основе прогноза общего синоптического положения. Теоретические подходы к такому прогнозу трудоёмки и сложны; на базе Д. м. такие прогнозы составляются лишь в опытном порядке в наиболее хорошо оснащённых вычислительной техникой прогностических центрах. Широкое использование сверхбыстродействующих ЭВМ позволит разрабатывать прогностические схемы, в которых одновременно с долгоживущими особенностями метеорологического режима будут получать и короткоживущие, определяющие изменение условий погоды над небольшой территорией.

Литература

1. Основы динамической метеорологии, Л., 1955; Белинский В. А., Динамическая метеорология, М. — Л., 1948;
2. Марчук Г. И., Численные методы в прогнозе погоды, Л., 1967;
3. Юдин М. И., Новые методы и проблемы краткосрочного прогноза погоды, Л., 1963;
4. Монин А. С., Прогноз погоды как задача физики, М., 1969;
5. Кибель И. А., Введение в гидродинамические методы краткосрочного прогноза погоды, М., 1957;
6. Метеорология и гидрология за 50 лет Советской власти, под ред. Е. К. Федорова, Л., 1967.

Теоретические положения адиабатических процессов в атмосфере

Вололько Ю.Е

Белорусский национальный технический университет

Введение

Адиабатический процесс

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

Адиабатический, или адиабатный процесс (от др.-греч. ἀδιάβατος — «непроходимый») — термодинамический процесс в макроскопической системе, при котором система не обменивается тепловой энергией с окружающим пространством .

Серьёзное исследование адиабатических процессов началось в XVIII веке.

Адиабатический процесс является частным случаем политропного процесса, так как при нём теплоёмкость газа равна нулю и,

следовательно, постоянна. Адиабатические процессы обратимы только тогда, когда в каждый момент времени система остаётся равновесной (например, изменение состояния происходит достаточно медленно) и изменения энтропии не происходит. Некоторые авторы (в частности, Л. Д. Ландау) называли адиабатическими только квазистатические адиабатические процессы.

Адиабатический процесс для идеального газа описывается уравнением Пуассона. Линия, изображающая адиабатный процесс на термодинамической диаграмме, называется *адиабатой*. Адиабатическими можно считать процессы в целом ряде

явлений природы. Так же такие процессы получили ряд применений в технике.

История

Существование атмосферного давления было показано рядом экспериментов в XVII веке. Одним из первых доказательств гипотезы стали магдебургские полушария, сконструированные немецким инженером Герике. Из сферы, образованной

полушариями, выкачивался воздух, после чего их было трудно разъединить в силу внешнего давления воздуха. Другой эксперимент в рамках исследования природы атмосферного давления поставил Роберт Бойль. Он состоял в том, что если запаять изогнутую стеклянную трубку с короткого конца, а в длинное колено постоянно подливать ртуть, она не поднимется до верха короткого колена, поскольку воздух в трубке, сжимаясь, будет уравнивать давление ртути на него. К 1662 году данные опыты позволили прийти к формулировке закона Бойля — Мариотта.

В 1779 году в «Пирометрии» Ламберта был описан опыт повышения и понижения температуры в приёмнике воздушного насоса при движении поршня. Впоследствии данный эффект был подтверждён Дарвином (1788) и Пикте (1798). В 1802

году Дальтон опубликовал доклад, в котором, в числе прочего, указал, что сгущение газов сопровождается выделением тепла, а разрежение — охлаждением. Рабочий оружейного завода зажёг трут в дуле духового ружья путём сжатия воздуха, о чём сообщил в 1803 году лионский физик Моле.

Теоретическим обобщением накопившихся экспериментальных знаний занялся известный физик Пуассон. Так как при

адиабатическом процессе температура непостоянна, то закон Бойля — Мариотта требует поправки, которую Пуассон обозначил как коэффициент k и выразил через соотношение теплоёмкостей. Экспериментально данный коэффициент определялся Вальтером и Гей-Люссаком (эксперимент описан в 1807 году) и затем, более точно Дезормом и Клеманом в 1819 году. Практическое

использование адиабатического процесса предложил С. Карно в работе «Движущая сила огня» в 1824 году.

1. Физический смысл адиабатического процесса

Если термодинамический процесс в общем случае является собой три процесса — теплообмен, совершение системой (или над системой) работы и изменение

её внутренней энергии[5], то адиабатический процесс в силу отсутствия теплообмена системы со средой сводится только к последним двум

процессам. Поэтому, первое начало термодинамики в этом случае приобретает вид

$$\Delta U = -A,$$

где ΔU — изменение внутренней энергии тела, A — работа, совершаемая системой.

Изменения энтропии S системы в обратимом адиабатическом процессе вследствие передачи тепла через границы системы не происходит.

$$dS = \delta Q/T = 0.$$

Здесь T — температура системы, δQ — теплота, полученная системой. Благодаря этому адиабатический процесс может быть составной частью обратимого цикла.

2. Работа газа

Поясним понятие работы применительно к адиабатическому процессу. В частном случае, когда работа совершается через

изменение объёма, можно определить её следующим способом: пусть газ заключён в цилиндрический сосуд, плотно

закрытый легко скользящим поршнем, если газ будет расширяться, то он будет перемещать поршень и при перемещении на отрезок dh совершать работу.

$$dA = Fdh,$$

где F — сила, с которой газ действует на поршень. Перепишем уравнение:

$$dA = p s dh,$$

где s — площадь поршня. Тогда работа будет равна

$$dA = p dV,$$

где p — давление газа, dV — малое приращение объёма. Аналогично видно, что уравнение выполняется и для сосудов с произвольной поперечной формой сечения. Данное уравнение справедливо и при расширении на произвольных объёмах. [3]

Для этого достаточно разбить поверхность расширения на элементарные участки на которых расширение одинаково.

Основное уравнение термодинамики примет вид:

$$dU = -p dV$$

стороны она должна быть достаточно малой, чтобы процесс можно было считать квазистатическим. Иначе при резком изменении хода поршня давление,

которое его перемещает, будет отличаться от давления в целом по газу. То есть газ должен находиться в равновесии, без турбулентностей и

неоднородностей давления и температуры. Для этого достаточно передвигать поршень со скоростью, существенно меньшей, чем скорость звука в данном

газе. С другой стороны скорость должна быть достаточно большой, чтобы можно было пренебречь обменом тепла с окружающей средой и процесс

оставался адиабатическим.

Однако работа может совершаться и другими путями — например, идти на преодоление межмолекулярного притяжения газов. В этом случае параллельно с

изменением внутренней энергии будет происходить процессы совершения нескольких работ разной физической природы, и основное уравнение термодинамики примет вид:

$$dU = - \sum_i A_i d\alpha_i,$$

где $A_i, d\alpha_i$ — дифференциальное выражение для работы, α_i — внешние параметры, которые меняются при совершении работы, A_i — соответствующие им внутренние параметры, которые при совершении малой работы можно считать постоянными. При совершении работы путём сжатия или расширения внутренний параметр — давление. Внешний параметр — объём.

3. Внутренняя энергия идеального газа

Внутренняя энергия является однозначной функцией состояния системы. Поэтому применительно к адиабатическому процессу её изменение имеет тот же физический смысл, что и в общем случае. Согласно закону Джоуля, выведенному экспериментально, внутренняя энергия идеального газа не зависит от давления или объёма газа. Исходя из этого факта, можно получить выражение для изменения внутренней энергии идеального газа. По определению молярной теплоёмкости при постоянном объёме,

$$\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_v = C_v$$

Иными словами — это предельное соотношение изменения внутренней энергии и породившего его изменения температуры. При этом, по определению частной производной считается только то изменение внутренней энергии, которое порождено именно изменением температуры, а не другими сопутствующими процессами. Так как внутренняя энергия идеального газа является функцией только температуры, то

$$dU = \nu C_v dT,$$

где — число молей идеального газа.

Уравнение Пуассона для идеального газа

Для идеальных газов, чью теплоёмкость можно считать постоянной, в случае квазистатического процесса адиабата имеет простейший вид и определяется уравнением

$$p \cdot V^k = \text{const},$$

Поскольку всегда больше 1, из последнего уравнения следует, что при адиабатическом сжатии (то есть при уменьшении) газ нагревается (возрастает), а при расширении — охлаждается, что всегда верно и для реальных газов. Нагревание при сжатии больше для того газа, у которого больше коэффициент. [2]

Примеры

Открытие адиабатического процесса практически сразу нашло применение в дальнейших исследованиях. Создание теоретической модели цикла Карно

позволило установить пределы развития реальных тепловых машин. Однако, цикл Карно трудно осуществим для некоторых реальных процессов, так как входящие в его состав изотермы требуют определённой скорости теплообмена. Поэтому были разработаны принципы циклов, частично сходных с циклом Карно, например, цикл Отто, цикл сжижения газа, которые были бы применимы в конкретных практических задачах.

Также, дальнейшие исследования показали, что некоторые процессы в природе, например, распространение звука в газе можно с достаточной степенью приближения описывать адиабатическим процессом и выявлять их закономерности. Химическая реакция внутри объёма газа в случае отсутствия теплообмена с окружающей средой также по определению будет адиабатическим процессом. Таким процессом является, например, адиабатическое горение.

Для атмосферы Земли также считается адиабатическим процесс совершения газом работы на увеличение его потенциальной энергии. Исходя из этого, можно определить адиабатический градиент температуры для атмосферы Земли. Теория адиабатического процесса употребляется и для других астрономических объектов с атмосферой. В частности, для Солнца наличие макроскопических конвекционных движений теоретически

определяют путём сравнения адиабатического градиента и градиента лучевого равновесия.

4. Цикл Карно

Цикл Карно является идеальным термодинамическим циклом. *Тепловая машина Карно*, работающая по этому циклу, обладает максимальным КПД из всех машин, у которых максимальная и минимальная температуры осуществляемого цикла совпадают соответственно с максимальной и минимальной температурами цикла[1] Карно. Максимальное КПД достигается при обратимом цикле. Для того, чтобы цикл был обратимым, из него должна быть исключена передача тепла при наличии разности температур. Чтобы доказать этот факт, предположим, что передача тепла при разности температур имеет место. Данная передача происходит от более горячего тела к более холодному. Если предположить процесс обратимым, то это означало бы возможность передачи тепла обратно от более холодного тела к более нагретому, что невозможно, следовательно процесс необратим. Соответственно, преобразование тепла в работу может происходить только изотермически. При этом обратный переход двигателя в начальную точку только путём изотермического процесса невозможен, так как в этом случае вся полученная работа будет затрачена на восстановление исходного положения. Так как выше было показано, что адиабатический процесс может быть обратимым — то этот вид адиабатического процесса подходит для использования в цикле Карно. Всего при цикле Карно происходят два адиабатических процесса:

1. *Адиабатическое (изоэнтропическое) расширение* (на рисунке — процесс 2→3). Рабочее тело отсоединяется от нагревателя и продолжает расширяться

без теплообмена с окружающей средой. При этом его температура уменьшается до температуры холодильника.

2. *Адиабатическое (изоэнтропическое) сжатие* (на рисунке — процесс 4→1). Рабочее тело отсоединяется от холодильника и сжимается без теплообмена с окружающей средой. При этом его температура увеличивается до температуры нагревателя.

5. Сжижение газов

Пусть необходимо охладить идеальный газ путём отведения тепла в область с более высокой температурой.

Тогда наименьшая затрачиваемая работа будет происходить по циклу Карно в обратном направлении (существование цикла с меньшей затрачиваемой работой противоречит второму закону термодинамики). Если получение сжиженного газа будет происходить непосредственно в рабочем теле, то идеальный цикл примет другой вид. Построим точки 0 и 1, на графике температуры-энтропии (T - S соответственно), так, чтобы они соответствовали одной температуре. Тогда в точках на участке 0-1 будет происходить конденсация газа. Конденсированный газ будет удаляться из рабочего тела. В результате этого процесса переход с восстановлением газа будет невозможным. Возможным же будет переход 1- 2. В полученном цикле адиабатический процесс 3-0 выводит систему в точку, откуда возможна конденсация газа. [4]

В реальной газе при наличии большого давления и низкой температуры возможна ситуация, когда значительную роль в движении молекул начинает играть межмолекулярное притяжение. В случае адиабатического расширения газа (например, в результате использования эффекта Джоуля — Томсона) из-за работы, которая тратится на преодоление межмолекулярного притяжения температура газа резко падает, часть газа конденсируется. Адиабатическое дросселирование проходит с увеличением энтропии и не сразу после изотермического сжатия.

6. Магнитное охлаждение

С помощью адиабатического размагничивания парамагнетиков можно достичь температуры в сотые доли

Кельвина, а для некоторых веществ даже нанокельвинов. Метод был предложен Петером Дебаем и Уильямом Джиоком в 1926 году. Парамагнитный образец для эффективного охлаждения должен иметь малую удельную теплоёмкость кристаллической решётки и большую удельную теплоёмкость магнитной подсистемы, его внутренние магнитные поля должны быть малы, а спин-решёточная связь достаточно сильной. Этим условиям удовлетворяют медь и сплав празеодима с никелем (PrNi_5). [4]

При температуре порядка одного Кельвина спины электронов, как правило, упорядочены, в отличие от ядерных спинов I . При этом связь между ядерными спинами различных атомов практически отсутствует.

При магнитном охлаждении образец вначале намагничивают в сильном магнитном поле B (до нескольких Тл), которое упорядочивает его магнитную подсистему. Далее происходит адиабатическое размагничивание, которое сохраняет постоянной энтропию системы. Энтропия одного моля меди зависит от ядерных спинов I , поля B и температуры T (в Кельвинах) как

$$S = R \ln(2I + 1) - f(I) \frac{B^2 + b^2}{2\mu_B T^2},$$

где R — газовая постоянная, b — внутреннее магнитное поле вещества, μ_B — магнетон Бора, а $f(I)$ — некоторая функция от ядерного спина. В процессе, при котором энтропия остаётся постоянной, а магнитное поле B уменьшается, также уменьшается и температура образца T . Результирующая температура с учётом анизотропии фактора Ланде равна

$$T = T_0 \frac{gH}{g_0 H_0},$$

где g и g_0 — факторы Ланде для направлений полей с напряжённостями H и H_0 соответственно.

Литература

1. Савельев И. В. Курс общей физики: Молекулярная физика и термодинамика. — М.: Астрель, 2001. — Т. 3. — 208 с. — 7000 экз. — [ISBN 5-17-004585-9](#)
2. Савельев И. В. Курс общей физики: Волны. Оптика. — М.: Астрель, 2001. — Т. 4. — 256 с. — 7000 экз. — [ISBN 5-17-004586-7](#)

3. Ландау Л. Д., Ахиезер А. И., Лифшиц Е. М. Курс общей физики: Механика. Молекулярная физика. — М.: Наука, 1965.
4. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Статистическая физика Часть 1 // Теоретическая физика. — М.: Наука, 1976. — Т. V. — 584 с. — 45 000 экз.
5. Сивухин Д. В. Общий курс физики. — М.: МФТИ, 2005. — Т. I. Механика. — 560 с.

Стратификация и вертикальное равновесие насыщенного воздуха

Врублевский С. В.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Воздух в тропосфере находится в состоянии постоянного перемешивания по вертикали. Это происходит из-за атмосферной турбулентности, включая и термическую конвекцию, обусловленную архимедовой силой.

Восходящий воздух адиабатически охлаждается на 1° на 100 м, пока он не насыщен, и на несколько десятых долей градуса на 100 м, когда он достиг состояния насыщения. Опускающийся воздух, напротив, нагревается на 1° на каждые 100 м спуска. В результате подъема объемов вверх и опускания других вниз в процессе перемешивания устанавливается такое тепловое состояние при котором наступает конвективное равновесие. Тропосфера в среднем очень близка к такому состоянию.

1. Стратификация атмосферы

Стратификация атмосферы (*от лат. stratum — слой и facio — делаю*) - распределение температуры воздуха по высоте, характеризуемое вертикальным градиентом температуры γ [$1^\circ/100\text{ м}$]. В тропосфере температура падает с высотой в среднем на $0,6^\circ$ на каждые 100 м, т. е. $\gamma=0,6^\circ/100\text{ м}$. Но в каждый отдельный момент γ может отклоняться от этой средней величины, по-разному над каждым местом и в каждом слое тропосферы, причём иногда весьма значительно. Так, в жаркий летний день в приземном слое воздух над почвой нагревается и γ сильно возрастает. Ночью почва выхолаживается благодаря излучению, температура воздуха уменьшается и иногда настолько, что падение температуры с высотой заменяется возрастанием (приземная инверсия температуры), т. е. γ меняет знак. В свободной атмосфере также

обнаруживаются различные значения γ — от 1° на 100 мили несколько выше до сильных инверсий в отдельных слоях. В стратосфере значения γ малы или отрицательны.

От стратификации атмосферы зависит устойчивость по отношению к вертикальным перемещениям воздуха. Воздух, поднимаясь вверх, охлаждается по определённому закону: сухой или ненасыщенный воздух — в максимальной степени — почти на 1° на каждые 100 м подъёма; насыщенный воздух — на меньшую величину (несколько десятых долей градуса на 100 м), т.к. происходит выделение скрытого тепла при конденсации находящегося в воздухе водяного пара. Нисходящий воздух аналогичным образом нагревается. Восходящий воздух будет подниматься по закону Архимеда до тех пор, пока окружающая атмосфера остаётся холоднее его; если он попадает в слой атмосферы более тёплый, чем он сам, восходящее движение прекращается. Нисходящий воздух опускается лишь до тех пор, пока его температура, повышаясь, не выровняется с температурой окружающей атмосферы. Таким образом, чем сильнее падение температуры в окружающей атмосфере (т. е. при больших значениях γ), тем интенсивнее конвекция, турбулентное движение и скольжение тёплого воздуха на фронтах атмосферных. Будет ли воздух двигаться вверх или вниз — между ним и окружающей атмосферой будет сохраняться разность температур, поддерживающая или усиливающая вертикальное движение. Стратификация атмосферы в этом случае называется неустойчивой. Напротив, при малых вертикальных градиентах или при инверсиях температуры вертикально движущийся воздух быстро выравнивает свою температуру с температурой окружающей атмосферы и вертикальные движения затухают. Стратификация атмосферы в этом случае называется устойчивой. [2]

Неустойчивая стратификация атмосферы — необходимое условие для развития облаков конвекции (кучевых и кучево-дождевых) и усиления фронтальной облачности. При устойчивой стратификации преобладает ясное небо или развивается слоистая облачность под слоями инверсий. В стратосфере при неизменности температуры с высотой или при инверсиях стратификация атмосферы всегда очень устойчива; поэтому конвекция там отсутствует, а турбулентность слаба.

2. Условия равновесия атмосферы

Температура воздуха с высотой, как правило, понижается. Это происходит потому, что воздух нагревается в тропосфере от поверхности Земли. В среднем на каждые 100 метров поднятия температура воздуха понижается на $0,6^\circ$, или на 6° на 1 километр. Это изменение температуры называется **вертикальным градиентом температуры**. В умеренных широтах вертикальный градиент температуры изменяется в зависимости от времени года, суток, характера атмосферных процессов и других факторов. При сильном нагреве приземного слоя воздуха величина вертикального градиента температуры превышает даже 1° С. При сильном охлаждении поверхности Земли и прилегающего слоя воздуха вместо понижения наблюдается повышение температуры с высотой, то есть возникает *инверсия температуры*. Мощные инверсии наблюдаются зимой в Сибири, особенно в Якутии, где преобладает ясная и тихая погода, способствующая охлаждению приземного слоя воздуха. Здесь инверсии температуры очень часто распространяются до высоты 1—2 километров, а разность между температурой воздуха у поверхности Земли и на верхней границе инверсии нередко составляет $20\text{—}25^\circ$.

Инверсии характерны и для центральных районов Антарктиды. Зимой они бывают в Европе, особенно в восточной ее части, в Канаде и других районах.

Изменение температуры воздуха с высотой происходит не только в связи с отдачей тепла подстилающей поверхностью, но и за счет внутренней энергии, благодаря изменению давления воздуха. Эта энергия затрачивается на преодоление сопротивления окружающей среды при подъеме или опускании воздуха.

Поднимающийся воздух, попадая в разреженную среду, расширяется, происходит его охлаждение, а опускающийся, наоборот, благодаря сжатию нагревается. Такое изменение температуры за счет внутренней энергии, без притока и отдачи тепла, называется **адиабатическим**. Адиабатические изменения температуры происходят по *сухоадиабатическому и влажноадиабатическому* законам.

Соответственно различают и вертикальные градиенты изменения температуры с высотой. **Сухоадиабатический градиент** — это изменение температуры сухого или влажного

ненасыщенного воздуха на 1°C на каждые 100 метров поднятия или опускания, а **влажноадиабатический градиент** — это понижение температуры влажного насыщенного воздуха меньше чем на 1°C на каждые 100 метров поднятия.

Подъем сухого или влажного ненасыщенного воздуха, по сухоадиабатическому закону, происходит до тех пор, пока он не достигнет состояния насыщения, то есть уровня конденсации водяного пара. Выше этого уровня начинает выделяться скрытая теплота парообразования, которая идет на нагревание воздуха. Это дополнительное тепло уменьшает величину охлаждения воздуха при подъеме. Дальнейшее поднятие насыщенного воздуха происходит уже по влажноадиабатическому закону, и температура его понижается уже не на 1°C на каждые 100 метров, а меньше. Так как влагосодержание воздуха зависит от его температуры, то, чем выше температура, тем больше выделяется тепла при конденсации, а чем ниже температура, тем тепла меньше. Поэтому влажноадиабатический градиент в теплом воздухе меньше, чем в холодном. [1]

В теплое время года **вертикальный градиент температуры** в среднем равен $0,6\text{—}0,7^{\circ}\text{C}$ на каждые 100 метров поднятия. Зная температуру у поверхности Земли, можно вычислить приближенные значения температуры на различных высотах. Если, например, у поверхности Земли температура воздуха равна $+28^{\circ}\text{C}$, то, приняв, что *вертикальный градиент температуры* в среднем равен $0,7^{\circ}\text{C}$ на каждые 100 метров, или 7°C на каждый километр, получим, что на высоте четырех километров температура равна 0°C . Температурный градиент зимой в средних широтах над сушей редко превышает $0,4\text{—}0,5^{\circ}\text{C}$ на каждые 100 метров. Нередки случаи, когда в отдельных слоях воздуха температура с высотой почти не изменяется, то есть имеет место изотермия. По величине вертикального градиента температуры воздуха можно судить о характере равновесия атмосферы (устойчивое или неустойчивое). Для определения состояния устойчивости атмосферы используется специальная диаграмма.

Устойчивое равновесие бывает, когда вертикальный градиент температуры сухого или ненасыщенного воздуха меньше *сухоадиабатического*, а *вертикальный градиент температуры* насыщенного воздуха меньше *влажноадиабатического*. Если при

этом условии небольшой объем ненасыщенного воздуха воздействием извне поднять на некоторую высоту, то, как только прекратится действие внешней силы, этот объем воздуха возвратится в прежнее положение. Происходит это потому, что поднятый объем воздуха, затратив внутреннюю энергию на свое расширение, при подъеме охладился на 1°C на каждые 100 метров по сухоадиабатическому закону. Но поскольку вертикальный градиент температуры окружающей среды был меньше сухоадиабатического, температура поднятого объема воздуха на данной высоте оказалась ниже температуры окружающего воздуха. Будучи более холодным, а следовательно, и более плотным по сравнению с окружающим воздухом, поднятый объем будет стремиться опуститься, пока не достигнет первоначального уровня, где его температура и температура окружающей среды были одинаковы.

Аналогичный процесс происходит и при подъеме насыщенного воздуха, если *вертикальный градиент температуры* окружающей среды меньше влажноадиабатического. Поэтому при устойчивом состоянии атмосферы в однородной массе воздуха не происходит бурного образования кучевых и кучево-дождевых облаков.

Наиболее устойчивое состояние атмосферы наблюдается при небольших величинах вертикального градиента температуры, особенно при инверсиях, так как в этом случае над нижним холодным, а следовательно и более тяжелым воздухом располагается более теплый и легкий воздух. Для неустойчивого состояния атмосферы характерны вертикальные градиенты температуры более 1°C на каждые 100 метров, что вызывается нагреванием нижних слоев воздуха от перегретой поверхности земли. При этом прогретые внизу массы воздуха устремляются вверх. При неустойчивом равновесии атмосферы поднимающийся с поверхности Земли воздух не возвращается в первоначальное положение, а сохраняет стремление двигаться вверх до уровня, на котором температура его выравняется с температурой окружающей среды. При устойчивом состоянии атмосферы и достаточной влажности происходит образование слоистой облачности и тумана, а при неустойчивом состоянии атмосферы и большом влагосодержании ее возникает термическая конвекция, то есть интенсивный подъем воздуха вследствие перегрева его вблизи

поверхности Земли. В этих случаях происходит образование кучевых и кучево-дождевых облаков. С состоянием неустойчивости атмосферы связано образование ливней, гроз, града, малых вихрей, шквалов.

Неустойчивость атмосферы обычно бывает летом после полудня, когда нагреваются близкие к земной поверхности слои воздуха. Поэтому ливневые дожди, шквалы и подобные явления чаще наблюдаются после полудня, когда вследствие развивающейся неустойчивости возникают сильные восходящие и нисходящие движения воздуха. По этой причине самолеты, летающие днем на высоте 2—5 километров над поверхностью Земли, больше подвергаются болтанке, чем при ночном полете, когда вследствие охлаждения приземного слоя воздуха устойчивость его увеличивается. [3]

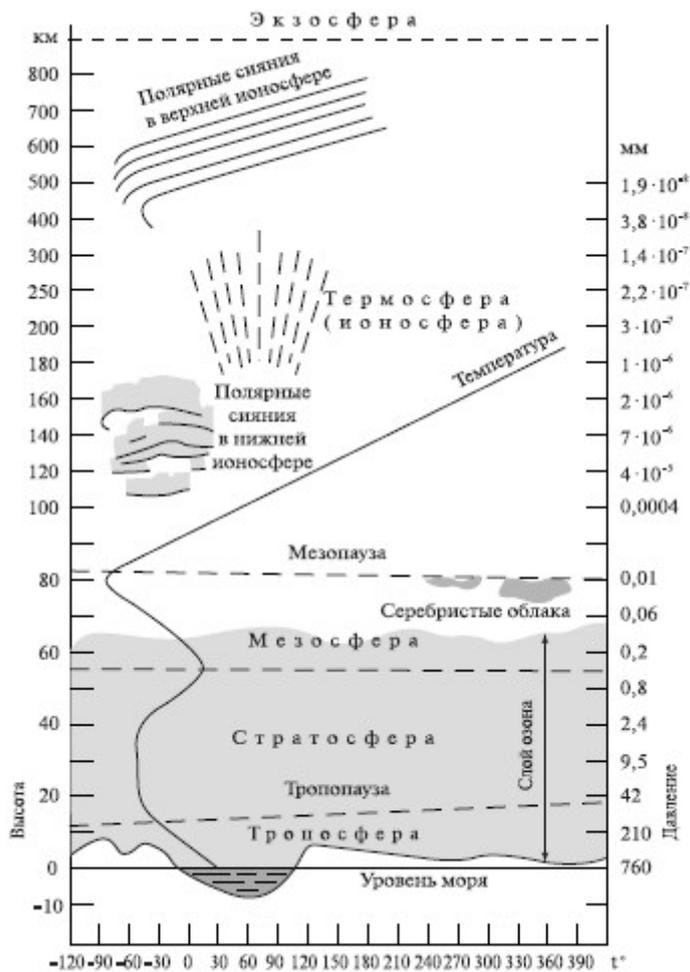


Рис.1- Вертикальный разрез атмосферы(стратификация атмосферы)

Заключение

Роль атмосферы в жизни нашей планеты исключительно велика. Без нее Земля была бы мертва. Атмосфера предохраняет поверхность Земли от сильного нагревания и охлаждения. Ее влияние можно уподобить роли стекла в парниках: пропускать солнечные лучи и препятствовать отдаче тепла.

Атмосфера предохраняет живые организмы от коротковолновой и корпускулярной радиации Солнца. Атмосфера – среда, где происходят погодные явления, с которыми связана вся человеческая деятельность. Изучение этой оболочки производится на метеорологических станциях. Днем и ночью, в любую погоду метеорологи ведут наблюдения за состоянием нижнего слоя атмосферы. Четыре раза в сутки, а на многих станциях ежедневно измеряют температуру, давление, влажность воздуха, отмечают облачность, направление и скорость ветра, количество осадков, электрические и звуковые явления в атмосфере. Метеорологические станции расположены всюду: в Антарктиде и во влажных тропических лесах, на высоких горах и на необозримых просторах тундры. Ведутся наблюдения и на океанах со специально построенных кораблей.

С 30-х гг. XX в. начались наблюдения в свободной атмосфере. Стали запускать радиозонды, которые поднимаются на высоту 25–35 км, и при помощи радиоаппаратуры передают на Землю сведения о температуре, давлении, влажности воздуха и скорости ветра. В наше время широко используют также метеорологические ракеты и спутники. Последние имеют телевизионные установки, передающие изображение земной поверхности и облаков.

Литература

1. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология: Учебник-5-е изд., перераб. И доп. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 528 с.
2. Краткая географическая энциклопедия, Том 1/Гл.ред. Григорьев А.А. М.: Советская энциклопедия - 1960, с.564
3. Хргиан А.Х. Физика атмосферы. - Ленинград: Гидрометеиздат, 1969-645с

Метеорология муссонов

Герасимович В.Ю.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Муссоны, устойчивые сезонные ветры. Летом, в сезон муссонов, эти ветры обычно дуют с мор на сушу и приносят дожди, а зимой происходит резкая смена направления на противоположное, и эти ветры дуют суши, неся сухую погоду. Некоторые регионы муссонов очень влажные, в Черрапунджив Индии, например, выпадает более 11 000 мм осадков в год. Другие же, напротив, могут быть очень сухими, как например пустыня Тар между Индией и Пакистаном, где количество осадков составляет менее 250 мм в год. Основные области муссонов расположены в Азии, где сезонные изменения ветров на противоположны являются наиболее значительными. Это происходит потому, что самый большой континент, Азия, граничит с самым большим океаном - Тихим. На меньших континентах, в Южной Америке, Африке, Австралии и в Северной Америке, действия муссонов менее выражены. На этих континентах не бывает такого влажного лета или такой сухой зимы, и потому муссоны на их территории часто называют «восточными граничными», а не настоящими муссонами. В каждом месте области муссонов в течение каждого из двух основных сезонов существует режим ветра с резко выраженным преобладанием одного направления (квадранта и октанта) над другими. При этом в другом сезоне преобладающее направление ветра будет противоположным или близким к противоположному. Таким образом, в каждой муссонной области есть зимний муссон с взаимно противоположными или, по крайней мере, с резко различными преобладающими направлениями.

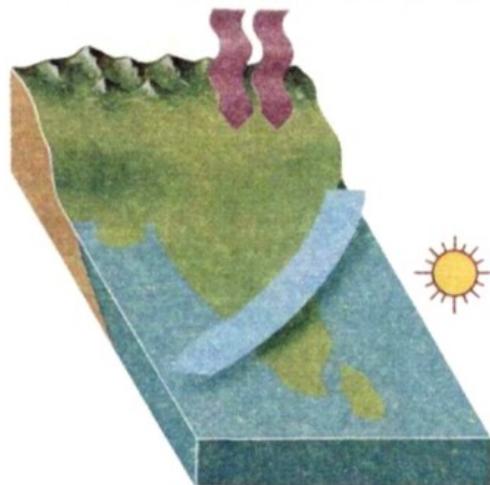
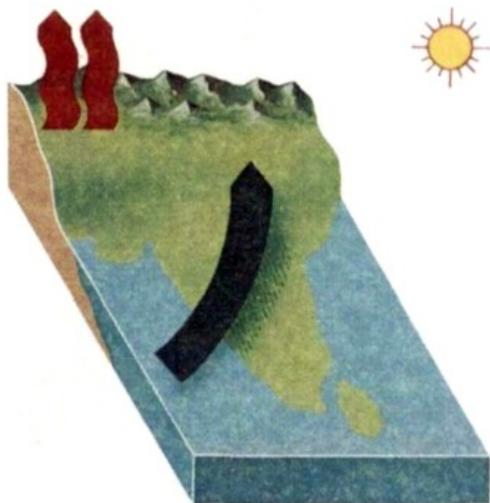
1. Основная часть

Муссон—устойчивые ветры, периодически меняющие свое направление; летом дуют с океана, зимой с суши; свойственны тропическим областям и некоторым приморским странам умеренного пояса (Дальний Восток). Муссонный климат характеризуется повышенной влажностью в летний период. В каждом месте области муссонов в течении каждого из двух основных сезонов существует режим ветра с резко выраженным преобладанием одного направления (квадранта и октанта) над другими. При этом в другом сезоне преобладающе направление ветра будет противоположным или близким к противоположному. Таким образом, в каждой муссонной области есть зимний муссон с взаимно противоположными или, по крайней мере, с резко различными преобладающими направлениями.

Летом муссоны, возникающие из-за зон низкого давления над континентом, приносят с моря влажные ветры, а зимой, наоборот, возникая из-за высокого давления над сушей, муссоны приводят к образованию сухих ветров, дующих с континента. В течение лета большие территории Азии нагреваются солнцем. Воздух над этими областями увеличивается в объеме и поднимается вверх, образуя зоны низкого давления. Затем влажные ветры с моря дуют на эти территории, принося летние муссоны. Зимой ситуация обратная—над сушей образуются зоны высокого давления, и зимние муссонные ветры дуют к морю. Пути этих ветров отклоняются под действием кориолисовой силы.

Конечно, кроме ветров преобладающего направления, в каждом сезоне наблюдаются и ветры других направлений: муссон испытывает перебои. В переходные сезоны, весной и осенью, когда происходит смена муссонов, устойчивость режима ветра нарушается. [3]

Устойчивость муссонов связана с устойчивым распределением атмосферного давления в течение каждого сезона, а их сезонная смена—с коренными изменениями в распределении давления от сезона к сезону.



Преобладающие барические градиенты резко меняют направление от сезона к сезону, вместе с этим меняется и направление ветра. В случае муссонов, как и в случае пассатов, устойчивость распределения вовсе не означает, что в течение сезона над данным районом удерживается один и тот же антициклон или одна и та же депрессия. Например, зимой над Восточной Азией последовательно сменяется целый ряд антициклонов. Но каждый из

этих антициклонов сохраняется относительно долго, а число дней с антициклонами значительно превышает число дней с циклонами. В результате антициклон получается и на многолетней средней климатической карте. Северные направления ветра, связанные с восточными перифериями антициклонов, преобладают над всеми другими направлениями ветра; это и есть зимний восточноазиатский муссон. Итак, муссоны наблюдаются в тех районах, где циклоны и антициклоны обладают достаточной устойчивостью и резким сезонным преобладанием одних над другими. В тех же областях Земли, где циклоны и антициклоны быстро сменяются друг от друга и одни мало преобладают над другими, режим ветра изменчив и непохож на муссонный. Так, обстоит дело и в большей части Европы.

Основные особенности муссонного климата—резкое преобладание осадков летом и практически полное отсутствие осадков зимой. Практически все осадки выпадают летом, тогда как в областях с другим типом климата они более равномерно распределены. Соответственно, влажность воздуха летом значительно выше, чем зимой. Например, в Бомбее (Индия) в зимние месяцы выпадает от 3 до 8 мм осадков, а в летние—от 270 до 610 мм. Местные географические условия приводят в ряде районов к формированию разновидностей Муссонного климата. Так, в Японии при весьма обильных осадках летом значительное их количество выпадает и зимой. На Востоке бассейна Средиземного моря, где летом муссонные воздушные течения направлены с суши, а зимой с моря, формируется климатэтезий с зимним максимумом осадков.

Активное изучение муссонов определяется и научными и практическими потребностями. Хозяйственный уклад многих стран и народов, проживающих на территориях с муссонным климатом, во многом зависит от этого явления. Так, слабый летний муссон в Южной и Юго-Восточной Азии приводит к засухам на п-ове Индостан и п-ове Индокитай, которые могут катастрофически влиять на урожай сельскохозяйственных культур в регионах. Наоборот, излишне активный муссон может стать причиной разрушительных наводнений. Наиболее ярко муссонная циркуляция проявляется в тропической зоне.

В некоторых частях тропических океанов, в частности в Индийском и на западе Тихого океанов, а также над Южной Азией

и в тропиках Африки и Южной Америки господствует режим тропических муссонов. Внутри тропическая зона конвергенции вместе с экваториальной ложбиной перемещается через эти области два раза в год – с юга на север и с севера на юг. Поэтому в этих областях зимой господствует восточный перенос, меняющийся летом на западный перенос. Иными словами, здесь происходит смена зимнего и летнего муссонов. П.Б. Алисов предложил называть этот климат субэкваториальным. [4]

Вместе с более или менее резкой сезонной сменой преобладающих воздушных течений происходит и смена тропического воздуха на экваториальный от зимы к лету. Температура воздуха в зоне тропических муссонов над океаном столь же высокая и имеет такую же малую годовую амплитуду, как и в экваториальном климате. Над сушей годовая амплитуда температуры больше и растет с географической широтой. Особенно это заметно на юге Азии, где тропическая муссонная циркуляция наиболее далеко распространяется на материк к северу. В субэкваториальной зоне Б.П. Алисов выделяет четыре типа климата тропических муссонов: континентальных муссонов; океанических муссонов; муссонов западных берегов; муссонов восточных берегов.

Тип континентальных тропических муссонов. Наиболее выдающейся чертой этого типа климата на континентах является резкая разница между сухим и дождливым периодами. В течение зимы в этом типе климата господствуют континентальные тропические воздушные массы с высокими температурами и отсутствием осадков. Как правило, сухие тропические воздушные массы поступают в северо-восточных потоках воздуха. Летом с приходом летнего юго-западного муссона, несущего влажные экваториальные воздушные массы, начинается дождливый период, температура несколько снижается. Количество осадков может сильно изменяться в зависимости от удаления пункта от океана, от широты, продолжительности дождливого периода, условий орографии, вертикальной мощности экваториальной воздушной массы и других факторов. Так, в Нджамене (Чад, 12°08' с.ш., 154°02' в.д.) летний муссон, несущий дождь, длится с мая по октябрь. Средняя температура во время дождливого периода меняется от 32° в мае (36 мм осадков) до 26°С в августе (257 мм осадков). В течение сухого сезона средняя температура меняется от 33 в

апреле, месяце, предшествующем летнему муссону, до 24°C в декабре и январе. Годовая амплитуда, таким образом, равна 9°C, а наибольшее снижение температуры во время летнего муссона составляет 7°C. Общее количество осадков, выпадающих во время летнего муссона, 646 мм. В Хартуме (Судан, 15°36' с.ш., 32°33' в.д.) летний муссон, несущий дожди, длится также с мая по октябрь. Однако общее количество осадков всего 164 мм и при годовой амплитуде температуры 1°C наибольшее снижение температуры в дождливом периоде составляет всего 4°C.

По мере увеличения широты продолжительность осадков и их количество уменьшаются.

Это видно уже из сравнения Нджамены и Хартума. Пример Файя-Ларджо (Чад, 18° 00' с.ш., 19° 00' в.д.) подтверждает этот вывод. Здесь продолжительность летнего дождливого периода меньше и длится с июня по сентябрь, хотя назвать это время дождливым можно с большой натяжкой, поскольку выпадает в среднем всего 16 мм осадков.

Таким образом, в типе континентальных тропических муссонов год резко разделяется на сухой (зимний) и дождливый (летний) периоды. Годовой ход температуры обнаруживает главный максимум температуры весной, главный минимум – зимой, вторичный максимум – осенью и вторичный минимум – летом во время летнего муссона. Благодаря продолжительному сухому периоду типичным ландшафтом в этом типе климата является саванна, переходящая на обращенных к полюсам перифериях в степи и полупустыни.

Тип океанических тропических муссонов.

В этом типе, также как и в континентальном, имеет место сезонная смена воздушных масс. В зимние месяцы здесь преобладает морской тропический воздух, свойства которого, естественно, сильно отличаются от свойств континентального, прежде всего по температуре и влажности.

Вместе с тем морской тропический воздух мало отличается от экваториального, приходящего с летним муссоном. Для типа океанических муссонов характерны небольшие как годовые (1–2°C), так и суточные (не превышающие 2–3°C) амплитуды температуры воздуха. Среднемесячные температуры 24–28°C. Наиболее характерная особенность климата – отсутствие сухого периода в строгом смысле слова и большая продолжительность

летнего дождливого периода. Зимний муссон северо-восточный, но так как он несет влажный морской тропический воздух, то и во время зимнего муссона выпадают дожди, однако количество их значительно меньше, чем во время летнего юго-восточного муссона, который приносит влажную экваториальную воздушную массу. [2]

На величину и распределение осадков большое влияние оказывает орография западных берегов. Так, на высоких берегах и на склонах гор, обращенных к летнему муссону, осадки резко возрастают. В Африке, на побережье Гвинейского залива (Конакри, 9,1°с.ш., 13,4°з.д.), они почти достигают 4380 мм. В Черрапунджи (Ассам, Индия) под 25,3°с.ш. и 91,8°в.д. наблюдается максимальное количество осадков на земном шаре – 21020 мм. Однако это огромное количество осадков является результатом чисто местных орографических условий.

В климате тропических муссонов также ярко проявляется муссонный годовой ход температуры, максимум которой приходится на весну. Так, в Мадрасе (Индия 13,6°с.ш., 80,3°в.д.) в мае до начала муссона 33°С, а в январе 24°С; амплитуда около 8°. В Нагпуре (21°06 с.ш., 79°03 в.д.) в мае температура 36°С, в июле и августе после установления летнего муссона 28-27°С, а в декабре она падает до 20°С.

Резко меняется по сезонам также абсолютная и относительная влажность воздуха (максимум летом) и облачность (резкий максимум летом и резкий минимум зимой).

В связи с сухой зимой для климата тропических муссонов западных берегов особенно характерен ландшафт саванн, т.е. тропической лесостепи, на востоке и в центральных районах Индии деревья даже сбрасывают листву в сухой зимний период. [1]

Тип тропических муссонов восточных берегов. Наиболее характерной отличительной особенностью этого типа от только что рассмотренного является большая продолжительность дождливого периода, часто со смещением максимума осадков на конец лета и начало осени и сравнительно влажный «сухой» период. Воздушные течения летнего муссона здесь юго-западные, южные и даже юго-восточные, зимнего–северо-восточные. Северо-восточные течения зимнего муссона до вступления на материк успевают пройти достаточно длинный путь над водной поверхностью Восточно-

Китайскогои Южно-Китайского морей и запада Тихого океана, поэтому зимний муссон здесь достаточно влажный. [4]

Заключение

В данной работе рассмотрен вопрос, связанный с метеорологией муссонов. Разобрались, что наиболее ярко муссонная циркуляция проявляется в тропической зоне. Разобрали основные типы тропических и субэкваториальных муссонов. Муссоны являются одним из феноменов в системе общей циркуляции атмосферы. Регионы с муссонной циркуляцией охватывают огромные территории. Муссоны обладают завидным постоянством сезонной смены направления ветров и выпадения осадков. Тем не менее, внутри сезонная и межгодовая изменчивость муссонов (в первую очередь различия количеств выпавших за сезон осадков) имеют важное значение для народного хозяйства стран в регионах с муссонной циркуляцией.

Литература

1. http://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечная_радиация
2. http://dic.academic.ru/dic.nsf/brokgauz_efron/95791/Солнечная
3. <http://abratsev.narod.ru/atmosphere/sun.html>
4. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1114410>

Радиолокация в метеорологии

Горбель А.Ю.

Белорусский национальный технический университет

Введение

То, что мы называем в обыденной жизни погодой, представляет собой совокупность многих метеорологических элементов и атмосферных явлений.

Современная наука о погоде метеорология располагает весьма совершенными приборами для измерения таких метеорологических элементов, как температура, влажность, давление, ветер и т. п. Однако этих данных недостаточно для характеристики погоды. Необходимо еще уметь наблюдать за атмосферными явлениями, которые являются составной частью погоды.

К их числу относятся облака, осадки, грозы, шквалы и т. д. Известно, что образование их в данном районе или вторжение, связанное с движением другой воздушной массы, вызывает изменения погоды, трудно поддающиеся предсказанию. Поэтому для ряда отраслей народного хозяйства, как, например, авиации, сельского хозяйства, транспорта и др., чрезвычайно важно знать местоположение, скорость и направление перемещения, тенденцию развития облачных полей и связанных с ними зон осадков и штормовых явлений типа интенсивных ливней, гроз и шквалов.

Более 10 лет назад за такими явлениями наблюдали только визуально. Имея ограниченный радиус действия, визуальный метод требовал для получения необходимых сведений на больших площадях огромного числа метеорологических станций и наблюдательных постов.

Из-за неоперативности способов сбора и обработки информации, обладающей большой пространственной и временной изменчивостью, практическая ценность ее резко снижалась.

Применение радиолокации явилось настоящим переворотом в метеорологии.

Возможность практически мгновенного обзора больших площадей с помощью радиолокационных станций дала в руки метеорологов качественно новое средство наблюдений и

исследований основных атмосферных явлений. В настоящее время в отечественной метеорологии широко используются такие средства в научных и оперативных целях.

1. Общие понятия радиолокации

Радиолокация (лат. locatio — размещение, расположение), область науки и техники, предметом которой является наблюдение радиотехническими методами (радиолокационное наблюдение) различных объектов (целей) — их обнаружение, распознавание, измерение их координат (определение местоположения) и производных координат и определение др. характеристик. Под радиолокацией понимают также сам процесс радиолокационного наблюдения (локации) объектов. При наличии нескольких объектов радиолокации должна обеспечивать требуемое их разрешение (раздельное наблюдение). Задачи радиолокации решаются при помощи отдельных радиолокационных станций (РЛС) и сложных радиолокационных систем. С Р. тесно связана радионавигация; часто их методы и аппаратура практически не различаются. радиолокацией — одно из важнейших направлений современной радиоэлектроники.

Для радиолокационного наблюдения используют: эхо-сигналы, образующиеся в результате отражения радиоволн от объекта, облученного РЛС; сигналы РЛС, переизлучаемые ретранслирующим устройством, находящимся на объекте, местоположение которого определяется (радиолокация с активным ответом); собственное радиоизлучение объекта — излучение радиоустройств, находящихся на объекте, или тепловое излучение самого объекта, определяющееся его температурой (пассивная радиолокация). [2]

2. Применение радиолокации в метеорологии

Радиолокация в метеорологии, применение радиолокации для метеорологических наблюдений и измерений, основанное на рассеянии радиоволн гидрометеорами, диэлектрическими неоднородностями воздуха, сопутствующими атмосферными явлениям, частицами аэрозоля и др. Кроме того, пользуются искусственными отражателями (рассеивателями), выбрасываемыми в атмосферу, типа металлизированных иголок размером $\sim l/2$, где l — длина волны, а также специальными радиолокационными отражателями или активными ответчиками — миниатюрными радиопередатчиками, поднимаемыми на шарах-зондах.

Отражения радиоимпульсов от турбулентных и инверсионных слоев в тропосфере впервые отмечены в 1936 Р. Колвеллом и А. Френдом (США) на средних и коротких волнах. Первые сообщения об обнаружении осадков с помощью радиолокаторов сантиметрового (СМ) диапазона относятся к началу 1941 (Великобритания). В 1943 в США А. Бентом и др. были организованы первые оперативные наблюдения за ливнями и грозами. В СССР В. В. Костаревым в 1943 начаты измерения скорости и направления ветра в высоких слоях атмосферы путём прослеживания движения шаров-зондов с пассивными отражателями. [1]

При помощи радиолокаторов обнаруживаются облака, осадки, области повышенных градиентов температуры и влажности, ионизированные следы молниевых разрядов и др. Из радиолокационных наблюдений получают информацию о пространственном положении, перемещении, структуре, форме и размерах обнаруживаемых объектов, а также их физических свойствах. При рассеянии радиоволн на частицах облаков и осадков в случае, когда размеры r этих частиц малы по сравнению с длиной волны l (рэлеевское рассеяние), величина радиолокационного сигнала $\sim r^6/l^4$. Столь сильная зависимость величины отражённого сигнала от размера частиц приводит к тому, что при радиолокационном наблюдении за облаками и осадками выделяются наиболее крупнокапельные области, поэтому радиолокационные изображения не всегда совпадают с визуальными размерами объекта. Интенсивность рассеянных

сигналов резко убывает с увеличением l , кроме того, на миллиметровых (ММ) и более коротких волнах сигнал сильно ослабляется, что ограничивает диапазон частот метеорологических радиолокаторов, которые поэтому, как правило, работают в СМ и ММ диапазонах волн.

Между средней мощностью отражённых сигналов и интенсивностью осадков установлены эмпирические соотношения, на основании которых определяют распределение интенсивности и количества выпадающих осадков на площади радиолокационного обзора. Более высокая точность измерения интенсивности осадков и влажности облаков достигается при измерении ослабления радиоволн. Для определения ослабления радиоволн используют двухволновые радиолокаторы. Если l сравнима с размером частицы, закон рассеяния существенно отличается от рэлеевского, и при известной частотной зависимости ослабления радиоволн измерения отражённых сигналов на нескольких длинах волн позволяют оценить размеры частиц осадков. Для несферических частиц вероятность рассеяния зависит от их формы и ориентации. По степени деполяризации отражённых сигналов можно судить о форме частиц облаков и осадков и, следовательно, об их агрегатном состоянии. Движение рассеивателей приводит к смещению частоты отражённых сигналов вследствие эффекта Доплера. Измерение доплеровского смещения частоты, а также др. параметров спектра радиолокационных сигналов, отражённых от облаков и осадков, крупных частиц аэрозоля, искусственных рассеивателей, позволяет исследовать структуру различных движений в атмосфере (ветер, турбулентность, упорядоченные вертикальные потоки). С помощью высокочувствительных радиолокационных станций обнаруживаются области повышенных градиентов показателя преломления, связанные с образованием устойчивых слоев в приземном и пограничном слоях атмосферы, а также с зонами интенсивной турбулентности при "ясном" небе на высотах до 10—15 км. Интенсивность турбулентности в "ясном" небе оценивается по величине отражённых сигналов, а также по ширине их спектра, обусловленного доплеровским смещением. [3]

Благодаря применению радиолокации в оперативные данные о ветре на различных высотах получают при любых условиях погоды. Скорость и направление ветра вычисляются по измеренным координатам радиопилота. Определение ветра часто производится

одновременно с измерением температуры, давления, влажности и др. параметров атмосферы, поэтому созданы радиолокационные станции для комплексного зондирования атмосферы, которые позволяют определять координаты радиозонда по сигналам его передатчика-ответчика и принимать телеметрическую информацию о метеорологических элементах. [4]

3. Основы современных метеорологических радиолокационных наблюдений

Метеорологическая радиолокация является основным средством получения информации об облачности, осадках и связанных с ними опасных явлениях погоды.

Получаемые на основе радиолокационных наблюдений сверхкраткосрочные прогнозы погоды и штормпредупреждения широко используются для метеорологического обеспечения транспорта (воздушного и наземного) и функционирования инфраструктуры больших городов и крупных промышленных центров.

Для автоматизации процесса наблюдений и сбора оперативной информации ИРАМ предлагает автоматизированные метеорологические комплексы АМРК «Метеор-МетеоЯчейка» АМРК «МетеоЯчейка».

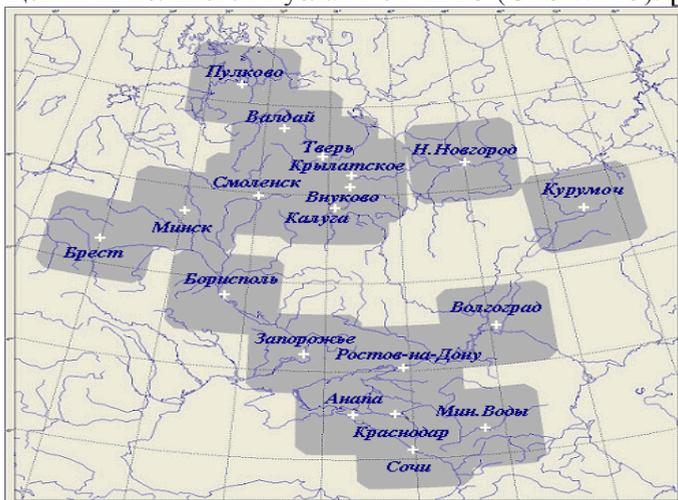
Ценность радиолокационной информации существенно возрастает при объединении данных нескольких радиолокаторов и построении композитных (сшитых) карт. В этом случае появляется возможность оперативного слежения за развитием процессов синоптического масштаба (атмосферные фронты, линии шквалов, зоны осадков) с периодом обновления информации порядка 30-60 мин

Для построения композитных карт наш институт разработал рабочую станцию (РС) РС «МАРС»

Для обмена радиолокационными данными используется международный код FM94 BUFR ('BinaryUniversalFormforDataRepresentation - FM 94 BUFR - Collectedpapersandspecification' Europeancenterformedium - rangeweatherforecasts, February 1988), что позволяет получать данные для композитной карты от различных производителей радиолокационной информации.

В настоящее время РС«МАРС» принимает и обрабатывает данные следующих автоматизированных радиолокационных систем: АМРК «Метеор-МетеоЯчейка», АМРК «МетеоЯчейка», АСУ МРЛ, АКСОПРИ. При участии специалистов фирмы Vaisala на заводе фирмы в г. Хельсинки были успешно проведены испытания расширения программного обеспечения РС«МАРС» в части раскодирования радиолокационной информации в коде BUFR проекта OPERA.

Для обмена радиолокационными данными используются каналы глобальной системы телесвязи (ГСТ) (сеть МЕКОМ, протокол TSP/IP). Использование стандартных протоколов и существующих каналов связи позволяет избежать дополнительных затрат на передачу информации. Радиолокационная информация становится доступна всем потребителям, имеющим выходы на каналы ГСТ ВМО. В качестве резервного канала может использоваться Интернет. Каждый потребитель информации сам определяет необходимый ему набор радиолокационных продуктов и метеорологических радиолокаторов. Маршрутизация сообщений выполняется в узлах ГСТ ВМО (GTS WMO). [4]



Заключение

За последние годы метеорологи узнали много нового об облаках и осадках. Было раскрыто множество загадок гроз, торнадо и циклонов, чему немало способствовала радиолокация.

Наряду с исследовательскими самолетами, которые производят измерения в свободной атмосфере, радиолокация дала в руки метеорологов новый вид наблюдений, позволяющих более эффективно описывать многие типы метеорологических ситуаций.

Другое блестящее достижение последних 30 лет быстродействующие электронно-вычислительные устройства позволило решить некоторые из сложнейших уравнений, которые описывают основные процессы в атмосфере и используются при прогнозе погоды.

Наиболее важным событием в метеорологии за последние три десятилетия является расширение круга компетентных исследователей, которые включились в изучение атмосферы. Известно, что успехи многих наук в значительной мере определяются квалификацией работающих в той или иной области лиц. В последние годы в связи с успешным запуском искусственных спутников Земли наука об атмосфере получила новые ценные данные.

Список литературы

1. Успехи радарной метеорологии / Пер. с англ. Г. Л. Шубовой. Под ред. д-ра физ.-мат. наук К. С. Шифрина. - Л.: Гидрометеиздат, 1967. - 194 с.
2. Радиолокация в метеорологии: (Радиометеорология). - Л.: Гидрометеиздат, 1966. - 351 с. с илл.; 1 л. Карт
3. Радиолокационные измерения осадков / Под ред. А. М. Боровикова и В. В. Костарева. - Л.: Гидрометеиздат, 1967. - 140 с. с илл.; 1 отд. л. схем
4. Сайт Института радарной метеорологии
http://www.iram.ru/iram/m1_rloc_ru.php

Влияние облачности на радиацию и климат

Кеда Е.И.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Облака являются наиболее изменчивой компонентой климатической системы и при этом играют ключевую роль в энергетике атмосферы. К числу наиболее актуальных разработок в области численного моделирования климата принадлежат: создание высокоразрешающих моделей для ограниченных пространственных масштабов, пригодных для параметризации динамики облачности в моделях климата; оценка вкладов облачно-радиационного воздействия (включая его суточный ход) и микрофизических процессов (с учетом роли аэрозоля) в формирование свойств и структуры облачного покрова; совершенствование алгоритмов восстановления характеристик облачности по данным дистанционного зондирования. Для решения перечисленных задач ниже будут рассмотрены методы расчета характеристик солнечной радиации (полусферических потоков, интенсивностей и поглощения), определения оптических характеристик облаков из данных радиационных измерений, влияние видов облаков на климат и методы изучения облачности планеты.

1. Влияние облачности на климат

Достаточно сложно понять поведение облаков. Исследователям лишь примерно удалось установить, как меняется облачность при повышении температуры, и как это влияет на климат.

Но новые экспериментальные разработки обещают помочь установить истину. Облака играют очень важную роль для климата. С одной стороны, они отражают в среднем 20% солнечного излучения, то есть с той стороны Земли, где день, они ее охлаждают. Научные расчеты показывают, что этот эффект очень значим. Если глобальная степень облачности увеличится примерно

на два процента, повышение степени отражения солнечных лучей может компенсировать потепление, вызванное высвобождением углерода в результате человеческой деятельности. Кроме того, облака также сдерживают около 10% термического излучения Земли как ночью, так и днем. Поэтому, так легко объяснить роль облаков в общей климатической системе. Кроме того, из-за недостатка информации об облаках, труднее делать прогнозы, насколько потеплеет на Земле в следствии парникового эффекта. Долгое время единственным источником сбора данных были наблюдения с Земли и полеты на воздушных шарах. Первые спутники 1960-х гг открыли новую эру в исследовании облаков. С их помощью ученые наконец-то получили общую картину облачности, зато перед ними встала другая проблема: если во время наблюдений с Земли не хватало данных о верхних слоях облаков, то во время наблюдений со спутника - о нижних слоях. Информация с радаров и спутников, а также собранная с помощью самолетов и кораблей, позволяет составлять прогнозы погоды. И, вопреки всему, в вопросах прогнозирования облачности и осадков прогресс незначителен. Все еще достаточно трудно понять природу облаков и отразить их образование и поведение путем компьютерного моделирования. За исключением сажи, частицы диаметром свыше 300 нанометров практически без исключения могут служить в качестве ядер конденсации для облачных капель.

Существует много видов облаков, которые по-разному отражают солнечные лучи и инфракрасное излучение с Земли, впитывают и выпускают их. Даже если из-за глобального потепления общая степень облачности относительно Земли не изменится, может измениться общее распределение видов облаков. В зависимости от этого, парниковый эффект может увеличиться или уменьшиться.

Именно это является одной из наибольших препятствий не только для прогнозирования погоды, но и для оценки уровня развития земного климата. Поэтому, собственно, в 2007 году Международная группа экспертов по изменению климата (IPCC-InternationalPanelonClimateChange) в своем докладе подтвердила, что эти ограниченные знания об образовании и поведении облаков является наибольшей погрешностью в прогнозировании глобального потепления. Наверняка мы знаем: с более теплой земли испаряется больше воды. Но это вовсе не означает, что облачность в целом увеличивается, ведь из-за высокой температуры воздуха она

может впитывать больше влаги. Кроме того, изменения климата зависят не только от изменений общей степени облачности.

Также имеются определенные изменения относительно распределения различных видов облаков. Толстые кучево-дождевые облака влияют на парниковый эффект, тонкие перистые облака имеют несколько меньшее влияние, а низкие тонкие слои облаков - почти не влияют. Эта неточность позволила Стефану Е. Шварцу (Stephen E. Schwartz) из Брукхейвенской национальной лаборатории (Brookhaven National Laboratory) в Аптон, Нью-Йорк, в 2008 году сделать вывод, что и по сей день мы не можем сказать наверняка, какое количество минеральных ресурсов следует использовать, чтобы достичь определенной верхней грани глобальной температуры.

Перисто-кучевые облака. Известны также как занавесные облака (облака-занавес), возникают тогда, когда большие массы теплого воздуха поднимаются, охлаждаются и конденсируют влагу. Таким образом, эти облака состоят преимущественно из кристаллов льда. Согласно последнему отчету Международной группы экспертов по изменению климата, для более влажных территорий характерно большее количество осадков, в то время как для засушливых - меньшее количество. Прямой связи между долговременными выбросами аэрозолей и парниковых газов, с одной стороны, и облаками и осадками - с другой, до сих пор не обнаружено. Прежде всего, это объясняется недостатком данных об аэрозолях и облаках. Надежные показатели измерений аэрозолей на поверхности имеются лишь недавно (в последние несколько десятилетий), и для немногих участков. Трехмерное моделирование глобального распределения пыли возможно лишь с помощью компьютерных технологий на основе измерений радиационного излучения на поверхности, а также на основе данных со спутников. Использование данных со спутников для анализа тенденций является, однако, проблематичным. Большинство спутников по наблюдению за атмосферой, предназначены для прогнозирования погоды, не требующей наличия стабильных сенсоров длительного назначения. Поэтому при переходе на новые системы спутников постоянно возникают сбои в измерениях, вследствие чего проблематичны четкие выводы о тенденциях, касающихся аэрозолей, облаков и радиационного баланса.

Перистые облака. Перистые облака - это облака, состоящие исключительно из льда, и находятся на значительной высоте.

Но даже при наличии качественных данных со спутников было бы очень трудно определить антропогенное воздействие человеческой деятельности на образование облаков. Причиной этого являются собственные свойства атмосферы. В крупном масштабе нижние слои атмосферы ведут себя не стабильно. Через широкие горизонтальные и вертикальные переносы воздуха и тепла сильно варьируется тип и степень облачности. Выделить информацию о человеческом влиянии на данное метеорологическое варьирование можно только путем очень точных десятилетних измерений. Процессы регионального перемещения воздушных масс, как и термодинамические процессы, влияют не только на образование облаков, но и на твердые частицы, находящиеся в этих же воздушных массах. Поэтому облака и аэрозоли часто меняются параллельно друг другу. Это может вызвать ложное утверждение о том, что между свойствами пыли и облаков существует причинная связь. С другой стороны, вполне возможно, что процессы, происходящие в облаках, подвергаются воздействию антропогенных частиц пыли. Поэтому нельзя наверняка утверждать, каким образом частицы пыли влияют на альбедо облаков, степень облачности и осадков.

Большинство существующих на сегодня моделей климата описывают процессы, происходящие примерно в 100 километрах над определенным порядком величин. Этот отрезок не охватывает большую часть процессов, связанных с облаками. В свою очередь, эти процессы описываются поверхностно, с помощью формул, параметры которых вычисляются на основе процессов. При этом, наибольшую неудачу терпят попытки смоделировать влияние частиц аэрозолей на облака и климат, поскольку этот процесс на нижнем конце шкалы. Именно поэтому влияние аэрозолей на глобальное потепление до сих пор почти не изучено.

Аэрозоли и ледовые облака. Кроме газов, частиц аэрозолей и капель воды, в облаках встречаются кристаллы льда - прежде всего, когда они переохлажденные. При этом, их температура становится такой, что, вообще-то, вся вода должна замерзнуть. Но на самом деле, большое количество воды остается в жидком состоянии, из-за отсутствия центров кристаллизации. Незначительное количество кристаллов льда, находящихся в охлажденных облаках,

увеличивается за счет капель до тех пор, пока они не начнут падать, унося с собой другие кристаллы и капли. Внутри самих облаков, и на пути между облаком и земной поверхностью, они тают в теплой воздушной массе. Это - самый распространенный способ образования осадков. [1]

Слоисто-дождевые облака. Облака этого вида часто вызывают длительные дожди, и поэтому образуют голубовато-серую, плотную, почти без контуров массу.

Какие частицы аэрозолей могут быть кристаллизационными ядрами, и какие процессы в числе возможных способствуют образованию льда, - этот вопрос пока остается без ответа. Также метеорологам, почти ничего не известно о том, почему в холодных облаках гораздо больше мелких льдинок, чем их могут образовать кристаллизационные ядра. Этот вопрос особенно важен для изучения явления выпадения дождей в тропиках и средних широтах. Холодные облака трудно исследовать. Для самолетов они опасны, потому что могут быстро покрыть поверхность самолета слоем льда. Исследование таких облаков на расстоянии с помощью спутников также неполное, потому что разница размеров, форм и расположения кристаллов льда значительно влияют на трактовку расчетов. Франк Штратманн из Института Лейбница по исследованию тропосферы в Лейпциге вместе с другими учеными провел исследование поведения холодных облаков в лабораторных условиях. Но и здесь оказалось довольно сложно сделать выводы. Чистые ледовые облака (перистые) в большинстве случаев находятся ближе к верхней границе тропосферы - в слое воздуха на расстоянии 8-18 километров над поверхностью Земли, где и создаются погодные условия. На такой высоте температура часто достигает ниже 40 С по Цельсию. Как именно образуются ледовые облака, и как они влияют на климат, - все это в дальнейшем остается недостаточно изученным для того, чтобы использовать эту информацию для моделирования погоды и климата. Поскольку до перистых облаков очень трудно добраться, и учитывая ограниченные возможности для их изучения, для определения таких параметров как количество, протяженность, форма, порядок расположения и оптические особенности, - существует мало информации. Кроме того, очень мало известно о факторах, влияющих на их образование, как: относительная влажность или перемещение воздушных масс.

В крупных лабораториях облаков, таких как AIDA при Технологическом центре Карлсруэ, ученые исследуют условия формирования облаков в масштабе до десяти метров. При этом их в первую очередь интересует роль аэрозолей как ядер конденсации. Более глубокое понимание сущности ледяных облаков является очень важным, поскольку на их образование существенно влияет человеческая деятельность. Наибольшее движение воздушных масс наблюдается у верхней границы тропосферы. При благоприятных условиях перистые облака, обусловленные движением самолетов (хорошо известные полосы конденсации), могут укрывать значительные части неба в участках, где воздушное движение очень активно. Это в 2005 году в своих исследованиях выяснил Ульрих Шуман из Института атмосферной физики при Немецком центре авиационно-космического движения в городке Оберпфaffenхофен.

Поскольку облака, в следствии своего высокого альбеда играют критическую роль, но она до сих пор еще точно не определена в количественном отношении в энергобалансе земли, для более точного определения их влияния на климат необходимы новые методики. Они хотя и существуют, но до сих пор не были реализованы. Одна из них основывается на том, что часть месяца, на который не попадают прямые солнечные лучи, видно ночью из-за того, что на него падает солнечный свет, отраженный от Земли. Астрономы говорят в таком случае о пепельном лунном свете, отражающий альбеда нашей планеты. Как уже доказали в 2003 году Энрик Палле из Института астрофизики Канарских островов в Ла-Лагуна (Тенерифе), и Йонг КИУ из Государственного университета Монтаны, что в Бозман, данное явление годится для выявления изменений отражательной способности атмосферы, вызванных изменением климата. Эти изменения могут, между прочим, быть следствием изменений облачного покрова. Альбеда освещенной солнцем части измеряется спутником NASA DISCOVER, что обеспечивает длительное наблюдение. Он должен получить постоянное местонахождение на орбите - так называемую точку Лагранжа 1. [3]

Полосы конденсации. Авиационное движение также влияет на климат, поскольку при определенных условиях самолеты вызывают образование перистых облаков в форме полос конденсации.

К сожалению, спутник пылится на складе NASA, поскольку программа претерпела сокращений из-за дефицита бюджета. Тем не

менее, на орбите кружат прототипы спутников, такие как CloudSat, которые благодаря своим активным устройствам для измерения - в частности, лидара и радара - больше всех своих предшественников пригодны для определения трехмерного распределения частиц аэрозолей, облаков и осадков во всем мире. На показатели этих спутников должны в будущем ориентироваться все климатические и погодные модели. Следующее поколение спутников, которые сейчас находятся в стадии разработки, должна объединить классические методы измерений с новейшими, чтобы по каждому участку получить максимум информации об облачности.

Данная информация поможет ученым лучше понять природу облаков, что, в свою очередь, будет способствовать повышению точности климатических и погодных моделей. Ограничивающим фактором служит емкость доступных мэйнфреймов. Единственная на сегодня модель облаков NICAM с разрешением в несколько километров, является частью японского варианта моделирования Земли (Earth Simulator), до недавнего времени была самым быстрым компьютером в мире. С ее помощью можно моделировать процессы, происходящие в облаках, гораздо лучше, чем раньше, не прибегая при этом к аппроксимации. По мнению Уильяма Д. Колинза из Калифорнийского университета (Беркли), и Масаки Сато из Университета Токио, результаты первых процессов моделирования (симуляции) существенно отличаются от других моделей с большим масштабом, относительно связи между изменениями климата и облачностью. Что именно это означает, еще необходимо исследовать. На главный вопрос о том, как повлияет антропогенная изменение климата на облачность и осадки, и какие последствия это будет иметь для глобального энергетического баланса, четких ответов пока нет. Приблизиться к ним можно, только используя новые экспериментальные и теоретические подходы. Это требует активного взаимодействия многих ученых. Более детальные прогнозы относительно масштабов глобального потепления можно ожидать только тогда, когда мы лучше изучим и поймем механизм сложного взаимодействия облаков с другими элементами системы Земли. [2]

2. Влияние облачности на радиацию

Процесс переноса солнечного излучения в облаках описывается уравнением переноса, но в отличие от безоблачной атмосферы многократное рассеяние играет ведущую роль. Здесь мы рассматриваем только горизонтально однородную атмосферу. Применительно к облачному случаю это означает рассмотрение модели бесконечно-протяженного и однородного по горизонтали облачного слоя. В природе такой модели лучше всего соответствуют слоистообразные облака. Остановимся на свойствах слоистообразной облачности, которые позволяют использовать описанные теоретические методы в применении к реальной облачности. [1]

К слоистообразным облакам нижнего яруса относят слоистые (St), слоисто-кучевые (Sc), слоисто-дождевые (Ns) облака, к слоистообразным облакам среднего яруса – высококучевые (Ac), высокослоистые (As) и к слоистообразным облакам верхнего яруса – перисто-слоистые (Cs), а также фронтальные системы облаков Ns–As, As–Cs, Ns–As–Cs. Протяженные слоистообразные облака играют важную роль в цепочке обратных связей климатической системы, существенно влияя на альбедо и радиационный баланс системы подстилающая поверхность – атмосфера, а также общую циркуляцию атмосферы. Слоистообразные облака, распространяясь на огромные пространства, могут воздействовать на изменение радиационного баланса Земли не только в региональном, но и в глобальном масштабе.

Альбедо облаков значительно выше, чем альбедо океана или суши без снежного покрова. Опираясь на этот факт и полагая, что облака препятствуют нагреванию подстилающей поверхности и подоблачного слоя атмосферы в низких и средних широтах, обычно заключали, что облачность вносит отрицательный вклад в радиационный баланс Земли. При этом в высоких широтах облака не усиливают отражения света, так как альбедо снежной поверхности тоже велико, в этом случае предполагается их преобладающая роль в нагревании атмосферы.

Однако в последние десятилетия выяснилось, что ситуация более сложная: облака сами поглощают некоторую часть падающей на них солнечной радиации, способствуя тем самым нагреванию атмосферы на всех широтах. Таким образом, на первый план в

исследовании слоистообразных облаков выходит проблема взаимодействия облачности и радиации. Для построения численных радиационных моделей облачности требуется задание адекватных оптических моделей (т.е. вполне соответствующих природе рассматриваемого явления), поэтому возникает необходимость определения оптических параметров облаков: объемных коэффициентов рассеяния и поглощения. Атмосферные аэрозоли, включаясь в процессы взаимодействия коротковолновой солнечной радиации и облачности, играют неоднозначную роль в формировании теплового режима атмосферы и подстилающей поверхности. При этом выделяют “прямое” и “непрямое” воздействие атмосферных аэрозолей. Прямое воздействие вызвано поглощением солнечной радиации сажевым и другими атмосферными аэрозолями. Непрямое воздействие объясняется тем, что атмосферные аэрозоли, особенно гигроскопичные, необходимы для конденсации водяного пара и образования капель. Поэтому более высокая концентрация аэрозолей увеличивает количество капель, а значит и оптическую толщину облака, что в свою очередь усиливает отражение солнечной радиации и уменьшает ее поглощение в атмосфере и на поверхности Земли. Из результатов самолетных радиационных наблюдений последнего десятилетия было выявлено, что влияние прямого и непрямого аэрозольных эффектов на увеличение или ослабление поглощения солнечной радиации различно в разных регионах и в разных облаках. [4]

В работе в результате детального анализа роли парникового эффекта в глобальном изменении климата подчеркивается, что на современном этапе невозможно правильно оценить радиационное воздействие облаков и аэрозолей на глобальное потепление.

Как справедливо отмечено при изучении характеристик облаков по результатам какого-либо эксперимента необходимо четко представлять себе, что получаемые характеристики и параметры облачности относятся именно к данной реализации в данный период времени. Тем не менее, наблюдается определенная повторяемость отдельных параметров слоистообразной облачности, характерная для отдельных климатических зон. Так например, преимущественная высота слоистообразных облаков в полярной и умеренной зонах находится в пределах 2 км, в тропической зоне – 3 км.

В атмосфере при образовании и прохождении атмосферного фронта слоистообразные облака, которые находятся на расстоянии не более 200 км от приземной линии фронта, называются фронтальными. По данным спутниковых наблюдений, ширина фронтальной зоны в Центральной Европе может достигать 1000 км. Длина этой зоны составляет 7000 км. Облачные зоны расчленены на макроячейки размером несколько сотен километров, которые в свою очередь состоят из облачных полос или сплошного поля, имеющего неоднородные по плотности ячейки облачной массы размером в десятки километров, .

Поля облаков верхнего яруса размером менее 200 км типичны для холодного фронта, а размером от 500 до 600 км – для теплого фронта.

Наиболее часто встречаются фронтальные облака нижнего яруса с горизонтальными размерами в пределах 50 км в условиях холодного фронта и 75 км в условиях теплого. При исследовании слоистообразной облачности вполне правомерно моделировать ее бесконечно протяженными в горизонтальном направлении слоями. Кроме того, слоистообразная облачность является весьма стабильной во времени, поэтому описываемый ниже метод определения ее оптических параметров, основанный на наземных измерениях потока солнечной радиации для разных зенитных углов Солнца (т.е. в разные моменты времени с промежутком ~ 1–2 часа), оказывается возможным применять на практике[4].

Заключение

В современной климатологии большое значение играет изучение облаков и их влияние на климат Земли и солнечное излучение. Облака в зависимости от своего расположения в атмосфере выполняют разные функции. К слоистообразным облакам нижнего яруса относят слоистые (St), слоисто-кучевые (Sc), слоисто-дождевые (Ns) облака, к слоистообразным облакам среднего яруса – высококучевые (Ac), высокослоистые (As) и к слоистообразным облакам верхнего яруса – перисто-слоистые (Cs), а также фронтальные системы облаков Ns–As, As–Cs, Ns–As–Cs. Протяженные слоистообразные облака играют важную роль в цепочке обратных связей климатической системы, существенно влияя на альбедо и радиационный баланс системы подстилающая

поверхность – атмосфера, а также общую циркуляцию атмосферы. Слоистообразные облака, распространяясь на огромные пространства, могут воздействовать на изменение радиационного баланса Земли не только в региональном, но и в глобальном масштабе.

Таким образом, на первый план в исследовании слоистообразных облаков выходит проблема взаимодействия облачности и радиации. Для построения численных радиационных моделей облачности требуется задание адекватных оптических моделей, поэтому возникает необходимость определения оптических параметров облаков: объемных коэффициентов рассеяния и поглощения.

Литература

1. Дорожная климатология: учебник для студентов специальности "Автомобильные дороги" учреждений, обеспечивающих получение высшего образования / Белорусский национальный технический университет. - Минск: БНТУ, 2005. - 483, [1] с;
2. Глобальное потепление: Докл. Гринпис: Пер. с англ. / Д.Леггетт, С.Шнайдер, Д.Вудуэлл и др.. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993. - 272 с.;
3. Ч. 1.: Метеорология, аэрология и климат. Ч. 2. Агрометеорология. Т. 7. Белорусская ССР, вып. 3-4 (за 1964-1966 гг.) - 152 с.;
4. Комплексный анализ турбулентности, облачности и осадков с использованием радиозондовых, станционных и радиолокационных измерений: Автореф. дис. на соиск. учен.степ. канд. геогр. наук: 11.00.09 / Толмачева Наталья Игоревна. - Пермь, 2000. - 15 с.

Отражение проблем диагностики в нормативно-правовых документах дорожного хозяйства Беларуси

Левашов Н. И.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Комплексная диагностика транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог — определение транспортно-эксплуатационного состояния и степени соответствия технических параметров автомобильных дорог требованиям нормативных документов. По результатам комплексной диагностики выдается заключение, в котором определяются участки дорог, не отвечающие нормативным требованиям к их транспортно-эксплуатационному состоянию и, определяют виды и состав основных работ и мероприятий по содержанию, ремонту и реконструкции с целью повышения их транспортно-эксплуатационного состояния до требуемого уровня. Результаты диагностики и оценки дорог являются предпроектными материалами и информационной базой для разработки в установленном порядке проектов реконструкции, капитального ремонта, ремонта и содержания эксплуатируемых дорог.

1. Нормативно-правовые документы диагностики автомобильных дорог Беларуси

Все объекты транспортного строительства – дороги, мосты, развязки, тоннели, элементы оборудования и обустройства – технически сложные инженерные сооружения. Обеспечение долговечности конструкций, безопасность движения и потребительские качества объектов в значительной мере определяются уровнем норм проектирования и эксплуатации. Дорожное хозяйство Беларуси располагает обширной базой действующих руководящих, нормативно-технических и методических документов.

К ним относятся правовые акты связанные с проектированием, строительством, обустройством, диагностикой, методами испытания покрытий и много различных. В своем докладе я рассмотрю нормативные акты ,связанные с диагностикой автомобильных дорог. Согласно Закону Республики Беларусь 2 декабря 1994 г. № 3434-ХІІ «Об автомобильных дорогах и дорожной деятельности», статьи 29 :обследование и диагностику автомобильных дорог организуют их владельцы для оценки соответствия транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог установленным требованиям, а также для обоснования целесообразности ремонта или реконструкции автомобильных дорог и определения объемов денежных средств, необходимых для этих целей Порядок обследования и диагностики автомобильных дорог общего пользования определяется республиканским органом государственного управления в области автомобильных дорог и дорожной деятельности. [7]

Основным нормативным документом диагностики дорог РБ является ТКП 140-2008 (02191) Автомобильные дороги. Порядок выполнения диагностики. Настоящий технический кодекс установившейся практики устанавливает порядок выполнения работ при диагностике автомобильных дорог общего пользования и оценке их состояния, а также назначения ремонтных мероприятий. Технический кодекс является обязательным для организаций, выполняющих диагностику автомобильных дорог общего пользования, оценку их транспортно-эксплуатационного состояния, планирование выполнения ремонтных мероприятий. [2]

В настоящем техническом кодексе применяются следующие термины с соответствующими определениями:

Диагностика автомобильной дороги - это обследование, сбор, анализ информации о параметрах, характеристиках и условиях работы автомобильной дороги, оценка ее транспортно-эксплуатационного состояния, необходимая для определения потребности в ремонтных мероприятиях и прогноза изменения ее состояния. [1]

Дорожное покрытие - это верхняя часть дорожной одежды, устраиваемая на дорожном основании, непосредственно воспринимающая нагрузки от транспортных средств и

предназначенная для обеспечения заданных эксплуатационных требований и защиты дорожного основания от воздействия атмосферных факторов.

Индекс ровности международный (IRI) – это показатель ровности дорожного покрытия, основанный на моделировании реакции транспортного средства, движущегося со скоростью 80 км/ч, на имеющиеся на проезжей части неровности. (Моделирование является эталонным средним скорректированным уклоном, который выражается отношением суммарного движения подвески транспортного средства к расстоянию, преодоленному за время измерений).

Прочность дорожной одежды - это Свойство конструкции, характеризующее ее способность без отказа воспринимать воздействие нормативных нагрузок и погодно-климатических факторов.

Расчетный период – это неблагоприятный по погодно-климатическим условиям период времени года, в течение которого влияние автомобильного движения на работу дорожных конструкций является наиболее существенным.

Срок службы дорожной одежды – это период времени, в пределах которого происходит снижение прочности и надежности дорожной одежды до расчетного уровня, предельно допустимого по условиям движения.

Транспортно-эксплуатационное состояние автомобильной дороги - это комплекс фактических значений параметров и характеристик дороги на момент обследования и оценки.

Оценка ТЭС – это определение степени соответствия нормативным требованиям фактических потребительских свойств автомобильных дорог, их параметров и характеристик.

Коэффициент сцепления (продольного) - это коэффициент сцепления (продольного) — отношение максимального касательного усилия, действующего вдоль дороги на площади контакта заблокированного колеса с дорожным покрытием, к нормальной реакции в площади контакта колеса с покрытием.

Период анализа - это период времени, за который осуществляется сравнение между собой эффективности применения различных стратегий ремонтов

Шероховатость дорожного покрытия – это наличие на поверхности дорожного покрытия неровностей, образуемых

чередующимися выступами и впадинами, а также собственной шероховатостью каменных материалов или искусственно созданными бороздками на поверхности дорожного покрытия

Цель диагностики автомобильных дорог состоит в получении полной, объективной и достоверной информации о ТЭС автомобильной дороги, условиях ее работы и степени соответствия фактических потребительских свойств, параметров и характеристик нормативным требованиям и безопасным условиям движения.

Что касается методов испытаний определения качества дорожного покрытия, то для этого используется такой нормативный документ, как **СТБ 1566**[8]

Этот стандарт распространяется на автомобильные дороги и устанавливает методы испытаний:

- упругих прогибов дорожных одежд нежесткого типа;
- продольной ровности дорожных покрытий;
- шероховатости дорожных покрытий;
- сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием.

Приведенные в настоящем стандарте методы испытаний применяются при строительстве новых, реконструкции, ремонте и содержании автомобильных дорог общего пользования, улиц и дорог городов, поселков и сельских населенных пунктов.

Что касается методов измерения неровностей дорожной одежды, то для этого используется **ГОСТ 38412-96**.

Этот стандарт распространяется на методы измерения неровностей поверхности оснований и покрытий автодорог, улиц в городах и сельских поселениях, а так же аэродромов в период их строительства и эксплуатации. В нем отражены такие методы, как измерения рейкой с клиновым промерником; измерение нивелиром и нивелирной рейкой; измерения с применением автомобильной установки ПКРС-2 для ускоренной предварительной оценки.

Для определения коэффициента сцепления используется **ГОСТ 30413-96**. [6]

Настоящий стандарт распространяется на метод определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием при строительстве новых, реконструкции или эксплуатации существующих автомобильных дорог общего пользования, а также улиц и дорог городов, поселков и сельских поселений.

Стандарт распространяется также на внутривозвездные дороги, подъездные и внутренние автомобильные дороги промышленных предприятия и других организации независимо от их ведомственной принадлежности.

После диагностики дорожного покрытия и последующей его оценки, назначают те или иные виды работ для устранения дефектов, к которым относятся различные виды ремонтов, реконструкций и последующего строительства дороги. Для этого используют **ТКП 059-2007(02191)**. Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее – технический кодекс) распространяется на правила производства и приемки работ при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте (далее – строительстве) автомобильных дорог общего пользования и подъездных дорог к промышленным предприятиям, а также дорог необщего пользования, за исключением временных дорог и испытательных дорог промышленных предприятий[5]

Технический кодекс устанавливает основные требования и технологию производства работ, а также правила приемки и методы контроля качества работ при строительстве автомобильных дорог.

Дополняет этот нормативный стандарт другой ТКП 068-2011 (02191).

Этот кодекс устанавливает классификацию и состав работ по строительству, реконструкции и капитальному ремонту автомобильных дорог общего пользования, в целях обеспечения эффективного использования денежных средств республиканского и местного бюджетов. Требования технического кодекса являются обязательными для организаций и предприятий независимо от форм собственности, осуществляющих разработку, экспертизу и утверждение проектной документации и производство работ по строительству, реконструкции и капитальному ремонту автомобильных дорог.

При устранении дефектов требуется вновь прибегать к нормам проектирования автомобильной дороги, для чего используем **ТКП 45-3.03-19-2006 (02250)** [9]

Настоящий технический кодекс установившейся практики распространяется на автомобильные дороги и устанавливает нормы их проектирования. Требования настоящего технического кодекса являются обязательными для всех организаций, юридических и физических лиц, осуществляющих проектирование вновь

строящихся, реконструируемых и перестраиваемых в плане и продольном профиле участков капитально ремонтируемых автомобильных дорог общего пользования.

Требования настоящего технического кодекса не распространяются на проектирование автомобильных дорог необщего пользования, а также временных автомобильных дорог.

Правила проектирования нежестких дорожных одежд при строительстве, реконструкции или капитальном ремонте обобщены в **ТКП 45-3.03-112-2008 (02250)**.

Настоящий технический кодекс установившейся практики распространяется на нежесткие дорожные одежды автомобильных дорог общего пользования и устанавливает правила проектирования при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте автомобильных дорог[4]

Заключение

В докладе представлены основные нормативно-правовые документы диагностики автомобильных дорог. Были описаны основные положения этих документов.

Порядок проведения оценки технического состояния автомобильных дорог определяет состав и периодичность работ по определению соответствия комплекса характеристик технического уровня автомобильной дороги и ее эксплуатационного состояния, обеспечивающего требуемые потребительские свойства автомобильной дороги, полученного на основании результатов комплекса работ по обследованию, сбору и анализу информации о параметрах, характеристиках и условиях функционирования автомобильной дороги, о наличии повреждений ее элементов и причин их появления, о характеристиках транспортных потоков, требованиям технических регламентов. После диагностики автомобильной дороги, в ходе которой мы используем нормативные правовые акты для сравнения уровня дефектности с нормативными значениям, принимаем решение о принятии мер до доведения допустимого уровня безопасности Беларуси.

Литература

1. Диагностика автомобильных дорог : учебное пособие / И.И. Леонович , С. В. Богданович , И. В. Нестерович. – Минск : Новое Звание ; М. : ИНФРА-М , 2011.- 350 с. (4) л. ил.:ил.- (Высшее образование)
2. ТКП 140-2008 (02191) Автомобильные дороги. Порядок выполнения диагностики.
3. ТКП 45-3.03-112-2008 (02250).Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования
4. ТКП 45-3.03-19-2006 (02250)Автомобильные дороги. Нормы проектирования
5. ТКП 059-2007 (02191) Автомобильные дороги. Правила устройства
6. ГОСТ 30413-96.Дороги автомобильные. Метод определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием
7. ТКП 068-2011 (02191) «Автомобильные дороги. Классификация и состав работ по строительству, реконструкции и капитальному ремонту
8. ГОСТ 38412-96.Дороги автомобильные и аэродромы, Методы измерений неровностей оснований и покрытий»
9. СТБ 1566 Дороги автомобильные. Методы испытаний

Вулканические процессы и их влияние на климат земли

Мацулевич А.А.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Явления вулканических извержений сопровождают всю историю Земли. Вполне вероятно, что они оказывали влияние на климат и биоту Земли. В настоящее время вулканы присутствуют на всех континентах, причем часть из них являются действующими и представляют собой не только захватывающее зрелище, но и грозные опасные явления.

Вулканы Средиземноморья связывались с божеством огня на Этне и вулканах островов Вулькано и Санторин. Считалось, что в подземных мастерских трудились циклопы.

Аристотель считал их следствием действия сжатого воздуха в пустотах Земли. Эмпедокл полагал, что причиной действия вулканов является материал, расплавленный в глубинах Земли. В XVIII веке возникла гипотеза о том, что внутри Земли существует тепловой слой, и в результате явлений складчатости этот разогретый материал иногда выносится на поверхность. В XX веке сначала идет накопление фактического материала, а потом возникают идеи. Наиболее продуктивными они стали с момента возникновения теории тектоники литосферных плит. Спутниковые исследования показали, что вулканизм — явление космическое: на поверхности Луны и Венеры были обнаружены следы вулканизма, а на поверхности спутника Юпитера Ио — действующие вулканы.

Также важно рассмотрение вулканизма с точки зрения глобального воздействия на географическую оболочку в процессе ее эволюции.

Цель доклада – изучить процессы вулканизма на Земле и его географические следствия.

1. Основные понятия о вулканизме

1.1 Понятие о процессе вулканизма

Вулкан — это место выхода магмы или грязи на поверхность из жерла. Помимо этого, возможно излияние магмы по трещинам и выход газов после извержения вне вулкана. Вулканом также называют форму рельефа, возникшего при накоплении вулканического материала.

Вулканизм — совокупность процессов, связанных с появлением магмы на поверхности Земли. Если магма появляется на поверхности, то это эффузивное извержение, а если она остается на глубине — это интрузивный процесс.

Если магматические расплавы вырвались на поверхность, то происходили извержения вулканов, носившие в основном спокойный характер. Такой тип магматизма называют эффузивным.

Нередко извержения вулканов носят взрывной характер, при котором магма не изливается, а взрывается, и на земную поверхность выпадает остывшие продукты расплава, включая застывшие капельки вулканического стекла. Подобные извержения называют эксплозивными.

Магма — это расплав силикатов, находящихся в глубинных зонах сферы или мантии. Она образуется при определенных значениях давления и температуры и с химической точки зрения представляет собой расплав, который содержит в своем составе кремнезем (Si), кислород (O₂) и летучие вещества, присутствующие в виде газа (пузырьков) либо в растворе и расплаве.

Вязкость магм зависит от состава, давления, температуры, газо- и влагонасыщения. По составу выделяют 4 группы магм — кислые, основные, щелочные и щелочноземельные.

По глубине образования выделяют 3 типа магм: пиромagma (богатый газом глубинный расплав с $T \sim 1200^\circ\text{C}$, очень подвижный, скорость на склонах до 60 км/ч), гипомagma (при больших P, недостаточно насыщена и малоподвижна, $T = 800\text{—}1000^\circ\text{C}$, как правило, кислая), эпимagma (дегазирована и не излившаяся).

Генерирование магм — следствие фракционного плавления мантийных пород под влиянием привноса тепла, разуплотнения и повышения содержания воды в отдельных зонах верхней мантии

(вода может понижать плавления). Это происходит: 1) в рифтах, 2) в зонах субдукции, 3) над горячими точками, 4) в зонах трансформных разломов.

Типы магм определяют характер извержения. Следует различать первичные и вторичные магмы. Первичные возникают на разных глубинах земной коры и верхней мантии и, как правило, имеют однородный состав. Однако, продвигаясь в верхние этажи земной коры, где термодинамические условия иные, первичные магмы изменяют свой состав, превращаясь во вторичные и образуя разные магматические серии. Подобный процесс называется магматической дифференциацией.

Если жидкий магматический расплав достигает земной поверхности, происходит его извержение. Характер извержения определяется: составом расплава; температурой; давлением; концентрацией летучих компонентов; водонасыщением. Одной из самых важных причин извержений магмы является едегазация. Именно газы, заключенные в расплаве, служат тем «двигателем», который вызывает извержение.

1.2 Строение вулканов

Магматические камеры под вулканами в плане обычно имеют форму грубой окружности, но не всегда можно определить, приближается ли их трехмерная форма к сферической или является вытянутой и уплощенной. Некоторые активные вулканы интенсивно изучались с помощью сейсмометров для определения источников вибрации, вызванной движением магмы или пузырьков газа, а также для замеров замедления искусственно генерируемых сейсмических волн, проходящих через магматическую камеру. В некоторых случаях было установлено существование нескольких магматических камер, залегающих на разных глубинах.

У вулканов классической формы (конусообразная гора) ближайшая к поверхности магматическая камера обычно связана с вертикальным цилиндрическим проходом (диаметром от нескольких метров до десятков метров), который называется подводящим каналом. Магма, извергаемая из вулканов такой формы, обычно имеет базальтовый или андезитовый состав. Место, где подводящий канал достигает поверхности, называется жерлом и обычно расположено на дне впадины на вершине вулкана,

называемой кратером. Вулканические кратеры являются результатом сочетания нескольких процессов. Мощное извержение может расширить жерло и превратить его в кратер благодаря раздроблению и выбросу окружающих пород, а дно кратера может просесть из-за пустот, оставленных извержением и утечкой магмы. Кроме того, высота краев кратера может увеличиваться в результате накопления материала, выброшенного при взрывных извержениях. Жерла вулканов не всегда находятся под открытым небом, часто они бывают заблокированы обломками или застывшей лавой, либо скрыты под водами озера или накопившейся дождевой воды.

Крупная неглубокая магматическая камера, содержащая магму реолитового состава, часто бывает соединена с поверхностью кольцевым разломом, а не цилиндрическим подводящим каналом. Такой разлом позволяет вышележащим породам двигаться вверх или вниз, в зависимости от изменения объема магмы внутри камеры. Впадину, образованную в результате уменьшения объема магмы внизу (к примеру, после извержения), вулканологи называют кальдерой. Такой же термин используется для обозначения любого вулканического кратера диаметром более 1 км, поскольку кратеры такого размера образуются больше за счет проседания земной поверхности, чем в результате взрывного выброса пород.

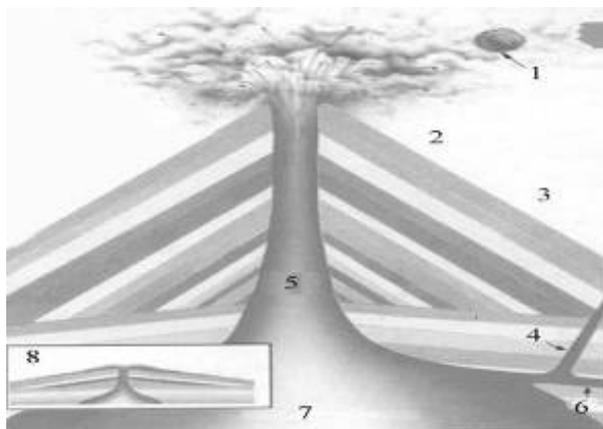


Рис. 1.1. Строение вулкана 1 - вулканическая бомба; 2 - канонический вулкан; 3 - слой пепла золы и лавы; 4 - дайка; 5 - жерло вулкана; 6 - сель; 7 - магматический очаг; 8 - щитовой вулкан.

1.3 Типы вулканических извержений

Жидкие, твердые и газообразные вулканические продукты, а также формы вулканических построек образуются в результате извержений различного типа, обусловленных химическим составом магмы, ее газонасыщением, температурой и вязкостью. Существуют разные классификации вулканических извержений, среди них выделяют общие для всех типы.

Гавайский тип извержений характеризуется выбросами очень жидкой, высокоподвижной базальтовой лавы, формирующей огромные плоские щитовые вулканы (рис. 1.2.). Пирокластический материал практически отсутствует, часто образуются лавовые озера, которые, фонтанируя на высоту в сотни метров, выбрасывают жидкие куски лавы типа лепешек, создающие валы и конусы разбрызгивания. Лавовые потоки небольшой мощности растекаются на десятки километров.

Иногда изменения происходят вдоль разломов по серии небольших конусов (рис. 1.3).



Рис. 1.2. Извержение жидкой базальтовой лавы. Вулкан Килауэа

Стромболианский тип (от вулкана Стромболи на Липарских островах к северу от Сицилии) извержений связан с более вязкой основной лавой, которая выбрасывается разными по

силе взрывами из жерла, образуя, сравнительно короткие и более мощные потоки (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Извержение стромболианского типа

При взрывах формируются шлаковые конусы и шлейфы крученых вулканических бомб. Вулкан Стромболи регулярно выбрасывает в воздух «заряд» бомб и кусков раскаленного шлака.

Плинианский тип (вулканический, везувианский) получил свое название по имени римского ученого Плиния Старшего, погибшего при извержении Везувия в 79 г. н.э. (были уничтожены 3 больших города — Геркуланум, Стабия и Помпеи). Характерной особенностью извержений этого типа являются мощные, нередко внезапные взрывы, сопровождающиеся выбросом огромного количества тефры, образующей пепловые и пемзовые потоки. Именно подвысокотемпературной тефрой были погребены Помпеи-Стабия, а Геркуланум завален грязекаменными потоками — лахарами. В результате мощных взрывов близповерхностная магматическая камера опустела, вершинная часть Везувия обрушилась и образовалась кальдера, в которого через 100 лет вырос новый вулканический конус — современный Везувий. Плинианские извержения весьма опасны и происходят внезапно, часто без всякой предварительной подготовки. К этому же типу относится грандиозный взрыв в 1883 г. вулкана Кракатау в Зондском проливе между островам Суматра и Ява, звук от которого

был слышен на расстоянии до 5000 км, вулканический пепел достиг почти 100-километровой высоты. Извержение сопровождалось возникновением огромных (25—40 м) волн в океане цунами, в которых в прибрежных районах погибло около 40 тыс. человек. На месте группы островов Кракатау образовалась гигантская кальдера.

Извержение вулкана Ключевской Сопки на рис. 1.4. наглядно демонстрирует плинианский тип.



Рис. 1.4. Извержение вулкана Ключевской Сопки в 1991 г. соответствует плинианскому типу [фото Смелова Н.П., 1994.]

Пелейский тип извержений характеризуется образованием грандиозных раскаленных лавин или палящих туч, а также ростом экструзивных куполов чрезвычайно вязкой лавы. Свое название этот тип получил от вулкана Мон-Пеле на острове Мартиника в группе Малых Антильских островов, где 8 мая 1902 г. взрывом была уничтожена вершина дремавшего до этого вулкана, и вырвавшаяся из жерла тяжелая раскаленная туча гигантских размеров в мгновение ока уничтожила город Сен-Пьер с 40 тыс. жителей. Палящая туча состояла из взвеси в горячем воздухе раскаленных обломков пепла, пемзы, кристаллов, вулканических пород. Обладая высокой плотностью, эта масса, как лавина, с огромной скоростью устремилась вниз по склону вулкана (рис. 1.5.). После извержения из жерла начала выдвигаться экструзивная

«игла» вязкой магмы, которая, достигнув высоты в 300 м, скоро разрушилась.

Извержение такого же типа произошло 30 марта 1956 г. на Камчатке, где грандиозным взрывом была уничтожена вершина вулкана Безымянного. Пепловая туча поднялась на высоту 40 км, а по склонам вулкана сошли раскаленные лавины, оставив после себя плащи пепла и пемзовые лапилли, которые, растопив обильные снега, дали начало мощным грязевым потокам. Высокая подвижность палящих туч достигается за счет выделения газов из раскаленных частиц, которые поддерживаются давлением газа, подобно кораблю на воздушной подушке.



Рис. 1.5. Извержение пелейского типа. Извержение Этны

Газовый тип извержений, при котором выбрасываются в воздух лишь обломки уже твердых, более древних пород, либо обусловлен магматическими газами, либо связан с перегретыми грунтовыми водами. В последнем случае извержения называются фреатическими (рис. 1.6).



Рис. 1.6. Вулкан Кудрявый (фреатическое извержение)

Извержения пепловых потоков были широко распространены в недавнем геологическом прошлом, но в классическом виде не наблюдались человеком. В какой-то мере такие извержения должны напоминать палящие тучи или раскаленные лавины. В любом случае на поверхность поступает магматический расплав, который, вскипая, подобно молоку, разрывается, и раскаленные лапилли пемзы, обломки стекла, окруженные раскаленной газовой оболочкой, с огромной скоростью движутся по минимальным уклонам. По существу, это своеобразный высокотемпературный «аэрозоль». Возможным примером подобных извержений могло быть извержение в 1912 г. в районе вулкана Катмай на Аляске, когда из многочисленных трещинных жерл излился пепловый поток, распространившийся примерно на 25 км вниз по долине (рис. 1.7). Он имел мощность около 30 м. В центральной части потока частицы оказались слабо сваренными, а из потока долгое время поднимался пар, за что долина и получила название «Десять тысяч дымов». Важно подчеркнуть, что объем пепловых потоков, может достигать десятков и сотен кубических километров, что говорит о быстром опорожнении очагов с кислым расплавом. [2]



Рис. 1.7. Окрестности вулкана, покрытые пеплом и вулканическими бомбами

Нередко извержения разного типа происходят в мелководных условиях — в океанах и морях. Тогда их отличает образование огромного количества пара, возникающего от соприкосновения горячей магмы с водой. Такие извержения называются гидрорэксплозивными.

Грязевой вулканизм — это периодическое или непрерывное извержение газа, воды, иногда с пленками нефти, обломками пород и сопочной грязи. Грязь растекается по склону сопки, наращивая сопочный конус (рис. 1.8). Извержения происходят через некоторые промежутки времени, сопровождаются бурными выделениями газов (взрывов) и иногда выбросами на значительную высоту. После извержения в кратере остаются мелкие сорочки. Проявления грязевого известны в Предкавказье Крыму (около Феодосии), на Апшеронском полуострове Каспия, на Сахалине, Камчатке и др.. [3]



Рис. 1.8. Вид грязевого вулкана

2. Основные вулканические пояса Земли

В настоящее время на земном шаре насчитывается несколько тысяч потухших и действующих вулканов, причем среди потухших вулканов многие прекратили свою деятельность десятки и сотни тысяч лет, а в ряде случаев и миллионы лет назад (в неогеновый и четвертичный периоды), некоторые относительно недавно. По данным В.И. Влодавца общее количество действующих вулканов (с 1500 г. до н. э.) составляет 817, в число которых входят вулканы сольфатарной стадии (201).



Рис. 2.1. Карта распределения вулканизма

Как показывает рис. 2.1., в географическом распределении вулканов намечается определенная закономерность, связанная с новейшей историей развития земной коры. На материках вулканы располагаются главным образом в их краевых частях, на побережьях океанов и морей, в пределах молодых тектонически-подвижных горных сооружений. Особенно широко развиты вулканы в переходных зонах от материков к океанам – в пределах островных дуг, граничащих с глубоководными желобами. В океанах многие вулканы приурочены к срединно-океаническим подводным хребтам. Таким образом, основной закономерностью распространения вулканов является их приуроченность только к

подвижным зонам земной коры. Расположение вулканов в пределах этих зон тесным образом связано с глубокими разломами, достигающими подкоровой области. Так, в островных дугах (Японской, Курило-Камчатской, Алеутской и др.) вулканы распространены цепями по линиям разломов, преимущественно продольных разломов поперечными и косыми. Некоторая часть вулканов встречается и в более древних массивах, омоложенных в новейший этап складчатости образованием молодых глубоких разломов. [1]

2.1 Тихоокеанская зона

Тихоокеанская зона характеризуется наибольшим развитием современного вулканизма. В ее пределах выделены две подзоны: подзона краевых частей материков и островных дуг, представленных кольцом вулканов, окружающим Тихий океан, и подзона собственно Тихоокеанская с вулканами на дне Тихого океана. При этом в первой подзоне извергается преимущественно андезитовая лава, а во второй – базальтовая.

Первая подзона проходит через Камчатку, где сосредоточено около 129 вулканов, из которых 28 проявляют современную деятельность. Среди них наиболее крупные – Ключевская Сопка, Карымский, Шивелуч, Безымянный, Толбачик, Авачинская Сопка и др. От Камчатки эта полоса вулканов тянется на Курильские острова, где известно 40 действующих вулканов, в их числе могучий Алаид. Южнее Курильских располагаются Японские острова, где около 184 вулканов, из которых свыше 55 действовало в историческое время. В их числе Бандай и величественный Фудзияма. Далее вулканическая подзона идет через острова Тайвань, Новую Британию, Соломоновы, Новые Гебриды, Новую Зеландию и затем переходит на Антарктиду, где на о. Росса возвышаются четыре молодых вулкана. Из них наиболее известны Эребус, действовавший в 1841 и 1968 гг., и Террор с боковыми кратерами.

Описываемая полоса вулканов переходит далее на Южно-Антильский подводный хребет (погруженное продолжение Анд), вытянутый к востоку и сопровождаемый цепью островов: Южные Шетландские, Южные Оркнейские, Южные Сандвичевы, Южная Георгия. Далее она продолжается вдоль побережья Южной

Америки. Вдоль западного берега поднимаются высокие молодые горы – Анды, к которым приурочены многочисленные вулканы, расположенные линейно, вдоль глубинных разломов. Всего в пределах Анд имеется несколько сотен вулканов, из которых многие действуют в настоящее время или действовали в недалеком прошлом и некоторые достигают огромных высот (Аконкагуа – 6962 м, Тупунгата—6700 м).

Наиболее напряженная вулканическая деятельность наблюдается в пределах молодых сооружений Центральной Америки (Мексика, Гватемала, Сальвадор, Гондурас, Коста-Рика, Панама). Здесь известны величайшие молодые вулканы: Попокатепетль, Орисаба, а также Исалько, называемый маяком Тихого океана из-за непрерывных извержений. К этой активной вулканической зоне примыкает Малоантильская вулканическая дуга Атлантического океана, где, в частности, находится знаменитый вулкан Мон-Пеле (на о. Мартиника).

В пределах Кордильер Северной Америки действующих в настоящее время вулканов не так много (около 12). Однако наличие мощных лавовых потоков и покровов, а также разрушенных конусов свидетельствует о предшествующей активной вулканической деятельности. Тихоокеанское кольцо замыкается вулканами Аляски со знаменитым вулканом Катмай и многочисленными вулканами Алеутских островов.

Вторая подзона – собственно Тихоокеанская область. За последние годы на дне Тихого океана обнаружены подводные хребты и большое число глубоких разломов, с которыми связаны многочисленные вулканы, то выступающие в виде островов, то находящиеся ниже уровня океана. Преобладающая часть островов Тихого океана обязана своим возникновением вулканам. Среди них наиболее изучены вулканы Гавайских островов. По данным Г. Менарда, на дне Тихого океана находится около 10 тысяч подводных вулканов, возвышающихся над ним на 1 км и более. [6]

2.2 Средиземноморско-Индонезийская зона

Эта зона активного современного вулканизма также разделяется на две подзоны: Средиземноморскую, Индонезийскую.

Средиземное море и сопряженные и ним области континентов отличаются большой тектонической подвижностью.

Наибольшая вулканическая активность наблюдается на западном побережье Италии в Тирренском море. Близ Неаполя возвышается Везувий с его соммой, а несколько западнее – Флегрейские поля, знаменитые длительной сольфатарной деятельностью. И, наконец, на самом Юге Италии – в Сицилии – возвышается величественная Этна с ее многочисленными паразитическими конусами. В Тирренском море севернее Сицилии расположены вулканы Липарских островов и среди них – Вулькано и Стромболи, описанные выше, а к западу от Неаполя – вулканы о. Искья. Вторым районом проявления молодого вулканизма в Средиземноморской зоне является Эгейское море, а именно группа островов Санторин с вулканами Милос и действующим Санторин, последнее извержение которого было в 1945 г.

Гораздо большей вулканической активностью характеризуется Индонезийская подзона. Это типичные островные дуги, подобные Японской, Курильской, Алеутской, ограниченные разломами и глубоководными впадинами. Здесь сосредоточено очень большое количество действующих, затухающих и потухших вулканов. Лишь на о. Ява и четырех островах, расположенных восточнее, насчитывается 90 вулканов, и десятки вулканов потухших или находящихся в стадии затухания. Именно к этой зоне приурочен описанный вулкан Кракатау, извержения которого отличаются необычайно грандиозными взрывами. На востоке Индонезийская подзона смыкается с Тихоокеанской.

Между активными Средиземноморской и Индонезийской вулканическими подзонами располагается ряд потухших вулканов во внутриматериковых горных сооружениях. К ним относятся потухшие вулканы Малой Азии, наибольшие из них – Эрджиас и др.; южнее, в пределах Турции, возвышается Большой и Малый Арарат, на Кавказе – двуглавый Эльбрус, Казбек, вокруг которых имеются горячие источники. Далее, в хребте Эльбрус, расположен вулкан Демавенд и др.. [4]

2.3 Атлантическая зона

В пределах Атлантического океана современная вулканическая деятельность, за исключением указанных выше Антильских островных дуг и района Гвинейского залива, не затрагивает континентов. Вулканы приурочены главным образом к

Срединно-Атлантическому хребту и его боковым ответвлениям. Часть крупных островов в их пределах – вулканические. Ряд вулканов Атлантического океана начинается на севере с о. Ян-Майен. Южнее располагается о. Исландия, на котором насчитывается большое число действующих вулканов и где сравнительно недавно происходили трещинные излияния основной лавы. В 1973 г. в течение шести месяцев происходило крупное извержение Хельгафель, в результате которого мощный слой вулканического пепла покрыл улицы и дома г. Вестманнаэйяр. Южнее расположены вулканы Азорских островов, островов Вознесения, Асунсьен, Тристан-да-Кунья, Гоф и о. Буве.

Особняком стоят вулканические острова Канарские, Зеленого Мыса, Св. Елены, расположенные в восточной части Атлантического океана, вне срединного хребта, близ берегов Африки. Отмечается большая интенсивность вулканических процессов на Канарских островах. На дне Атлантического океана также много подводных вулканических гор и возвышенностей. [5]

2.4 Индоокеанская зона и вулканы центральных частей континентов

В Индийском океане также развиты подводные хребты и глубокие разломы. Здесь много потухших вулканов, свидетельствующих об относительно недавней вулканической деятельности. Многие острова, разбросанные вокруг Антарктиды, по-видимому, также вулканического происхождения. Современные действующие вулканы распложены около Мадагаскара, на Коморских островах, о. Маврикий и Реюньон. Южнее известны вулканы на островах Кергелен, Крозе. На Мадагаскаре встречаются недавно потухшие вулканические конусы.

Вулканы центральных частей континентов представляют относительно редкое явление. Наиболее яркое проявление современный вулканизм получил в Африке. В районе, прилегающем к Гвинейскому заливу, возвышается крупный стратовулкан Камерун, последнее его извержение было в 1959 г. В Сахаре на вулканическом нагорье Тибести располагаются вулканы с огромными кальдерами (13-14 км.), в которых находится по несколько конусов и выходы вулканических газов и горячих источников. В Восточной Африке проходит известная система

глубинных разломов (рифтовая структура), протягивающаяся на 3,5 тыс. км от устья Замбези на юге до Сомали на севере, с которой и связана вулканическая деятельность. Среди многочисленных потухших вулканов есть действующие вулканы в горах Вирунга (район оз. Киву). Особенно известны вулканы в Танзании и Кении. Здесь находятся действующие крупные вулканы Африки: Меру с кальдерой и соммой; Килиманджаро, конус которого достигает высоты 5895 м. (высшая точка Африки); Кения к востоку от озера Виктория. Ряд действующих вулканов расположен параллельно Красному морю и непосредственно в самом море. Что же касается самого моря то в его разломах выходит на поверхность базальтовая лава, что является признаком уже океанической коры, которая здесь уже сформировалась.

В пределах Западной Европы действующих вулканов нет. Потухшие вулканы имеются во многих странах Западной Европы – во Франции, в Прирейнском районе Германии и других странах. В ряде случаев с ними связаны выходы минеральных источников. [7]

3. Поствулканические явления и роль вулканизма в преобразовании рельефа и климата Земли

3.1 Поствулканические явления

После извержений, когда активность вулкана прекращается навсегда либо он только «дремлет» в течение тысяч лет, на самом вулкане и в его окрестностях происходят процессы, связанные с остыванием магматического очага. Эти процессы называются поствулканическими.

Выходы вулканических газов на поверхность называются фумаролами (от лат. «фумо» — дым).

Очень часто фумаролы приурочены к радиальным и кольцевым трещинам на вулканах (рис. 3.1). Фумарольные газы связаны как с первичными эманациями из магматического расплава, так и с нагреванием грунтовых вод и превращением их в пар. Фумаролы подразделяют на сухие высокотемпературные, кислые, щелочно-нашатырные, сернистые, или сероводородные (сульфатары, от итал. «сульфур» — сера) и углекислые (мофетты, от итал. «мофетта» — место зловонных испарений). Знаменитые фумаролы вулкана Сольфатара около Неаполя действуют уже

тысячи лет без изменения. Мофетты — это фумаролы с температурой 100°C и ниже, выделяющие преимущественно углекислоту с примесью азота, водорода, метана и располагающиеся вблизи действующих вулканов или в области потухших вулканов (рис. 3.1.). Впадины, где находятся мофетты, называют долинами смерти, так как животные, попадая туда, задыхаются из-за скопления тяжелого CO₂.



Рис. 3.1 Фумаролы Камчатки

Горячие источники, или термы, широко распространены в областях современного и новейшего вулканизма. Однако не все термы связаны с вулканами, так как с глубиной температура увеличивается, и в районах с повышенным геотермическим градиентом циркулирующая атмосферная вода нагревается до высоких температур. Горячие источники вулканических областей (например, в Йеллоустонском парке США, в Италии, Новой Зеландии, на Камчатке, на Кавказе) обладают изменчивым составом воды и разной температурой. Горячие воды изменяют окружающие породы, откладывая в них окислы и сульфиды железа и изменяя их до глины, превращающейся в кипящую грязь, как, например, в районе Паужетки на Камчатке, где известны многочисленные булькающие котлы с красноватой грязью температурой около 100°C.

Гейзеры — это горячие источники, вода которых периодически фонтанирует и выбрасывается вверх на десятки метров. Свое название такие источники получили от Великого Гейзера в Исландии, струя которого 200 лет назад била вверх на 60 м каждые полчаса. Ряд гейзеров, несомненно, связан с вулканическими районами, например, в Исландии, на Камчатке, в Индонезии, Кордильерах Северной Америки, в Японии и других местах. Высота фонтана гейзеров, как и температура воды на выходе, сильно различается, но последняя обычно колеблется от 75° до 100°С. Характерной чертой гейзеров является их короткая жизнь, часто они «умирают» за счет обвалов стенок канала, понижения уровня грунтовых вод и т.д. Наиболее грандиозным гейзером был Уаймангу (что значит «Крылатая вода») в Новой Зеландии, существовавший всего 5 лет и выбрасывавший мощный фонтан почти на полкилометра вверх. Интервалы между извержениями у гейзеров варьируют от нескольких минут до часов и дней. Большое количество растворенных веществ в горячей воде гейзеров откладывается вокруг их устья, образуя скопления гейзеритов.

Наиболее удивительный механизм функционирования гейзера, предложенный еще в прошлом веке, заключается в том, что в трубообразном канале, заполненном водой, нижняя часть ее столба нагревается выше точки кипения. Однако за счет веса столба воды предотвращается вскипание. Наконец, кипение все же начинается в каком-то месте, и ряд расширяющихся пузырей выталкивает часть воды из столба, что сразу же вызывает падение давления внизу столба воды, мгновенно начинается бурное кипение. Процесс идет лавинообразно, пока вся вода не превратится в пар, и он не вытолкнет вверх всю горячую воду. Затем канал вновь наполнится водой, она нагреется, и процесс начнется сначала.

Кислотные озера — это озера, образовавшиеся в кальдере вулкана из-за сильного насыщения воды кислотными составляющими. Такие озера встречаются на Камчатке, в Африке. Насыщенность кислотами бывает настолько велика, что быстро приводит в непригодное состояние большинство химических сосудов для взятия проб, не говоря уже об опасности для живого организма (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Кислотное озеро – кальдера. Вулкан Малый Семьячик на Камчатке

3.2 Роль вулканизма в преобразовании рельефа и климата Земли

Воздействие вулканических процессов на рельеф необыкновенно обширно. Особой формой макрорельефа являются собственно вулканические постройки крупного размера (горы-вулканы) — Ключевская сопка, Кроноцкая сопка, Авача, Толбачик, Безымянный, Шивелуч и т. д. и шлаковые конусы. Особые формы рельефа представляют собой застывшие вулканические потоки (кегурники) и скопления рыхлого материала, в большом количестве встречающиеся в отрицательных формах рельефа. Извержения, как правило, приводят к резкому таянию ледников и снегов, вызывающему сход лавин и селей, которые проявляют опосредованное воздействия вулканического фактора на рельеф.

Вулканические извержения могут влиять на климат в регионах, расположенных далеко за пределами зоны выпадения кислотных дождей, возникающих при пассивной дегазации. Газ или пепел от эруптивной колонны, проникающий в стратосферу, может разноситься по всему полушарию высотными воздушными течениями. Если извержение происходит ближе к экватору, затронутыми оказываются оба полушария. Основание стратосферы

находится примерно в 9 км над уровнем моря у полюсов и в 16 км у экватора, поэтому туда может попасть лишь материал вулканического извержения мощностью не менее 3 или 4 по шкале VEI.

Одним из важнейших типов аэрозоля, оказывающих влияние на климатическую систему, является вулканический аэрозоль, который образуется за счет выбросов продуктов извержения вулканов в стратосферу. Фоновое количество серосодержащих аэрозолей определяется притоком серосодержащих газообразных соединений их тропосферы. К наиболее крупным вулканическим извержениям последних 300 лет можно отнести извержения вулканов Тамбора (Индонезия) в 1815 г. (с объемом выбросов около 150 км^3), Косегуина (Никарагуа) в 1935 г. (с объёмом выбросов около 50 км^3), Катмай на Аляске (20 км^3) в 1912 г., Кракатау в Индонезии (18 км^3) в 1883 г., 15-16 июня 1991 г. На о. Лусон (Филиппины) произошло наиболее сильное в 20-м веке извержение 21 млн. т. За три недели вулканическое облако обошло Землю три раза, двигаясь в восточном направлении со скоростью 20м/с, во время чего и произошло формирование стратосферного аэрозоля. В первый месяц большая часть аэрозольной массы концентрировалась в поясе между 20° и 30° с.ш., однако через несколько месяцев вулканический аэрозоль был распределён уже над всем земным шаром.

Частицы пепла и аэрозольные капли поглощают солнечный свет, что приводит к понижению температуры на Земле и в нижних слоях атмосферы. Таким образом, крупное вулканическое извержение нагревает верхние слои атмосферы, где происходит абсорбция, но охлаждает поверхность и нижнюю часть атмосферы. Микроскопические частицы пепла, выброшенные в стратосферу, осаждаются примерно за три месяца, но аэрозольные капли серной кислоты могут плавать в воздухе в течение нескольких лет. Таким образом, крупные извержения, связанные с мощными выбросами двуокиси серы, оказывают наиболее значительное и устойчивое влияние на климат. Пепловые и газовые облака от нескольких извержений, проникавшие в стратосферу за последние 250 лет, могли оказывать такое воздействие, главным образом поглощая солнечный свет, но, также нарушая химическое равновесие, что привело к временному уменьшению количества озона, защищающего поверхность земли от вредного ультрафиолетового

излучения. Очень крупное извержение может оказать пагубный эффект на глобальную экономику, изменив климат и разрушив экосистемы, которые уже стали неустойчивыми из-за человеческой деятельности.

Последствия извержений меньшего масштаба имеют локальный характер. Вулканические газы, такие, как двуокись серы и углекислый газ, даже если они не образуют аэрозольные капли, могут усиливать парниковый эффект, при котором происходит разогрев нижних слоев атмосферы, поскольку эти газы поглощают инфракрасное излучение, испускаемое нагретой поверхностью Земли. [8]

Заключение

Современные действующие вулканы представляют собой яркое проявление эндогенных процессов, доступных непосредственному наблюдению, сыгравшее огромную роль в развитии географической науки. Однако изучение вулканизма имеет не только познавательное значение. Действующие вулканы наряду с землетрясениями представляют собой грозную опасность для близко расположенных населенных пунктов. Моменты их извержений приносят часто непоправимые стихийные бедствия, выражающиеся не только в огромном материальном ущербе, но иногда и в массовой гибели населения. Хорошо, например, известно извержение Везувия в 79 г. н.э., уничтожившее города Геркуланум, Помпею и Стабию, а также ряд селений, находившихся на склонах и у подножия вулкана. В результате этого извержения погибло несколько тысяч человек.

Так современные действующие вулканы, характеризующиеся интенсивными циклами энергичной эруптивной деятельности и представляющие собой, в отличие от своих древних и потухших собратьев, объекты для научно-исследовательских вулканических наблюдений, наиболее благоприятные, хотя далеко не безопасные.

Чтобы не сложилось впечатление, что вулканическая деятельность приносит только бедствия, следует привести такие краткие сведения о некоторых полезных сторонах.

Огромные выброшенные массы вулканического пепла обновляют почву и делают ее более плодородной. Выделяющиеся в

вулканических областях пары воды и газы, пароводяные смеси, и горячие ключи стали источниками геотермической энергии. С вулканической деятельностью связаны многие минеральные источники, которые используются в бальнеологических целях. Продукты непосредственной вулканической деятельности – отдельные лавы, пемзы, перлит и др. находят применение в строительной и химической промышленности. С фумарольной и гидротермальной деятельностью связано образование некоторых полезных ископаемых, таких, как сера, киноварь, и ряд других. Вулканические продукты подводных извержений являются источниками накопления полезных ископаемых таких, как железо, марганец, фосфор и другие.

Вулканизм как процесс до конца не изучен, и перед человечеством еще много неразгаданных загадок помимо вулканизма и их надо кому-то разгадывать. Изучение современной вулканической деятельности имеет важное теоретическое значение, так как помогает понять процессы и явления, происходившие на Земле в давние времена.

Список литературы:

1. Апродов В.А. Вулканы. / В.А. Апродов. – М., 1982. – 367 с.
2. Болт Б.А. Геологические стихии./ Б.А. Болт. – М., 1978. – 439 с.
3. Владовец В.И. Вулканы Земли./ В.И. Владовец. – М., 1973. – 174 с.
4. <http://www.kcs.iks.ru/iv/volcanoes/kluch.html>
5. http://vkontakte.ru/photo-6053123_120951617
6. <http://www.sakhalin.ru/Region/Volcano/Kudr9910.html>
7. <http://www.edukids.narod.ru/zemlia/gl4/21.html>
8. <http://www.marshruty.ru/PhotoFiles/8/e/7/2/8e72481f88a044cdb0b746c21330e62e/large/фумаролы.jpg>

Законы атмосферной оптики и их использование при определении видимости

Мекшило А. Д.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Многие законы оптики были открыты в древности. Так, закон прямолинейного распространения света встречающийся в сочинении по оптике, приписываемому Евклиду. Закон отражения света также упоминается в «Оптике» Евклида. Явление преломления света было известно уже Аристотелю.

Современная атмосферная оптика включает в себя информацию о физическом состоянии атмосферных планет, различные размеры классической оптики, теории переноса излучения атомной и молекулярной спектроскопии, электродинамики.

Истоки современной атмосферной оптики лежат в оптических науках, которые сами во многом формировались по основе наблюдений естественных оптических явлений. В изучении различных атмосферных оптических явлений принимали участие такие ученые, как Ньютон, Эйлер, Ремер, Фуко, Ломоносов и многие другие.

На первых этапах развития атмосферной оптики основное внимание уделялось таким направлениям исследований, как теории видимости, радиационной энергетике атмосферы. В настоящее время она изучает и описывает самые разнообразные оптические явления, как с энергетической точки зрения, так и с точки зрения угловых, спектральных и временных зависимостей характеристик поля излучения и факторов их определяющих.

Недостаточная видимость понимается как временное положение, вызванное погодой или другими явлениями (туман, дождь, снегопад, метель, сумерки, дым, пыль, брызги воды и грязи, слепящее солнце), когда расстояние, на котором рассматриваемый объект возможно отличить от фона, составляет менее 300 метров.

Эти погодные условия оказывают существенное влияние на безопасность дорожного движения. Поэтому очень важно понимать всю суть этого вопроса. [2]

1. Атмосферная оптика и её законы

Атмосферная оптика является частью физики атмосферы — науки о физических процессах в атмосфере Земли (а также и других планет). Тематика физики атмосферы включает теоретическое описание и экспериментальное изучение всех атмосферных явлений. Физика атмосферы и, в частности, оптика атмосферы связаны и с достаточно удаленными по тематике научными дисциплинами, поскольку атмосферные процессы оказывают влияние практически на все аспекты человеческой жизни.

Сферой интересов современной оптики атмосферы являются:

- процессы трансформации в атмосфере и на поверхности энергии излучения Солнца и формирование различных типов собственного излучения как компонентов радиационного баланса планеты;
- процессы распространения и трансформации излучения различных типов (солнечного, теплового, неравновесного), определяющие временные, пространственные, угловые, поляризационные и другие характеристики полей излучения, в частности освещение поверхности;
- поле излучения как источник информации об оптических и физических характеристиках атмосферы и поверхности.

Основные законы оптики:

Закон прямолинейного распространения света: в оптически однородной среде свет распространяется прямолинейно. Опытным доказательством этого закона могут служить резкие тени, отбрасываемые непрозрачными телами при освещении светом источника достаточно малых размеров. На границе раздела двух прозрачных сред свет может частично отразиться так, что часть световой энергии будет распространяться после отражения по новому направлению, а часть пройдет через границу и продолжит распространяться во второй среде.

Закон отражения света: падающий и отраженный лучи, а также перпендикуляр к границе раздела двух сред,

восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости. Угол отражения γ равен углу падения α .

Закон преломления света: падающий и преломленный лучи, а также перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости. Отношение синуса угла падения α к синусу угла преломления β есть величина, постоянная для двух данных сред.

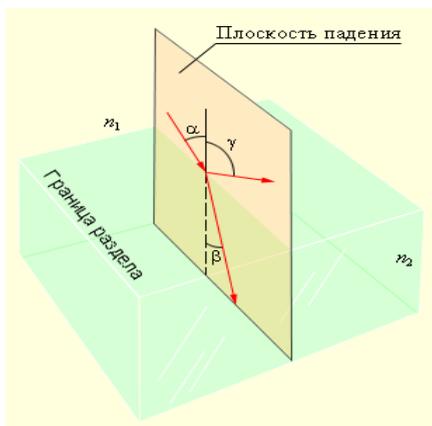


Рис. 1— Законы отражения и преломления: $\gamma = \alpha; n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$.

2. Понятие о прозрачности атмосферы и метеорологической дальности видимости

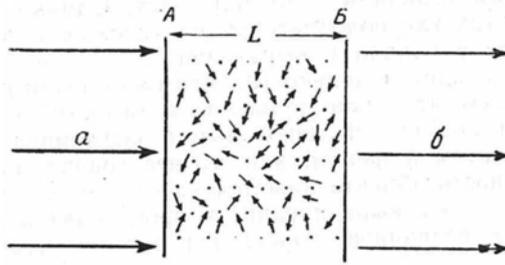


Рис. 2 – Схема ослабления луча, проходящего замутненный слой длиной L

Для оценки прозрачности атмосферы можно рассмотреть схему (рис.2). Пусть слой воздуха, ограниченный стенками AB длиной L содержит во взвешенном состоянии мельчайшие частицы воды и пыли. На границу A этого слоя падает световой луч с энергией a . Энергия этого луча условно изображена в виде линии определенной толщины. На протяжении всего слоя от A до B луч света будет все время сталкиваться со взвешенными частицами, причем каждая как бы захватит энергию этого луча и рассеет ее в разные стороны. Очевидно, что чем больше будет этих взвешенных частиц, тем чаще будут столкновения луча с ними, тем больше энергии будет отнято от этого луча и рассеяно в разные стороны. Поэтому по выходе из границы B луч света будет обладать уже меньшей энергией b по сравнению с той, которую он имел в момент падения на границу A (луч b изображен более тонкой линией, чем луч a). Величина прозрачности τ слоя L определяется как отношение $\tau = b/a$, т.е. как отношение энергии светового луча, выходящего из данного слоя, к энергии луча, входящего в слой.

В дни с очень большими значениями дальности видимости, когда в приземных слоях находится незначительное число взвешенных частиц, прозрачность атмосферы даже в слоях длиной в несколько километров настолько велика, что луч с энергией b мало отличается от луча с энергией a . Следовательно, значение дроби b/a , или прозрачность τ , близко к единице.

Наоборот, дни с плохой видимостью означают, что прозрачность атмосферы вследствие большого количества взвешенных частиц в данном объеме невелика. Другими словами, энергия лучей, выходящих из слоя L , вследствие сильного рассеяния в этом слое может оказаться значительно меньше энергии лучей, входящих в

этот слой. В этом случае величина дроби b/a , а следовательно, и прозрачность τ , может быть близкой или даже равной нулю.

Таким образом, значения прозрачности какого-либо слоя атмосферы (в метеорологии в качестве слоя единичной длины принимается слой, равный 1 км) колеблются между 1, или 100% (полностью прозрачный слой), и 0, или 0% (непрозрачный слой). Когда говорят, что прозрачность слоя равна 0,80, или 80%, то это означает, что из этого слоя выходит 80% энергии упавшего луча, а остальные 20% рассеиваются взвешенными частицами.

Помутнение атмосферы с точки зрения количества взвешенных частиц и их размеров можно характеризовать не только прозрачностью, т. е. не только отношением энергии лучей, вышедших из слоя, к энергии упавших лучей, но также и значением доли рассеянной в этом слое энергии. Для вычисления дальности видимости даже удобнее пользоваться не величиной прозрачности слоя, а именно значением рассеянной энергии лучей, прошедших через этот слой.

Между прозрачностью τ единичного слоя и величиной рассеянной в нем энергии a теория дает такую зависимость:

$$\tau^L = 2,7^{-aL},$$

где 2,7 — основание натуральных логарифмов,

a — показатель рассеяния (показателем ослабления луча). Его численное значение показывает, на какую долю уменьшается энергия луча по прохождении слоя единичной длины.

Во всех странах мира при определении видимости в качестве стандартной длины принят слой атмосферы в 1 км.

Ввиду большой практической значимости определение прозрачности атмосферы давно входит в круг обязанностей гидрометеостанций во всех странах мира. Состояние прозрачности атмосферы помогает понять процессы, происходящие в атмосфере. Проектировщики городов, изыскатели воздушных трасс, строители аэродромов все чаще обращаются за сведениями климатологического характера о прозрачности целых районов страны. Но, помимо этого, значение прозрачности атмосферы (как показателя степени видимости объектов и огней) имеет все большее

и большее значение для обеспечения безаварийной работы всех видов транспорта и особенно авиации. [3]

Но как раз в сфере удовлетворения практических нужд различных «потребителей» мы сталкиваемся с одним усложняющим обстоятельством. Оно заключается в том, что для людей, не искушенных в некоторых особенностях физических представлений, коэффициент прозрачности T_i показатель ослабления a не очень нагляден с точки зрения связи между степенью атмосферного помутнения и видимостью объектов и огней. В самом деле, может ли потребитель (летчик, капитан корабля, железнодорожный машинист и т. д.) наглядно представить себе, с какого расстояния он увидит аэродромные объекты или знаки ограждения фарватера, если ему будет сообщено, что прозрачность слоя в 1 км равна, допустим, 0,58 или, что показатель ослабления в том же слое равен, скажем, 0,36? Едва ли! Именно с этой точки зрения коэффициент прозрачности или показатель ослабления мало удобен для отчетливого представления о дальности видимости объектов и огней.

Однако развитие теории учения о видимости позволило найти замечательно наглядную трактовку понятия прозрачности. Удалось теоретически установить, что прозрачность атмосферы можно трактовать как значение дальности видимости некоторой абсолютно черной поверхности с угловыми размерами не менее 20X20 минут, если только последняя проектируется не на любой случайный фон, а обязательно на фоне дымки в направлении ее наибольшей яркости. Поскольку наибольшая яркость атмосферной дымки достигается в большинстве случаев в горизонтальном направлении, то и значения дальности видимости упомянутого выше идеализированного объекта указываются применительно к этому горизонтальному направлению.

В наклонных направлениях благодаря резкому убыванию с высотой количества замутняющих частиц в большинстве случаев не достигается насыщения яркости слоя — теоретическое соотношение между прозрачностью слоя и дальностью видимости абсолютно черной поверхности оказывается неприменимым. Вот почему в различной метеорологической литературе, в том числе и некоторых Наставлениях, принято говорить о горизонтальной дальности видимости. [5]

Теория устанавливает следующее соотношение между величинами a или ε и дальностью видимости S_m абсолютно черной поверхности:

$$S_m = \frac{a}{\varepsilon}, \text{ или } S_m = \frac{\sigma}{\varepsilon},$$

где ε - порог чувствительности зрения
 σ, a - показатели ослабления видимости

Величина ε попала в выражение для S_m не случайно, поскольку речь идет о дальности видимости некоторого объекта. *Дальность видимости* - это расстояние, на котором под воздействием дымки выравнивается контраст между объектом и фоном, или, точнее говоря, расстояние, на котором яркость объекта кажется на глаз не отличимой от яркости фона; а это выравнивание и происходит в пределах, обусловленных величиной порога контрастной чувствительности зрения. [1]

Замечательная по простоте зависимость между величиной атмосферного помутнения, характеризуемого значениями a или σ и дальностью видимости абсолютно черной поверхности S_m , послужила поводом к заключению международного соглашения, согласно которому во всех странах мира гидрометеорологические станции должны определять именно величину S_m , для которой было принято специальное название метеорологической дальности видимости (поскольку она характеризует оптическое состояние атмосферы и определяется на сети метеорологических станций).

Метеорологическая дальность видимости есть лишь способ наглядного представления прозрачности атмосферы или степени ее помутнения, и ни в коем случае не должен смешивать ее с дальностью видимости реальных объектов. Прозрачность атмосферы и метеорологическая дальность видимости — это синонимы.

3. Метод определения метеорологической дальности видимости

Метод определения метеорологической дальности видимости по контрастам (реальных объектов получил наибольшее развитие

главным образом по той причине, что не требует сооружения на местности искусственных объектов. Три-четыре объекта на местности позволяют охватить измерениями все 10 баллов Международной шкалы видимости. Однако метод имеет главный недостаток — невозможность определения K_0 (или V_0) реального объекта в момент непосредственного измерения метеорологической дальности видимости. Этот недостаток существенно осложняет использование метода. Но главная трудность заключается в том, что практически приходится иметь дело не с одним табличным значением K_0 для данного объекта, а с несколькими его значениями применительно к различным сезонам года, разным метеорологическим условиям, различиям в характере контуров и т. д. Сложность учета многочисленных вариаций значений K_0 для большинства объектов ландшафта и является самым уязвимым местом описываемого метода.

Фотоэлектрический метод. В основе его лежит измерение с помощью фотоэлемента энергии светового луча, прошедшего в атмосфере слой некоторой постоянной длины. Измерение этим методом всего диапазона изменения метеорологической дальности видимости в пределах всей 10-балльной шкалы пока затруднительно. Поэтому данный метод не находит пока еще применения на основной сети ГМС. Зато при измерении меньших значений метеорологической дальности видимости (примерно до 10 км) этот метод позволяет не только делать измерения метеорологической дальности видимости с высокой точностью, но также и непрерывно ее регистрировать.

Нефелометрический метод Устройство нефелометров заключается в следующем. При повышенной мутности воздуха, как известно, бывает хорошо заметен луч автомобильной фары или прожектора. Чем более замутнен воздух, т. е. чем меньше метеорологическая дальность видимости, тем ярче луч, и наоборот. Колебания яркости луча отражают состояние прозрачности атмосферы. Нефелометр представляет собою такой прибор, в котором небольшой объем воздуха, поступающего снаружи в камеру прибора, освещается ярким световым лучом. При изменении прозрачности воздуха яркость луча, наблюдаемого сбоку, меняется, что и измеряется специальным устройством либо с помощью глаза, либо с помощью фотоэлемента. С помощью нефелометров метеорологическая дальность видимости может быть измерена в

открытом море, в воздухе, на ГМС с закрытым обзором, а также в степных районах.

Метод определения метеорологической дальности видимости в светлое время суток Этот метод позволяет полностью избавиться от метода определения метеорологической дальности видимости по контрастам объектов ландшафта с его сложным учетом значений *K₀* объектов. Основы этого нового метода коротко заключаются в следующем . [3]

На местности в 300—400 м от точки наблюдения устанавливается небольшое черное тело в виде почерненного изнутри ящика с открытой полостью, обращенной к наблюдателю. Не обязательно, чтобы ящик проектировался на фоне неба, он может стоять прямо на земле.

На одной визирной линии с черной полостью, на расстоянии 30—40 м, устанавливается другое черное тело малых размеров (примерно с консервную банку) так, чтобы одна полость проектировалась на фоне другой.

При очень прозрачной атмосфере, когда дымка на далекой черной полости не замечается глазом, ближняя черная полость не видна на фоне далекой, глаз видит только последнюю (рис. 2 а). При наличии малейших следов дымки более черная полость ближнего тела будет отчетливо видна на фоне посветлевшей дальней полости (рис. 2 б).

С помощью прибора ИВ-ГГО на наблюдаемую картину, как это уже изложено выше, накладывается изображение участка неба у горизонта (рис. 2 в). Под воздействием увеличивающейся налагаемой яркости контраст между ближней и черной полостями уменьшается. Момент, когда ближняя полость перестает быть видна на фоне дальней, является отсчетным (рис. 2 г) . .

Чувствительность метода оказалась очень высокой. Метеорологическая дальность видимости может быть измерена в пределах 100—120- кратных расстояний до дальней черной полости. Другими словами, имея черное тело на расстоянии в 300 м, мы в состоянии измерить метеорологическую дальность видимости до 30—35 км, т. е. от 2 до 8 баллов включительно. [4]

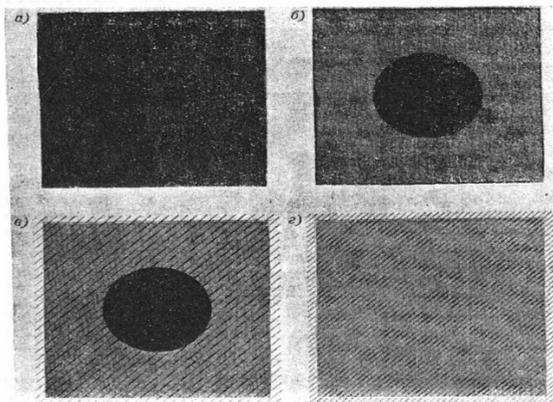


Рис.3- Схема определения метеорологической дальности видимости по методу относительной яркости\

Заключение

В докладе представлены основные законы атмосферной оптики и оптики в целом: закон прямолинейного распространения, закон отражения и закон преломления света. Раскрыта связь этих законов с определением видимости на дороге. Погодные явления оказывают существенное влияние на безопасность дорожного движения.

Очень важно понять, что чем больше содержится мельчайших частиц воды и пыли в воздухе на определенном участке, тем хуже его прозрачность, а следовательно, отношении энергии светового луча, выходящего из данного участка, к энергии, входящей в слой участка будет близкой к нулю. Что может составить аварийную обстановку на дороге. Обычно видимость определяется на участке одного километра. Так что определение видимости является обязательным пунктом метеостанций. Проектировщики дорог, аэродромов всегда обращаются за сведениями климатологического характера о прозрачности даже целых районов.

Кратко рассмотрены вопросы о основных методах определения дальности видимости. К таким методам относят: 1. Определение по контрастам (не требует сооружения на местности искусственных объектов). 2. Фотоэлектрический метод (при

измерении меньших значений метеорологической дальности видимости). 3. Нефелометрический метод (состояние прозрачности атмосферы определяется колебание яркости луча). 4. Метод определения метеорологической дальности видимости в светлое время суток (определяется отсчетный момент, по нему – контраст между дальней полостью и дымкой у горизонта, а затем расчетом определяется метеорологическая видимость).

Литература

1. Тимофеев, Ю. М. Теоретические основы атмосферной оптики: Учеб.пособие для студентов вузов/Ю.М. Тимофеев, А.В. Васильев.- СПб.: Наука, 2003. – 474 с.
2. Гаврилов, В. А. Прозрачность атмосферы и видимость. – Изд. 2-е,переработ., доп. – Л.: Гидрометеиздат, 1958-167с.
3. Актинометрия и атмосферная оптика/ Глав.геофиз. обсерватория им. А. И. Воейкова. Ленингр. гос. ордена Ленина ун-т имени А.А. Жданова. Ин-т физики атмосферы Акад.наук СССР.-Л.: Гидрометеиздат, 1961-313с.
4. Романов, Г. С. Просветление облачной среды, содержащей капли воды, под действием интенсивного монохроматического излучения/Г.С. Романов, В.К. Пустовалов.- Минск:ИФ АН БССР, 1975 -38с.
5. Сайт «Физика»
<http://www.physics.ru>
<http://www.physics.ru/courses/op25part2/content/chapter3/section/paragraph1/theory.html>

Солнечная радиация и закономерности её распространения

Миронович В.М.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Солнечная радиация – это вся энергия Солнца, поступающая на Землю. Солнечная радиация — главный источник энергии для всех физико-географических процессов, происходящих на земной поверхности.

Лучистая энергия Солнца является основным, а практически единственным источником тепла для поверхности Земли и для ее атмосферы. Радиация, поступающая от звезд и от Луны, ничтожно мала по сравнению с солнечной радиацией. Также ничтожно мал и поток тепла, направленный к земной поверхности и в атмосферу из глубин Земли.

Наблюдения показывают, что средние годовые температуры земной поверхности и атмосферы в любой точке Земли мало меняются от года к году. Таким образом, если рассматривать Землю за более или менее длительные многолетние промежутки времени, то можно сказать, что она находится в тепловом равновесии: приход тепла уравнивается его потерей. Но так как Земля (с атмосферой) получает тепло, поглощая солнечную радиацию, и теряет тепло путем собственного излучения, то можно заключить, что она находится и в лучистом равновесии: приток радиации к ней уравнивается отдачей радиации в мировое пространство.

Количество солнечной радиации зависит от высоты солнца, времени года, прозрачности атмосферы.

Солнечная радиация измеряется по её тепловому действию (калории на единицу поверхности за единицу времени) и интенсивности (ватты на единицу поверхности). В целом, Земля получает от Солнца менее $0,5 \times 10^{-9}$ от его излучения.

1. Составляющие солнечной радиации

Если солнечную радиацию рассматривать как единое целое, то она состоит из двух главных частей:

1. Электромагнитная часть;

2. Корпускулярная часть.

1. Электромагнитная составляющая солнечной радиации распространяется со скоростью света и проникает в земную атмосферу. До земной поверхности солнечная радиация доходит в виде прямой и рассеянной радиации. Всего Земля получает от Солнца менее одной двухмиллиардной его излучения. Спектральный диапазон электромагнитного излучения Солнца очень широк — от радиоволн до рентгеновских лучей — однако максимум его интенсивности приходится на видимую (жёлто-зелёную) часть спектра.

2. Существует также корпускулярная часть солнечной радиации, состоящая преимущественно из протонов, движущихся от Солнца со скоростями 300—1500 км/с. Во время солнечных вспышек образуются также частицы больших энергий (в основном протоны и электроны), образующие солнечную компоненту космических лучей.



Рисунок 1 – Состав солнечного излучения

Энергетический вклад корпускулярной составляющей солнечной радиации в её общую интенсивность невелик по сравнению с электромагнитной. Поэтому в ряде приложений термин «солнечная радиация» используют в узком смысле, имея в виду только её электромагнитную часть. [4]

2. Способы определения величины солнечной радиации

Различают несколько видов солнечной радиации в зависимости от прохождения ею каких-либо препятствий:

- часть солнечной радиации, которая достигает поверхности Земли без препятствий, называется прямой радиацией.
- если солнечные лучи проходят через облака и водяной пар, то это рассеянная радиация.

Для измерения солнечной радиации служат актинометры и пиргелиометры. Интенсивность солнечной радиации обычно измеряется по её тепловому действию и выражается в калориях на единицу поверхности за единицу времени.

Солнечная радиация распространяется от Солнца по всем направлениям. Но расстояние от Земли до Солнца так велико, что прямая радиация падает на любую поверхность на Земле в виде пучка параллельных лучей, исходящего как бы из бесконечности. Даже Земной шар в целом так мал в сравнении с расстоянием от Солнца, что всю солнечную радиацию, падающую на него, без заметной погрешности можно считать пучком параллельных лучей.

Солнечная радиация поступает на земную поверхность различными путями:

1) прямая радиация: поступление радиации непосредственно от Солнца, если оно не закрыто облаками;

2) рассеянная радиация: поступление радиации от небесного свода или облаков, рассеивающих солнечные лучи;

3) тепловая: поступление радиации происходит от атмосферы, нагретой в результате воздействия радиации.

Рисунок 2 – Пути поступления солнечной радиации на Землю

Количество солнечной радиации зависит от:

- 1) угла падения солнечных лучей
- 2) продолжительности светлого времени суток
- 3) облачности.

Чем выше стоит Солнце и чем больше угол падения солнечных лучей, тем больше радиации поглощает земная поверхность. Если угол падения солнечных лучей маленький, большая часть солнечных лучей отражается от Земли.

Самое большое количество солнечной радиации получают пустыни, лежащие вдоль линий тропиков. Солнце там поднимается высоко и погода почти весь год безоблачная.

Над экватором в атмосфере много водяного пара, который формирует плотную облачность. Пар и облачность поглощает большую часть солнечной радиации.

Полярные районы получают меньше всего радиации, там солнечные лучи почти скользят по поверхности Земли.

Подстилающая поверхность отражает радиацию по-разному. Тёмные и неровные поверхности отражают мало радиации, а светлые и гладкие хорошо отражают. Море в шторм отражает меньше радиации, чем море в штиль. [1]

В приэкваториальных областях продолжительность дня и ночи в течении года почти не изменяется. о чем дальше от экватора, тем сильнее различие. У нас в Беларуси световой день в июне почти в три раза длиннее, чем в декабре.

Между полярными кругами и полюсами устанавливаются полярные день и ночь. Так как земная ось расположена к Солнцу под углом, летом полярные области получают солнечную радиацию 24 часа в сутки – это полярный день.

А в зимние месяцы Солнце вообще не поднимается над горизонтом - это полярная ночь. Чем ближе от полярного круга к полюсу, тем длиннее полярный день и полярная ночь. На полюсах полярный день длится шесть месяцев и полярная ночь тоже шесть месяцев.

3. Практический расчёт величины солнечной радиации

Количества энергии, получаемые Землей за оба полугодия, оказываются таким образом близко равными. При удалении от экватора к северу нетрудно убедиться, что декабрьский минимум будет все более и более углубляться по мере уменьшения полуденных высот Солнца и продолжительности дня, а июньский минимум постепенно будет делаться все менее и менее заметным; максимумы от моментов равноденствия будут сближаться между

собой, пока не сольются в один общий, приходящийся на июнь. При этом оказывается; что по вычислениям количество энергии, получаемое в летний день единицей поверхности Земли за сутки, будет по мере удаления от экватора возрастать; это является, впрочем, совершенно понятным, так как с удалением от экватора возрастает и продолжительность летнего дня. На полюсе, наконец, где Солнце в течение целых шести месяцев остается над горизонтом, количество энергии, получаемой единицей земной поверхности в летний день, будет наибольшее, так как Солнце светит здесь все 24 часа. Кривая годового хода C . радиации от момента весеннего равноденствия будет здесь быстро возрастать до летнего солнцестояния и затем столь же быстро падать с приближением к осеннему равноденствию. То же самое, — только с обратным расположением максимумов и минимумов, — будет иметь место в годовом ходе и для южного полушария. Если, теперь, от сделанного допущения о полной прозрачности атмосферы для солнечных лучей перейти к действительности, то из наблюдений оказывается, что до земной поверхности доходит только некоторая часть той энергии, которая приносится лучами на пределы атмосферы; остальное поглощается самой атмосферой. Если обозначить через l все количество энергии, приносимой солнечными лучами, то до земной поверхности только в наилучшем случае дойдет часть, не превосходящая 0,8. Принято вообще отношение количества энергии, дошедшей до земной поверхности, к тому количеству, которое в действительности падает на пределы атмосферы, называть коэффициентом прозрачности атмосферы. Количество энергии, поглощаемое атмосферой, будет зависеть от массы воздуха, пройденной лучом; а эта последняя будет тем больше, чем длиннее путь, проходимый лучами в атмосфере и чем плотнее слои проходимого воздуха. Следовательно, поглощение лучей атмосферой будет тем больше, чем меньше высота Солнца над горизонтом. Масса воздуха, проходимая лучами, может быть вычислена по формуле Ламберта:

$$e = \sqrt{h^2 + 2rh + r^2 \cos^2 z} - r \cos z,$$

где e — длина пути, проходимого солнечным лучом в атмосфере,
 h — высота атмосферы, которая может быть принята за единицу,
 r — длина радиуса земного шара,

z — зенитное расстояние Солнца.

Когда масса воздуха, встречаемого лучом, или, — что то же, — длина его пути известна, количество лучей, дошедшее до поверхности Земли, определится по закону Бугера (Bouguer), по которому "для среды с известным коэффициентом прозрачности количества прошедшей через нее энергии убывают в прогрессии геометрической, тогда как массы проходимой лучом среды возрастают в прогрессии арифметической". Если обозначить через i — количество энергии у поверхности Земли, чрез J — то же количество у предела атмосферы, d — коэффициент прозрачности атмосферы и e — массу атмосферы, то, по закону Бугера:

$$i = Jpe.$$

На основании этого закона, зная p , можно вычислить, каков будет ход S . радиации в присутствии атмосферы. При p — 0,75, — величина, близкая к той, которую дают наблюдения, при самой большой прозрачности воздуха, пунктирные кривые на фигуре 1 дают понятие о тех изменениях, который получатся в годовом ходе солнечной радиации под влиянием атмосферы.

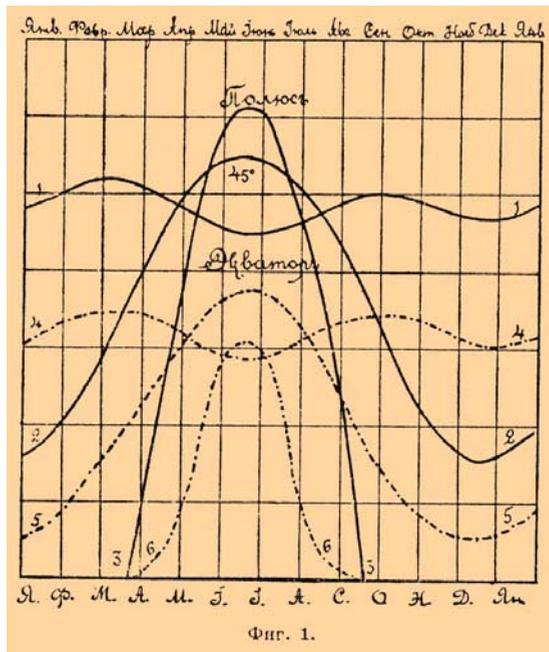


Рисунок 3 – Кривые изменений, который получатся в годовом ходе солнечной радиации под влиянием атмосферы.

Непосредственные измерения показывают, однако, что в действительности явление получается еще сложнее. В атмосфере имеется всегда некоторое количество водяных паров, сильно поглощающих солнечные лучи. Количество паров в данном объеме или данной массе воздуха есть величина переменная, зависящая от температуры и от степени насыщения воздуха. Поэтому предвычислить влияние паров на поглощение солнечной энергии в атмосфере очень затруднительно. [3]

4. Изменения солнечной радиации в атмосфере и на земной поверхности

Проходя сквозь атмосферу, солнечная радиация частично рассеивается атмосферными газами и аэрозольными примесями к воздуху и переходит в особую форму рассеянной радиации. Частично же она поглощается молекулами атмосферных газов и

примесями к воздуху и переходит в теплоту, идет на нагревание атмосферы.

Нерассеянная и непоглощенная в атмосфере прямая солнечная радиация достигает земной поверхности. Она частично отражается от земной поверхности, а в большей степени поглощается ею и нагревает ее. Часть рассеянной радиации также достигает земной поверхности, частично от нее отражается и частично ею поглощается. Другая часть рассеянной радиации уходит вверх, в межпланетное пространство. В результате поглощения и рассеяния радиации в атмосфере прямая радиация, дошедшая до земной поверхности, изменена в сравнении с тем, что было на границе атмосферы. Интенсивность радиации уменьшается, а спектральный состав ее изменяется, так как лучи разных длин волн поглощаются и рассеиваются в атмосфере по-разному.

5. Поглощение солнечной радиации в атмосфере

В атмосфере поглощается сравнительно небольшое количество солнечной радиации, при этом главным образом в инфракрасной части спектра. Это поглощение - избирательное: разные газы поглощают радиацию в разных участках спектра и в разной степени.

Азот поглощает радиацию только очень малых длин волн в ультрафиолетовой части спектра. Энергия солнечной радиации в этом участке спектра совершенно ничтожна, и потому поглощение азотом практически не отражается на интенсивности солнечной радиации. В большей степени, но все же очень мало поглощает солнечную радиацию кислород - в двух узких участках видимой части спектра и в ультрафиолетовой его части. Более сильным поглотителем солнечной радиации является озон. Его содержание в воздухе, даже в стратосфере, очень мало; тем не менее он настолько сильно поглощает ультрафиолетовую радиацию, что из солнечной постоянной теряется несколько процентов. В результате поглощения в верхних слоях атмосферы в солнечном спектре у земной поверхности не наблюдаются волны короче 0,29 мк.

Сильно поглощает радиацию в инфракрасной области спектра углекислый газ; но его содержание в атмосфере ничтожно, и поэтому поглощение им в общем незначительно. Основным же поглотителем радиации в атмосфере является водяной пар,

сосредоточивающийся в тропосфере и, особенно в нижней ее части. Из общего состава солнечной радиации водяной пар поглощает значительную долю в инфракрасной области спектра. Хорошо поглощают солнечную радиацию также атмосферные аэрозоли, т. е. облака и твердые частички, взвешенные в атмосфере.

В целом в атмосфере поглощается 15-20% радиации, приходящей от Солнца к Земле. В каждом отдельном месте поглощение меняется с течением времени в зависимости как от переменного содержания в воздухе поглощающих субстанций, главным образом водяного пара, облаков и пыли, так и от высоты солнца над горизонтом, т. е. от толщины слоя воздуха, проходимого лучами на пути сквозь атмосферу.

6. Рассеяние солнечной радиации в атмосфере

Кроме поглощения, прямая солнечная радиация на пути сквозь атмосферу ослабляется еще путем рассеяния, причем ослабляется более значительно. При этом рассеяние радиации тем больше, чем больше содержит воздух аэрозольных примесей.

Рассеянием называется частичное преобразование радиации, имеющей определенное направление распространения (а такой именно и является прямая солнечная радиация, распространяющаяся в виде параллельных лучей), в радиацию, идущую по всем направлениям. Рассеяние происходит в оптически неоднородной среде, т. е. в среде, где показатель преломления меняется от точки к точке. Такой оптически неоднородной средой является атмосферный воздух, содержащий мельчайшие частички жидких и твердых примесей - капельки, кристаллы, ядра конденсации, пылинки. Но оптически неоднородной средой является и чистый, свободный от примесей воздух, так как в нем вследствие теплового движения молекул постоянно возникают сгущения и разрежения, колебания плотности. Таким образом, встречаясь с молекулами и посторонними частичками в атмосфере, солнечные лучи теряют прямолинейное направление распространения, рассеиваются. Радиация распространяется от рассеивающих частичек таким образом, как если бы они сами были источниками радиации.

Около 25% энергии общего потока солнечной радиации превращается в атмосфере в рассеянную радиацию. Правда,

значительная доля рассеянной радиации также приходит к земной поверхности. Но это будет уже особый вид радиации, существенно отличный от прямой радиации.

Во-первых, рассеянная радиация приходит к земной поверхности не от солнечного диска, а от всего небесного свода. Поэтому приходится измерять ее приток на горизонтальную поверхность. Интенсивностью рассеянной радиации мы будем называть ее приток в калориях на один квадратный сантиметр горизонтальной поверхности в минуту. [2]

7. Результаты измерений прямой солнечной радиации

При неизменной прозрачности атмосферы интенсивность прямой солнечной радиации зависит от оптической массы атмосферы, т. е. в конечном счете от высоты солнца. Поэтому в течение дня солнечная радиация должна сначала быстро, потом медленнее нарастать от восхода солнца до полудня и сначала медленно, потом быстро убывать от полудня до захода солнца.

Но прозрачность атмосферы в течение дня меняется в некоторых пределах. Поэтому кривая дневного хода радиации даже в совершенно безоблачный день обнаруживает некоторые неправильности. Различия в интенсивности радиации в полдень в первую очередь связаны с различиями в полуденной высоте солнца, которая зимой меньше, чем летом. Минимальная интенсивность в умеренных широтах приходится на декабрь, когда высота солнца всего меньше. Но максимальная интенсивность приходится не на летние месяцы, а на весенние. Дело в том, что весной воздух наименее замутнен продуктами конденсации и мало запылен. Летом запыление возрастает, а также увеличивается содержание водяного пара в атмосфере, что несколько уменьшает интенсивность радиации.

Максимальные значения интенсивности прямой радиации для некоторых пунктов таковы (в

кал/см²мин):

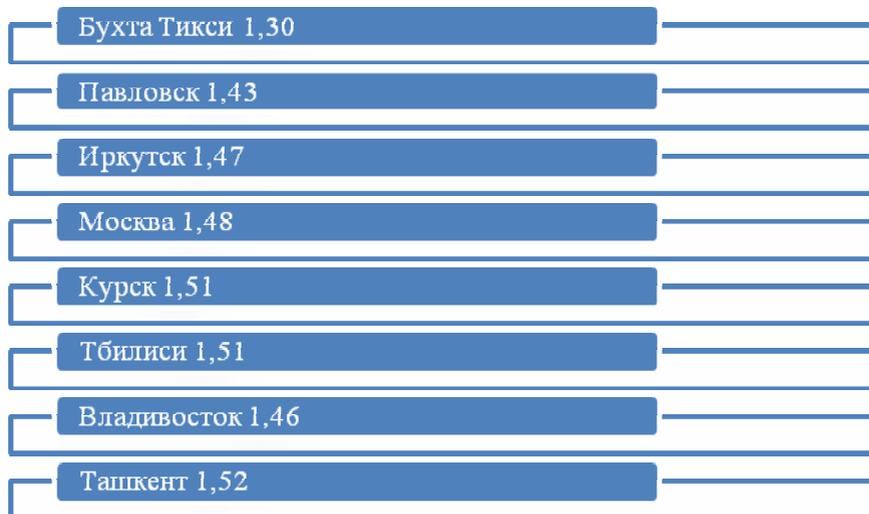


Рисунок 4 - Максимальные значения интенсивности прямой радиации.

Из этих данных видно, что максимальные значения интенсивности радиации очень мало растут с убыванием географической широты, несмотря на рост высоты солнца. Это объясняется увеличением влагосодержания, а отчасти и запылением воздуха в южных широтах. На экваторе максимальные значения радиации не очень превышают летние максимумы умеренных широт. В сухом воздухе субтропических пустынь (Сахара) наблюдались, однако, значения до 1,58 кал/см² мин.

С высотой над уровнем моря максимальные значения радиации возрастают вследствие уменьшения оптической массы атмосферы при той же высоте солнца. На каждые 100 м высоты интенсивность радиации в тропосфере увеличивается на 0,01-0,02 кал/см² мин. Мы уже говорили, что максимальные значения интенсивности радиации, наблюдающиеся в горах, достигают 1,7 кал/см² мин и более.

8. Результаты измерений рассеянной радиации

Интенсивность рассеянной радиации, измеряемая, как сказано выше, для единицы горизонтальной поверхности, также меняется в течение дня.

Она возрастает до полудня по мере возрастания высоты солнца и убывает после полудня. Зависит она и от прозрачности атмосферы; однако уменьшение прозрачности, т. е. увеличение числа помутняющих частиц в атмосфере, не уменьшает, а увеличивает рассеянную радиацию. Кроме того, рассеянная радиация в очень широких пределах меняется в зависимости от облачности; радиация, отраженная облаками, также частично рассеивается, в связи с чем общая интенсивность рассеянной радиации возрастает. По той же причине отражение радиации снежным покровом увеличивает рассеянную радиацию.

В безоблачные дни рассеянная радиация невелика. Даже при высоком солнце, т. е. в полуденные часы летом, ее интенсивность в отсутствии облаков не превышает 0,1 кал/см² мин. Облачность увеличивает эту величину в 3-4 раза.

В Арктике, при сравнительно тонких облаках и снежном покрове, рассеянная радиация летом может достигать 1 кал/см² мин. Очень велика она летом и в Антарктиде. С увеличением высоты места над уровнем моря интенсивность рассеянной радиации убывает.

Рассеянная радиация может, таким образом, существенно дополнять прямую солнечную радиацию, особенно при низком солнце.

Рассеянная радиация не только увеличивает нагревание земной поверхности. Она увеличивает и освещенность на земной поверхности. Особенно существенно, иногда до 40%, увеличивается общая освещенность, если на небе есть облака, не закрывающие солнечный диск. [1]

9. Суммарная радиация

Всю солнечную радиацию, приходящую к земной поверхности, прямую и рассеянную вместе, называют суммарной радиацией. Под интенсивностью суммарной радиации будем

понимать приток ее энергии за одну минуту на один квадратный сантиметр горизонтальной поверхности, помещенной под открытым небом и незатененной от прямых солнечных лучей. Таким образом, интенсивность суммарной радиации равна

$$I_s = I \sinh+i$$

где I - интенсивность прямой радиации, i - интенсивность рассеянной радиации, h - высота солнца.

При безоблачном небе суммарная радиация имеет суточный ход с максимумом около полудня и годовой ход с максимумом летом. Частичная облачность, не закрывающая солнечный диск, увеличивает суммарную радиацию по сравнению с безоблачным небом; полная облачность, напротив, ее уменьшает. В среднем облачность уменьшает суммарную радиацию. Поэтому летом приход суммарной радиации в дополуденные часы в среднем больше, чем в послеполуденные. По той же причине в первую половину года он больше, чем во вторую. [4]

Заключение

Часть солнечной радиации представляет собой видимый свет. Тем самым Солнце является для Земли источником не только тепла, но и света, важного для жизни на земной поверхности. Лучистая энергия Солнца превращается в тепло отчасти в самой атмосфере, но главным образом на земной поверхности. Она идет здесь на нагревание верхних слоев почвы и воды, а от их и воздуха. Нагретая земная поверхность и нагретая атмосфера в свою очередь сами излучают невидимую инфракрасную радиацию. Отдавая эту радиацию в мировое пространство, земная поверхность и атмосфера охлаждаются.

Итак, действительные количества прямой солнечной радиации, достигающие земной поверхности в течение того или иного времени, будут значительно меньше, чем количества, рассчитанные для границы атмосферы. Распределение же их по Земному шару будет более сложным, так как степень прозрачности атмосферы и условия облачности весьма изменчивы в зависимости от географической обстановки. В качестве второго приближения к

действительным условиям можно принять среднее распределение солнечной радиации у земной поверхности по широтным зонам, как это сделано для северного полушария в приведенной таблице. Из таблицы можно видеть, что прямая радиация у земной поверхности весьма значительно уменьшена на пути сквозь атмосферу. При этом наибольший приток прямой радиации летом не в полярных широтах, как на границе атмосферы, а под 30-40° широты. В полярных широтах слишком велико ослабление радиации вследствие небольших высот солнца. Весной и осенью максимум прямой радиации не у экватора, как на границе атмосферы, а на 10-20° весной и на 20-30° осенью: у экватора слишком велика облачность. Только зимой данного полушария приэкваториальная зона получает радиации на земную поверхность, так же как и на верхнюю границу атмосферы, больше, чем все другие зоны.

Литература

1. http://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечная_радиация
2. http://dic.academic.ru/dic.nsf/brokgauz_efron/95791/Солнечная
3. <http://abratsev.narod.ru/atmosphere/sun.html>
4. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1114410>

Методы определения уровня солнечной радиации

Пильжис Е.Ч.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Для получения сведений о природе солнечной радиации первым шагом должно быть измерение интенсивности радиации за пределами земной атмосферы (внеземной радиации). Это влечет за собой измерение интенсивности рентгеновских, ультрафиолетовых, инфракрасных лучей, радиоизлучения и т.д., то есть всех компонентов солнечной радиации. Проще перевести солнечную радиацию в тепловую, которая может быть точно измерена. Эта тепловая радиация, называемая солнечной постоянной, определяется как количество энергии, которое падало бы перпендикулярно за 1 мин. На 1 см^2 поверхности, помещенной за пределами земной атмосферы на среднем расстоянии Земли от Солнца. Величина этой постоянной равна приблизительно $4,3 \text{ Дж}/(\text{см}^2 \cdot \text{мин.})$. Таким образом, солнечная постоянная—это энергия, необходимая для нагревания земной поверхности при условии, что атмосфера совершенно прозрачна, а солнце находится вертикально над головой. При малой высоте солнца его энергия распространяется по большой площади земной поверхности, и поэтому нагревание каждого 1 см^2 весьма незначительно. Следовательно, интенсивность солнечной радиации зависит от широты и времени года.

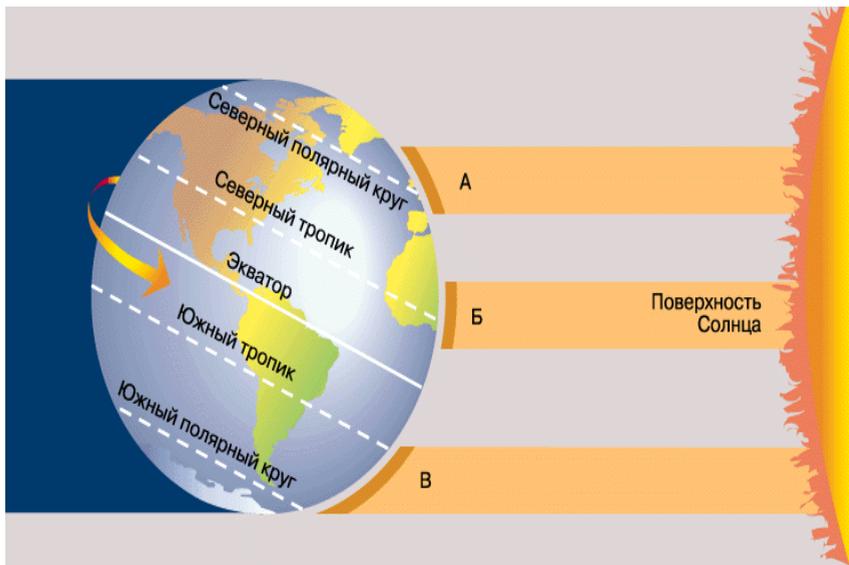


Рис.1.Распределение солнечной радиации по поверхности Земли.

Электромагнитная радиация - форма материи, отличная от вещества. Частным случаем радиации является видимый свет; но к радиации относятся также и не воспринимаемые глазом гамма-лучи, рентгеновские лучи, ультрафиолетовая и инфракрасная радиация.

Радиация распространяется по всем направлениям от ее источника-излучателя в виде электромагнитных волн со скоростью света в вакууме. Как и всякие волны электромагнитные волны характеризуются длиной волны и частотой колебаний. Все тела, имеющие температуру выше абсолютного нуля, испускают радиацию. Наша планета получает радиацию от Солнца; земная поверхность и атмосфера в то же время сами излучают тепловую радиацию, но в других диапазонах длин волн. Если рассматривать температурные условия на Земле за длительные многолетние промежутки времени, то можно принять гипотезу, что Земля находится в тепловом равновесии: приход тепла от Солнца уравнивается его потерей в космическое пространство.

1. Спектральный состав солнечной радиации

В спектре солнечной радиации на интервал длин волн между 0,1 и 4 мкм приходится 99% всей энергии солнечного излучения. Всего 1% остается на радиацию с меньшими и большими длинами волн, вплоть до рентгеновских лучей и радиоволн.

Видимый свет занимает узкий интервал длин волн. Однако в этом интервале заключается половина всей солнечной лучистой энергии. На инфракрасное излучение приходится 44%, а на ультрафиолетовое — 9% всей лучистой энергии.

Распределение энергии в спектре солнечной радиации до поступления ее в атмосферу в настоящее время известно достаточно хорошо благодаря измерениям со спутников. Оно достаточно близко к теоретически полученному распределению энергии в спектре абсолютно черного тела при температуре около 6000 К.

Некоторые вещества в особом состоянии излучают радиацию в большем количестве и в другом диапазоне длин волн,

чем это определяется их температурой. Возможно, например, испускание видимого света при таких низких температурах, при которых вещество обычно не светится. Эта радиация, не подчиняющаяся законам теплового излучения, называется люминесцентной.

Люминесценция может возникнуть, если вещество предварительно поглотило определенное количество энергии и пришло в так называемое возбужденное состояние, более богатое энергией, чем энергетическое состояние при температуре вещества. При обратном переходе вещества — из возбужденного состояния в нормальное — и возникает люминесценция. Люминесценцией объясняются полярные сияния и свечение ночного неба.

Лучистая энергия Солнца — практически единственный источник тепла для поверхности Земли и ее атмосферы. Поток тепла из глубин Земли к поверхности в 5000 раз меньше тепла, получаемого от Солнца.

Часть солнечной радиации представляет собой видимый свет. Тем самым Солнце является для Земли источником не только тепла, но и света, важного для жизни на нашей планете.

Лучистая энергия Солнца превращается в тепло частично в самой атмосфере, но главным образом на земной поверхности, где она идет на нагревание верхних слоев почвы и воды, а от них и воздуха. Нагретая земная поверхность и нагретая атмосфера в свою очередь излучают невидимую инфракрасную радиацию. Отдавая радиацию в мировое пространство, земная поверхность и атмосфера охлаждаются.

2. Прямая солнечная радиация

Радиацию, приходящую к земной поверхности непосредственно от диска Солнца, называют прямой солнечной радиацией. Солнечная радиация распространяется от Солнца по всем направлениям. Но расстояние от Земли до Солнца так велико, что прямая радиация падает на любую поверхность на Земле в виде пучка параллельных лучей, исходящего как бы из бесконечности. Легко понять, что максимально возможное в данных условиях количество радиации получает единица площади, расположенная перпендикулярно к солнечным лучам.

3. Солнечная постоянная

Количественной мерой солнечной радиации, поступающей на некоторую поверхность, служит энергетическая освещенность, или плотность потока радиации, т.е. количество лучистой энергии, падающей на единицу площади в единицу времени. Энергетическая освещенность измеряется в Вт/м². Как известно, Земля вращается вокруг Солнца по мало растянутому эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце. В начале января Земля наиболее близка к Солнцу (147-Ю6 км), в начале июля — наиболее далека от него (152-106 км). Энергетическая освещенность изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния.

Нерассеянная и непоглощенная в атмосфере прямая солнечная радиация достигает земной поверхности. Небольшая ее доля отражается от нее, а большая часть радиации поглощается земной поверхностью, в результате чего земная поверхность нагревается. Часть рассеянной радиации также достигает земной поверхности, - частично от нее отражается и частично ею поглощается. Другая

часть рассеянной радиации уходит вверх, в межпланетное пространство.

В результате поглощения и рассеяния радиации в атмосфере прямая радиация, дошедшая до земной поверхности, отличается от той, которая пришла на границу атмосферы. Величина потока солнечной радиации уменьшается, и спектральный состав ее изменяется, так как лучи разных длин волн поглощаются и рассеиваются в атмосфере по-разному

В атмосфере поглощается около 23% прямой солнечной радиации. Причем поглощение это избирательное: разные газы поглощают радиацию в разных участках спектра и в разной степени

На верхнюю границу атмосферы солнечная радиация приходит в виде прямой радиации. Около 30% падающей на Землю прямой солнечной радиации отражается назад в космическое пространство. Остальные 70% поступают в атмосферу.

Около 26% энергии общего потока солнечной радиации превращается в атмосфере в рассеянную радиацию. Около

$\frac{2}{3}$ рассеянной радиации приходит затем к земной поверхности.

Но это будет уже особый вид радиации, существенно отличный от прямой радиации. Во-первых, рассеянная радиация приходит к земной поверхности не от солнечного диска, а от всего небесного свода.

Во-вторых, рассеянная радиация отлична от прямой по спектральному составу, так как лучи различных длин волн рассеиваются в разной степени.

Законы рассеяния оказываются существенно различными в зависимости от соотношения длины волны солнечного излучения и размера рассеивающих частиц.

сильным поглотителем солнечной радиации является озон. Он поглощает ультрафиолетовую и видимую солнечную радиацию. Несмотря на то что его содержание в воздухе очень мало, он настолько сильно поглощает ультрафиолетовую радиацию в верхних слоях атмосферы, что в солнечном спектре у земной поверхности волны короче 0,29 мкм вообще не наблюдаются.

Сильно поглощает радиацию в инфракрасной области спектра диоксид углерода (углекислый газ), но его содержание в атмосфере пока мало, поэтому поглощение им прямой солнечной радиации в общем невелико.

Прямая солнечная радиация на пути сквозь атмосферу ослабляется не только поглощением, но и путем рассеяния, причем ослабляется более значительно. Рассеяние — это фундаментальное физическое явление взаимодействия света с веществом. Оно может происходить на всех длинах волн электромагнитного спектра в зависимости от отношения размера рассеивающих частиц к длине волны падающего излучения. При рассеянии частица, находящаяся на пути распространения электромагнитной волны, непрерывно «извлекает» энергию из падающей волны и переизлучает ее по всем направлениям. Таким образом, частицу можно рассматривать как точечный источник рассеянной энергии. Солнечный свет, идущий от диска Солнца, проходя через атмосферу, вследствие рассеяния меняет свой цвет. Рассеяние солнечной радиации в атмосфере имеет огромное практическое значение, так как создает рассеянный свет в дневное время. В отсутствие атмосферы на Земле было бы светло только там, куда попадали бы прямые солнечные лучи или солнечные лучи, отраженные земной поверхностью и предметами на ней. Вследствие рассеянного света вся атмосфера днем служит источником освещения: днем светло также и там, куда солнечные лучи непосредственно не падают, и даже тогда, когда солнце скрыто облаками. [3]

Голубой цвет неба — это цвет самого воздуха, обусловленный рассеянием в нем солнечных лучей.

4. Фактор мутности

Все ослабление радиации путем поглощения и рассеяния можно разделить на две части: ослабление постоянными газами (идеальной атмосферой) и ослабление водяным паром и аэрозольными примесями. Летом запыление возрастает, а также увеличивается содержание водяного пара в атмосфере, что несколько уменьшает радиацию.

5. Суммарная радиация

Всю солнечную радиацию, приходящую к земной поверхности — прямую и рассеянную — называют суммарной радиацией

В облачность уменьшает суммарную радиацию. Поэтому летом приход суммарной радиации в дополуденные часы в среднем больше, чем в послеполуденные. По той же причине в первую половину года он больше, чем во вторую.

Отражение солнечной радиации. поглосценная радиация. альбеде земли

Падая на земную поверхность, суммарная радиация в большей своей части поглощается в верхнем тонком слое почвы или в более толстом слое воды и переходит в тепло, а частично отражается. Величина отражения солнечной радиации земной поверхностью зависит от характера этой поверхности. Отношение количества отраженной радиации к общему количеству радиации, падающей на данную поверхность, называется альбеде поверхности. Это отношение выражается в процентах.

6. Излучение земной поверхности

Верхние слои почвы и воды, снежный покров и растительность сами излучают длинноволновую радиацию; эту земную радиацию чаще называют собственным излучением земной поверхности.

Эффективное излучение

Встречное излучение всегда несколько меньше земного. Поэтому земная поверхность теряет тепло за счет положительной разности между собственным и встречным излучением. Разность между собственным излучением земной поверхности и встречным излучением атмосферы называют эффективным излучением. Эффективное излучение, представляет собой чистую потерю лучистой энергии, а следовательно, и тепла с земной поверхности ночью.

Эффективное излучение, конечно, существует и в дневные часы. Но днем оно перекрывается или частично компенсируется поглощенной солнечной радиацией. Поэтому земная поверхность

днем теплее, чем ночью, но и эффективное излучение днем больше.
[1]

7. Географическое распределение суммарной радиации

распределение годовых и месячных количеств суммарной солнечной радиации по земному шару зонально: изолинии (т. е. линии равных значений) потока радиации на картах не совпадают с широтными кругами. Отклонения эти объясняются тем, что на распределение радиации по земному шару оказывают влияние прозрачность атмосферы и облачность.

Годовые количества суммарной радиации особенно велики в малооблачных субтропических пустынях. Зато над приэкваториальными лесными областями с их большой облачностью они снижены. К более высоким широтам обоих полушарий годовые количества суммарной радиации убывают. Но затем они снова растут — мало в Северном полушарии, но весьма значительно над малооблачной и снежной Антарктидой. Над океанами суммы радиации ниже, чем над сушей.

Радиационный баланс земной поверхности за год положительный повсюду на Земле, кроме ледяных плато Гренландии и Антарктиды. Это означает, что годовой приток поглощенной радиации больше, чем эффективное излучение за то же время. Но это вовсе не значит, что земная поверхность год от года становится все теплее. Избыток поглощенной радиации над излучением уравнивается передачей тепла от земной поверхности в воздух путем теплопроводности и при фазовых преобразованиях воды (при испарении с земной поверхности и последующей конденсации в атмосфере).

Следовательно, для земной поверхности не существует радиационного равновесия в получении и отдаче радиации, но существует тепловое равновесие: приток тепла к земной поверхности как радиационными, так и нерадиационными путями равен его отдаче теми же способами.

На океанах радиационный баланс больше, чем на суше в тех же широтах. Это объясняется тем, что радиация в океанах поглощается большим слоем, чем на суше, а эффективное излучение не такое большое вследствие более низкой температуры морской поверхности, чем поверхности суши. Существенные отклонения от зонального распределения имеются в пустынях, где баланс ниже

вследствие большого эффективного излучения в сухом и малооблачном воздухе. Баланс понижен также, но в меньшей мере, в районах с муссонным климатом, где в теплое время года облачность увеличивается, а поглощенная радиация уменьшается по сравнению с другими районами под той же широтой.

8. Географическое распределение радиационного баланса

Как известно, радиационный баланс является разностью между суммарной радиацией и эффективным излучением. Эффективное излучение земной поверхности распределяется по земному шару более равномерно, чем суммарная радиация. Дело в том, что с ростом температуры земной поверхности, т. е. с переходом к более низким широтам, растет собственное излучение земной поверхности; однако одновременно растет и встречное излучение атмосферы вследствие большего влагосодержания воздуха и более высокой его температуры. Поэтому изменения эффективного излучения с широтой не слишком велики. [2]

9. Приборы

Ряды данных наблюдений за различными видами солнечной радиации имеют свои особенности, связанные со спецификой наблюдений. Прежде всего, наблюдения проводятся в сроки, отличные от сроков, установленных для наблюдения за другими метеорологическими величинами.

Измерения составляющих радиационного баланса производятся 6 раз в сутки: в 0 ч 30 мин.; 6 ч 30 мин.; 9 ч 30 мин.; 12 ч 30 мин.; 15 ч 30 мин.; 18 ч 30 мин. Наблюдения в срок не позволяют получить достаточно надежные данные. Стоит в момент наблюдения небольшому облачку прикрыть солнце, как измеряемое значение прямой солнечной радиации резко изменится. По этой причине, а также исходя из практической необходимости получать суммарный приход солнечного тепла за некоторый отрезок времени (час, сутки, месяц), при климатологической обработке, наряду с характеристиками интенсивности солнечной радиации (энергетической освещенности), рассчитывают характеристики сумм солнечной радиации за часовые интервалы, сутки, месяц.

Характеристики часовых сумм получают либо по данным самописцев (которые имеются примерно на 1/3 актинометрических станций), либо с использованием графиков суточного хода. Такие графики строятся по многолетним средним значениям радиации в сроки наблюдений. С графика для середины часового интервала снимаются значения интенсивности и по этим данным определяются часовые и суточные суммы. Месячные суммы вычисляются как произведение суточного значения на число календарных дней месяца.

В климатических справочниках помещают обычно следующие климатические показатели:

- средняя интенсивность (энергетическая освещенность в кВт/м²) прямой, рассеянной, суммарной радиации и радиационного баланса при ясном небе и при средних условиях облачности;
- средние суммы прямой солнечной радиации (МДж/м²) на нормальную к лучу поверхность и на горизонтальную поверхность при ясном небе и средних условиях облачности;
- средние суммы суммарной солнечной радиации (МДж/м²) на горизонтальную поверхность при ясном небе и средних условиях облачности;
- средние суммы рассеянной солнечной радиации (МДж/м²) на горизонтальную поверхность при средних условиях облачности;
- альbedo деятельной поверхности (%) при средних условиях облачности;

- средние суммы радиационного баланса деятельной поверхности (МДж/м²) при средних условиях облачности.

Средние значения интенсивности солнечной радиации при ясном небе получают при следующих условиях: для рассеянной, суммарной радиации и радиационного баланса - общая облачность не более 2 баллов, солнечный диск и околосолнечная зона радиусом 5° свободны от облаков и следов облаков; для прямой радиации - независимо от облаков, но при диске солнца и околосолнечной зоне 5°, свободных от облаков и их следов.

Характеристики интенсивности солнечной радиации при средних условиях облачности получают путем непосредственного подсчета, по данным наблюдений, при любых условиях облачности и состоянии диска солнца.

Наряду со средними значениями характеристик солнечной радиации вычисляют также средние квадратические отклонения, коэффициенты асимметрии и корреляции суточных сумм радиации (в последнем научно-прикладном справочнике эти характеристики вычислены только для суммарной радиации).

Для прикладных целей рассчитывают климатические характеристики сумм солнечной радиации на вертикальные и наклонные поверхности. [4]

Приборы для измерения солнечной радиации можно разделить на две основные группы: пиргелиометры, используемые для измерений направленного потока излучения H_b , и пиранометры, или солариметры, - для измерений полного потока H_{tc} .

Первыми стандартными приборами для измерения прямой солнечной радиации были пиргелиометр Ангстрема, разработанный в Стокгольме, и проточный калориметр Аббота из Смитсоновского института в Вашингтоне. В пиргелиометре Ангстрема приводятся в соответствие тепловые эффекты облучения приемника солнечной энергии и электронагрева затененного элемента. Для измерения уровня электронагрева используются обычные методы электрических измерений. Проточный калориметр Аббота имеет полость, которая поглощает солнечное излучение, а повышение температуры циркуляционной охлаждающей воды пропорционально интенсивности падающего излучения. Пиргелиометр Аббота с серебряным диском является еще одним стандартным прибором, в котором скорость изменения температуры диска приблизительно пропорциональна интенсивности падающего излучения. В течение многих лет отмечалось, что американские и европейские измерения радиации не согласуются между собой, и, как указывали различные исследователи во многих странах, расхождение составляло от 2,5 до 6%. В сентябре 1956 г. была установлена новая Международная пиргелиометрическая шкала 1956, которая внесла поправки +1,5% к шкале Ангстрема и - 2,0% к смитсоновской шкале Аббота. Впоследствии все приборы калибровались в соответствии с Международной пиргелиометрической шкалой 1956.

Принцип действия большинства пиранометров, которые используются для измерения суммарной радиации, а при затенении от прямых лучей и диффузной радиации, основан на измерении

разности температур черных (поглощающих излучение) и белых (отражающих излучение) поверхностей с помощью термоэлементов. Последние дают сигнал в милливольтгах, который можно легко контролировать с помощью целого ряда стандартных самопишущих систем. Характерным примером такого типа приборов является пиранометр Эппли. Другой, хорошо известный тип пиранометра - пиранометр Робича - основан на различном расширении биметаллического элемента, тогда как с помощью дистилляционного пиранометра Беллани, в котором спирт конденсируется в калиброванном конденсаторе, измеряется суммарная солнечная радиация за данный промежуток времени. Значительно более простые измерения, которые проводятся во многих местах, связаны с определением продолжительности солнечного сияния, т. е. времени, когда диск Солнца не закрыт облаками или дымкой. Она измеряется с помощью самопишущего прибора Кэмпбелла-Стокса, в котором используется сферическая линза, фокусирующая солнечное излучение на термочувствительной бумаге. При наличии прямой солнечной радиации на бумаге появляется след в виде прожога.

Климатологическими показателями солнечного сияния, регистрируемого гелиографом, служат:

- средняя общая продолжительность солнечного сияния (часы и %);
- средняя продолжительность сияния в день с солнцем;
- среднее месячное значение продолжительности солнечного сияния для каждого часового интервала;
- среднее число дней без солнца;
- среднее квадратическое отклонение продолжительности солнечного сияния.

Характеристики первого показателя вычисляются непосредственным подсчетом за весь период наблюдений. Относительная характеристика продолжительности солнечного сияния представляет собой отношение наблюдавшейся продолжительности к теоретически возможной, т. е. продолжительности сияния при безоблачном небе от восхода до захода. Для горных станций возможная продолжительность исправляется поправкой на закрытость горизонта.

Вычисление остальных характеристик затруднений, как правило, не вызывает.

Литература.

1. Е. Харкнесс, М. Мехта «Регулирование солнечной радиации в зданиях», М., «Стройиздат», 1984г.
2. А.С.Граундуотер «Солнечная радиация и кондиционирование воздуха», М., «Стройиздат», 1975г.
3. Р.Л.Ноулс «Энергия и форма: экономический подход к развитию городов», М., «Стройиздат», 1974г.
4. «Архитектурный проект», октябрь 1973г.
А.Тлеуов–«Нетрадиционные источники энергии».

Метеорологические станции Беларуси и их роль в экономике

Платонов И.В.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Климат — это многолетний режим погоды, присущий той или иной местности, одна из основных характеристик природы и географического ландшафта.

Климат формируется в результате взаимодействия солнечной радиации, общей циркуляции атмосферы и подстилающей земной поверхности.

Сведения о погоде и климате получают из наблюдений на метеорологических станциях и постах. Первые метеорологические станции на территории Белоруссии основаны в Могилеве (1809 г.), Витебске (1810 г.), Бресте (1834 г.), Бобруйске (1836 г), Горках (1841 г.), Свислочи (1846 г.), Минске (1849 г.).

В настоящее время изучение погоды и климата в республике проводится на 60 гидрометеостанциях и постах (около 150). Используются также материалы наблюдений автоматических наземных метеостанций и метеорологических спутников. Координирует работу гидрометеорологической сети Белорусское республиканское управление по гидрометеорологии и контролю природной среды в Минске (БелУГКС).

Материалы наблюдений обобщаются гидрометеорологическими обсерваториями (в Бресте, Витебске, Гомеле, Гродно, Минске, Могилеве) и Белорусским территориальным гидро-метеоцентром в Минске. Климат Белоруссии обусловлен расположением ее территории в умеренных широтах, преобладанием равнинного рельефа и относительно небольшим удалением от Атлантического океана. Он определяется как умеренно континентальный.

1. Метеорологические станции Беларуси

Первые инструментальные наблюдения на территории Беларуси относятся к началу первой половины XIX столетия.

В Могилеве такие наблюдения были организованы с 1808 г., в Витебске с 1810 г., в Бресте с 1834 г., в Бобруйске с 1836 г., в Свислочи с 1836 г., в Гродно с 1837 г., в Горках с 1841 г и в Минске с 1846 г. Наблюдения в этих пунктах не были постоянными, они прерывались, потом возобновлялись. В 1849 году восемь метеорологических станций, открытых в указанных пунктах, вошли в опорную сеть Главной физической обсерватории (ГФО) г. Санкт-Петербурга. После организации обсерватории метеорологическая сеть стала развиваться более активно, и к концу 1890 года на территории Беларуси насчитывалось уже около 40 пунктов, где велись метеонаблюдения.

Самый продолжительный ряд наблюдений имеется в Горках. С 1841 г. по 1854 г. наблюдения проводились при Горы-горецком земледельческом институте. Возобновлены наблюдения в 1861 г. и продолжались до июня 1941 г. В июле 1944 г. станция была восстановлена. [4]

Первые гидрологические исследования рек Беларуси начались в начале XVIII столетия, когда начали осваиваться водные пути и строиться судоходные каналы. В этих целях была обследована р. Западная Двина, а позднее р. Днепр. Более планомерные исследования рек Беларуси начали проводиться с учреждением Главного Управления водных коммуникаций России. Наблюдения над вскрытием и замерзанием рек впервые были организованы в Беларуси в начале XIX века (1808 г.) Первые стационарные гидрологические посты были открыты на крупных реках Беларуси для целей судоходства в 1876 году. Изучением рек Белорусского Полесья длительное время (1873-1898 гг.) занималась «Западная экспедиция по осушению болот» под руководством И.И. Жилинского. К началу первой мировой войны гидрологическая сеть Беларуси состояла из 63 водомерных постов и, в основном, принадлежала двум ведомствам: Министерству путей сообщения (МПС) и Министерству земледелия. Материалы гидрологических наблюдений в дореволюционный период, хотя и не всегда были достаточно качественные, все же обрабатывались и публиковались.

Первым официальным изданием, где были опубликованы наблюдения гидрологических постов Беларуси, является «Сведения о состояниях уровня воды на реках и озерах Европейской России по наблюдениям на 80 водомерных постах» (1881 г.). В последующем, начиная с 1881 по 1910 год, МПС публиковало материалы наблюдений на гидрологической сети по десятилетиям в выпусках «Сведения об уровне воды на внутренних водных путях России».

К 1914 году метеорологическая сеть состояла из 27 станций, 65 дождемерных и 63 водомерных постов, принадлежащих различным губернским ведомствам. Материалы метеонаблюдений, начиная с 1850 года прошлого столетия, публиковались в «Своде наблюдений ГФО», а с 1865 по 1910 годы регулярно помещались в «Летописях ГФО». К 1917 году действовало 110 подразделений гидрологических сетей за счет возрастания требований в них различных отраслей хозяйства и, в первую очередь, развертывания работ по мелиорации земель.

После Октябрьской революции и гражданской войны эта небольшая сеть пришла в упадок. В 1919 году в Беларуси работало всего 7 станций, около 20 дождемерных и 24 гидрологических постов.

Основополагающим документом, определяющим становление и развитие гидрометеослужбы в Беларуси в советский период, явился декрет «Об организации метеорологической службы в РСФСР», подписанный В.И. Лениным 21 июня 1921 года. Этим декретом предусматривалось объединение метеорологического дела в стране и организация обслуживания необходимыми данными заинтересованных ведомств. Руководство всей метеосетью возлагалось на Главную физическую обсерваторию, а на местах — на вновь создаваемые метеобюро. Гидрологическая сеть западных областей Беларуси, до воссоединения их в БССР, находилась в ведении Гидрологической службы Польши, а затем Гидрографического Института.

Во исполнение декрета, в целях повышения эффективности использования метеорологических данных в практике народного хозяйства и улучшения руководства метеосетью республики, 1 июля 1924 года в Беларуси было создано метеобюро при Наркоземе. Заведующим метеобюро был назначен профессор, метеоролог, геофизик Мышкин Николай Павлович. 1 июля можно

считать датой образования Гидрометеорологической службы Беларуси.

Создание Белорусского метеобюро призвано было устранить трудности и обеспечить развитие единой метеослужбы, аналогичной службе РСФСР. Большую помощь в становления и развитии службы Беларуси оказали Центральный Комитет КПБ и Правительство республики. Уже в начале своей деятельности метеобюро приступило к обработке наблюдений метеосети и подготовки их к опубликованию в «Летописях ГФО», издание которых было возобновлено в 1925 году. С апреля 1925 года метеобюро стало выпускать ежемесячный бюллетень погоды. С 1926 года были начаты агрометеорологические наблюдения и стали проводиться работы научно-исследовательского характера по изучению градобития.

С 1926 года в Минске проводятся шаропилотные наблюдения, и к 1929 году на территории Белоруссии существовала широкая сеть шаропилотных наблюдений. В эти же годы было начато производство температурного зондирования атмосферы с помощью шаров-зондов и коробчатого змея, а за несколько лет до Великой Отечественной войны, приступили к самолетному зондированию атмосферы на самолете ПО-2. Все эти наблюдения ограничивались весьма незначительными высотами 2-3 км, лишь отдельные достигали 5-6 км. [3]

Грандиозные задачи индустриализации страны и коллективизации сельского хозяйства, вставшие перед страной в годы первой пятилетки, требовали комплексного изучения гидрометеорологических ресурсов и ставили задачи коренного улучшения этого изучения. Постановление ЦИК и СНК СССР от 7 августа 1929 года за № 468 «Об объединении гидрологической и метеорологической службы и создании Единой Службы в стране с руководящим органом — Гидрометкомитетом СССР», было весьма своевременным. В соответствии с этим постановлением Совет Народных Комиссаров Белорусской ССР создает в республике Гидрометеорологический комитет. В этом же году Постановлением СНК БССР в Минске создается Геофизическая обсерватория. В октябре 1930 г. образована Минская гидрометеорологическая обсерватория, в основном как научно-исследовательское подразделение. За годы работы функции обсерватории значительно расширились, она стала центральным научно-методическим

подразделением Белорусского республиканского управления по гидрометеорологии. 23 марта 1933 г. СНК БССР создает Главное управление гидрометеослужбы БССР. Было построено здание Минской геофизической обсерватории, которая начала функционировать с 1 января 1936 года. [2]

В 1937 году руководство гидрометеорологической службой Беларуси было поручено Смоленскому управлению гидрометеослужбы. В 1939г было создано управление гидрометеорологической службы БССР. К середине 1941 года в БССР действовала большая государственная гидрометеорологическая сеть с хорошим, по тем временам, техническим оснащением. К этому времени на территории БССР насчитывалось 464 пункта, являющихся составной частью гидрометеослужбы СССР. Из них: метеостанций II и III разряда 139, гидрологических станций и постов 325. Белорусские гидрометеорологии проводили широкий круг исследований по климату, сельскохозяйственной метеорологии, актинометрии.

В годы Великой Отечественной войны гидрометеослужба Белоруссии понесла тяжелые потери. Было потеряно около 300 человек квалифицированных работников; свыше 85% станций и 90% постов оказались разрушенными; ценное оборудование и технический архив в своем большинстве погибли, или были вывезены в Германию.

Наблюдательная сеть после войны была не только восстановлена, но и реорганизована в соответствии с научными принципами рационального размещения. В то время она состояла из трех обсерваторий, 34 метеорологических станций, 6 специализированных (болотной, озерной, лесной и трех агрометеорологических), 7 гидрологических, 16 авиаметеорологических станций, 191 гидрометеорологического поста и около 700 ведомственных агрометеорологических постов колхозов и совхозов. Восстановление разрушенной сети — открытие станций и постов осуществлялось специальными восстановительными партиями сразу же по мере освобождения территории Беларуси, что обеспечивало оперативное обслуживание Советской Армии. К началу 1945 года на территории Беларуси уже действовало 46 станций и 185 постов, работали органы службы прогнозов, Белорусская геофизическая обсерватория и органы управления. Наблюдательная сеть была не только восстановлена, но

и реорганизована в соответствии с научными принципами рационального размещения.

С развитием познаний в области физики, метеорологии и гидрологии и других смежных наук появилась возможность усовершенствовать конструкции установок и оборудования, необходимых для производства наблюдений за главнейшими гидрометеорологическими элементами и явлениями.

Период 60-х годов прошлого века характеризуется внедрением инструментальных наблюдений за видимостью (М-53, М-71, М-37, РДВ-1), параметрами ветра, регистрацией нижней границы облаков. Начата автоматизация процесса производства, сбора, обработки и распространения гидрометеорологической информации на территории Республики Беларусь.

Гидрометеорологическая служба Республики Беларусь во времена СССР была своего рода испытательным полигоном в освоении новых технических средств – метеорологических приборов и оборудования (в т.ч. автоматических метеорологических станций). [1]

Первыми автоматическими метеорологическими станциями были автоматические гидрометеорологические станции М-106 с комплектом датчиков. С марта 1971 по декабрь 1973 года 25 метеорологических станций были переведены на режим работы в объеме автоматических станций, т.е. велись только инструментальные наблюдения за температурой и влажностью воздуха, атмосферным давлением, характеристиками ветра, температурой почвы по глубинам, солнечным сиянием, количеством осадков, дальностью видимости, высотой нижней границы облаков. На ряде станций был проведен эксперимент по работе без ночных дежурств наблюдателя. Запись визуальных наблюдений за атмосферными явлениями, формами и количеством облачности в этот период отсутствует. В 1976 году на всей сети метеостанций была произведена замена станций М-106 на более совершенные М-106М, которые использовались в работе до конца 80-х годов. К работе центрального устройства автоматических станций претензий было мало, датчики же были далеки от совершенства. Совершенно непригодными к использованию оказались датчики солнечного сияния, жидких осадков.

Параллельно этим автоматическим станциям на АМСГ (Гродно, Могилев, Мозырь) устанавливались комплексные радиотехнические

аэродромные метеорологические станции (КРАМС) для получения оперативной и штормовой информации. Серийно эта станция выпускалась с 1989 г. С конца 80-х годов прошлого века на ряде станций наблюдательной сети устанавливались станции АГМС-НО. Комплексная автоматизация коснулась не только метеорологии и приземных наблюдений. В этот период прошли испытания автоматические гидрологические посты, внедрена машинная обработка агрометеорологической информации с машинным получением таблиц ТСХ-1, создана система автоматизированной обработки аэрологической информации, проводились испытания аппаратуры для автоматической обработки данных МРЛ, внедрен комплекс автоматической обработки актинометрических наблюдений. [5]

В настоящее время гидрометеорологическую деятельность в Республике Беларусь осуществляет Департамент по гидрометеорологии в составе: Республиканский гидрометеорологический центр, Республиканский авиационно-метеорологический центр, Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды, областные центры по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2 межрайонных центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 39 метеорологических, 2 гидрологических, 9 специализированных (6 агрометеорологических, фонового мониторинга, озёрная, болотная), 8 авиационно-метеорологические станций гражданских, 137 гидрологических постов.

Основными целями деятельности гидрометслужбы являются: организация получения первичных гидрометеорологических данных на государственной сети гидрометеорологических наблюдений; осуществление сбора, обработки, анализа, хранения и предоставления гидрометеорологической информации с сети гидрометеорологических наблюдений; составление прогнозов (синоптических, гидрологических, агрометеорологических), проведение анализа региональных изменений климата; обеспечение в установленном порядке государственных органов, юридических лиц и граждан гидрометеорологической информацией; проведение исследований полярных районов Земли.

В современных условиях нет отрасли экономики, которая прямо или косвенно не испытывала бы потребности в гидрометеорологической информации. Для успешного

продвижения фактической и прогностической продукции на рынке гидрометеорологических услуг необходимо знать специфику производственной деятельности отраслей экономики, влияние на нее различных метеорологических параметров. Это позволяет проводить грамотные консультации потребителей по подбору информации, определению ее объема, параметров, частоты передачи и формы предоставления. Задача гидрометеорологической сети — помочь потребителю сориентироваться в огромном количестве гидрометеорологических параметров с целью наиболее эффективного использования их в производственной деятельности.

В последние годы отмечается увеличение количества интенсивности неблагоприятных и опасных погодных явлений, которые приносят значительный ущерб народному хозяйству страны, предоставляют угрозу безопасности населения и окружающей среде. Ежегодно в стране регистрируется от 10 до 25 опасных гидрометеорологических явлений, суммарный ущерб от которых достигает нескольких десятков, иногда и сотен миллиардов белорусских рублей. Большинство отмечающихся опасных явлений носит локальный характер, однако такие явления, как заморозки, сильный ветер (в том числе и шквалы), сильные дожди, чрезвычайная пожарная опасность, зачастую охватывают значительную часть территории Беларуси. Поэтому наблюдения за погодой и своевременное прогнозирование опасных явлений погоды с целью снижения угрозы жизни людей и минимизации ущерба экономики — одна из важнейших задач национальной гидрометеорологической службы Беларуси.

Ежедневно в Республиканском гидрометеоцентре разрабатывается около 60 специализированных прогнозов погоды разной заблаговременности. В течение года для сельского хозяйства составляется 17 видов агрометеорологических прогнозов, из них 8 видов прогнозов средней областной урожайности, 7 видов фенологических. Кроме того, для различных организаций составляются и доводятся 7 видов гидрологических прогнозов — это сроки вскрытия рек и максимальных уровней весеннего половодья, прогноз минимальных уровней воды, прогноз появления плавучего льда на реках Беларуси и др. Регулярно составляются гидрометеорологические бюллетени, доклады, справки, консультации о сложившихся и ожидаемых гидрометеорологических условиях. [4]

Гидрометеорологическое обеспечение дает социальные результаты, которые заключаются в удовлетворении потребности конкретного человека в информации о погоде «на сегодня и на завтра». Обеспечение населения информацией о погоде и климате происходит в основном через средства массовой информации.

Прогнозирование и своевременное предупреждение о возможном стихийном или опасном гидрометеорологическом явлении позволяет уменьшить потери от него. Анализ соответствующих данных на международном уровне показывает, что своевременное предупреждение о неблагоприятных и опасных явлениях погоды, позволяющее принять необходимые меры защиты, дает возможность уменьшить потери от них до 40 процентов. В последние годы активно внедряются новые технологии гидрометеорологических наблюдений, идет техническое переоснащение государственной сети гидрометеорологических наблюдений с установлением автоматических датчиков и автоматизированных метеорологических систем фирмы «Вайсала» и «Пеленг», модернизация сети метеорологических радиолокационных наблюдений, внедрение новых и совершенствование существующих методов прогнозов погоды. Все это позволяет смотреть в будущее развитие гидрометеорологической службы с оптимизмом. [4]

Заключение

Приведенные черты климата республики присущи относительно большим территориям. Различают также климат приземного слоя воздуха до высоты несколько сот метров на сравнительно ограниченной территории или микроклимат. Микроклимат — это климат городской застройки, опушки леса или поляны в лесу, озера или водохранилища, берега большой реки, низины или вершины холма, болота, сельскохозяйственного поля. В теплое время года температура воздуха на вершинах холмов и южных склонах примерно на 1—2 °С выше, чем в низинах и на северных склонах. В городе зимой и летом теплее, чем в пригороде и сельской местности. Болота, водоемы, лесные массивы понижают температуру воздуха весной и летом и повышают осенью и зимой. Климат любой территории подвержен колебаниям. Различают

колебания климата за геологические и исторические эпохи, а также за более короткие промежутки времени, столетия и десятки лет.

За последние 100 лет в Белоруссии наблюдалось три потепления, которые сменялись похолоданиями. Первое отмечалось в конце прошлого и первом десятилетии этого столетия. Второе, наибольшее, приходится на 30-е годы. После небольшого похолодания в 40-х годах наблюдалось потепление 50— 60-х годов.

Относительно небольшая изменчивость климата, его умеренность делают климат Белоруссии благоприятным для жизни и деятельности человека

Литература

1. Алисов, Б. П. Климатология: учебник для географических факультетов университетов / Б. П. Алисов. – М. : МГУ, 1974. – 299 с.
2. Городецкий, О. А. Метеорология, методы и технические средства наблюдений / О. А. Городецкий. – Л. : Гидрометеоздат, 1991. – 336 с.
3. Изменения климата Беларуси и их последствия / Под общ.ред. В. Ф. Логинова. – Мн. : Тонпик, 2003. – 330 с.
4. Климат Беларуси / Под ред. В. Ф. Логинова. – Мн. : ИГН НАН Беларуси, 1996. – 235 с.
5. Климатология: учебник для вузов / Под ред. О. А. Дроздова, Н. В. Кобышевой. – Л. : Гидрометеоздат, 1989. – 568 с.

Использование космических систем для мониторинга климата Земли

Попичев Е. А.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Климат Земли подвержен непрерывным изменениям в результате нелинейного взаимодействия процессов, протекающих в атмосфере, океане, криосфере, биосфере и на поверхности континентов, а также обусловленных внешними воздействиями. Чтобы понять причины этих изменений и создать средства для их предсказания в будущем, очень важно проводить непрерывные и скоординированные наблюдения за климатом. Мониторинг климата требует интегрального подхода к организации наблюдений за атмосферой, океаном и поверхностью земли. Не существует единой технологии, которая позволяла бы получить всю необходимую информацию.

Поэтому, следуя рекомендациям Рамочной конвенции ООН по изменению климата, была создана международная программа «Глобальная система наблюдений за климатом», основная задача которой организовать долговременную систему наблюдений за климатом, опираясь на уже существующие системы наблюдений за атмосферой, океаном и поверхностью суши. В соответствии с принятыми принципами климатического мониторинга система наблюдений позволит создать базу данных о глобальных и региональных изменениях климата за длительный период времени с целью информирования правительств о происходящих изменениях климата.

«Глобальная система наблюдений за климатом» является комплексной и составлена из средств наблюдений, размещенных на континентах, морских судах, плавающих буях, зондах, самолетах и спутниках. В рамках существующих международных программ ведется большая работа по организации систем прямых и дистанционных наблюдений за климатом в атмосфере, океане и на

поверхности земли, сбору этих данных, их архивации, а также по обеспечению свободного доступа к ним.

1. Спутниковое наблюдение за климатом

Использование космических систем играет очень важную роль в мониторинге климата Земли.

Развитие ракетной техники, научные основы которой были заложены исследованиями К. Э. Циолковского, позволило метеорологам уже в середине 20-го столетия резко повысить потолок инструментальных измерений в атмосфере, проникнуть с приборами, устанавливаемыми на ракетах, сначала в среднюю и верхнюю стратосферу, а затем и еще выше – в мезосферу и термосферу. Специально сконструированные метеорологические ракеты в состоянии зондировать атмосферу на высотах до 500 км, а выводимые на орбиты вокруг Земли с помощью ракет метеорологические спутники превратились в принципиально новое средство исследования атмосферы, увеличившее во много крат информацию о погоде на нашей планете, доступную повседневному анализу.

Вместе с обычными средствами наблюдения за погодой с поверхности Земли с помощью радиозондов, ракет и метеорологических радиолокаторов искусственные спутники Земли (ИСЗ) позволили следить за всеми изменениями погоды еще и сверху, с высоты сотен и тысяч километров. Особенно важно, что спутники ведут наблюдение за погодой не только над сушей, но и над теми областями Земли, где нет регулярной сети метеорологических станций, – такими как океаны, полярные области Земли, малонаселенные районы пустынь и полупустынь, высокогорные области.

Космические методы исследования атмосферы позволяют уточнять состав воздуха на больших высотах, недоступных другим методам.

Можно без преувеличения сказать, что ракетная техника, с помощью которой человечество начало завоевание космоса, попутно произвела настоящую революцию в методах исследования атмосферы. Эта революция во многом изменила наши

представления об атмосфере, особенно о ее высоких слоях, она дала огромное количество новых данных об атмосферных процессах.

Появилась новая научная дисциплина – спутниковая метеорология.

Создание ее стало возможным после появления нового, оказавшегося очень перспективным, средства исследования атмосферы и космического пространства – искусственного спутника Земли. Впервые он был выведен на орбиту советскими учеными 4 октября 1957 г.

Спутниковая метеорология – это один из разделов науки о погоде – метеорологии, – изучающий физическое состояние атмосферы и метеорологические явления с помощью ИСЗ.

Метеорологические спутники оснащены обзорной и измерительной аппаратурой. С помощью искусственных спутников Земли можно получить много дополнительной информации, как над малонаселенными участками суши, так и над густонаселенными. В частности, ИСЗ весьма оперативно обеспечивают получение данных о границе снежного покрова и всех ее изменениях, об облачности атмосферных фронтов и циклонов, дополняя и уточняя данные сети метеорологических станций там, где густота ее недостаточна.

Очень существенна получаемая с ИСЗ информация о дымовых облаках над промышленными районами и над лесными массивами, возникающих в результате индустриальных загрязнений воздуха и лесных пожаров. В ряде случаев облака загрязнений над промышленными центрами не фиксируются обычными наземными метеорологическими наблюдениями, проводимыми в приземном слое атмосферы, а на снимках со спутников они отчетливо видны, как видно и их перемещение, особенности структуры и других характеристик, позволяющие судить о концентрации загрязнений и высоте их распространения.

Для мониторинга окружающей среды на базе космических средств наиболее продуктивно используется информационная спутниковая система, которой присущи целостность, целенаправленность, динамизм, преемственность, совместимость, автономность. Структурно эта сложная спутниковая система мониторинга включает орбитальный и наземный сегменты: первый осуществляет функцию наблюдения, второй, наряду с наблюдением, – функции оценки и прогноза.

Спутники наблюдения Земли контролируют меняющиеся параметры суши, океана и атмосферы (такие, как растительная биомасса, соленость океанических и морских вод, грунтовые запасы пресной воды и рельеф облаков), отслеживают развитие ураганов и тайфунов, а также извержения вулканов и крупные лесные пожары.

Спутники обеспечивают в настоящее время важнейшие средства сбора глобальных данных о климате и изменении климата. Они используются для мониторинга выбросов углерода, изменения запасов льда в полярных куполах и ледниках, а также характера колебания атмосферной температуры. Дистанционное зондирование обеспечивает точную и актуальную информацию о почвенно-растительном покрове и любых изменениях, происходящих на обширных территориях, давая возможность получать данные об отдаленных районах, труднодостижимых иным образом. Повторяющиеся измерения сделали возможным создание архивов данных дистанционного зондирования за несколько десятилетий.

Однако, чтобы спутниковые данные могли внести заметный вклад в долгосрочную программу измерений, должны быть обеспечены устойчивое функционирование системы наблюдений со спутников, необходимая точность и однородность измерений. В Планах реализации Глобальной системы наблюдений за климатом указаны характеристики, измерения которых представляются исключительно важными и осуществимыми в настоящее время с помощью спутников. [2]

К ним относятся:

- атмосферные характеристики: осадки, радиационный баланс, включая приходящий поток солнечной радиации на верхней границе атмосферы, температура свободной атмосферы, включая микроволновое зондирование, направление и скорость ветра (особенно над океанами), водяной пар, свойства облаков, озон, свойства аэрозоля;

- океанографические характеристики: температура поверхности воды, уровень моря морской лед, цвет воды (для оценки биологической активности);

- характеристики поверхности суши: снежный покров, ледники и ледяные шапки, альbedo, типы растительности, доля поглощенной фотосинтетически активной радиации, пожары.

Многие указанные переменные могут быть доступны уже сейчас для широкого использования на регулярной основе при современных технологических возможностях. Однако требуется дальнейшее совершенствование алгоритмов нового анализа первичных радиационных измерений и их преобразования в климатические переменные.

2. Средства мониторинга

Наблюдение Земли из космоса началось в 1960-е гг. с американских и советских метеорологических спутников серии «Tiros», «ESSA», «Nimbus», «ITOS», «Метеор». За последующие десятилетия информационные возможности и целевое применение космических аппаратов Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) значительно расширились. На смену метеорологическим ИСЗ пришли спутниковые системы, предназначенные для мониторинга окружающей среды и исследования динамики планетарных процессов, совместно с системами изучения природных ресурсов Земли, такими как «Landsat» (США, запускаются с 1972 г.), «SPOT» (Франция, запускаются с 1986 г.) и «Ресурс» (РФ, запускаются с 1988 г.), и миссиями исследовательских космических аппаратов.

Ведущую роль здесь играют США. Находящаяся под эгидой NOAA (National Oceanic Atmospheric Administration – Национальное управление по океанам и атмосфере) спутниковая метеорологическая система на полярных орбитах «NOAA» (запускаются с 1970 г.) и геостационарные «GOES» (запускаются с 1975 г.), а также принадлежащая министерству обороны США спутниковая система DMSP (Defense Meteorological Satellite Project – Оборонный проект спутниковой метеорологии; запускаются с 1966 г.) – единственные в мировой практике эксплуатационные системы мониторинга окружающей среды.

Применение на американских спутниках метеоразведки «DMSP» микроволновых радиометров в качестве всепогодных измерителей геофизических параметров океана и атмосферы позволило с 1991 г. реализовывать круглосуточное всепогодное обеспечение стандартной информацией о гидрометеорологических параметрах стран-членов WMO (Всемирная метеорологическая организация). Для национальной безопасности американское

правительство в середине 1990-х гг. приняло решение о создании Национальной спутниковой системы мониторинга окружающей среды с полярной орбиты NPOESS (National Polar-Orbiting Operational Environment Satellite System). Она создается путем объединения военной (DMSP) и гражданской (NOAA) спутниковых систем и включает эксплуатируемые в настоящее время КА «DMSP» и «NOAA», а также разрабатываемые совместно с европейской метеорологической организацией Eumetsat ИСЗ «Metop».

В США исследование глобальных процессов с учетом их взаимодействия и влияния на состояние окружающей среды осуществляется в рамках национальной программы USGCRP (United States Global Change Research Programme – Программа изучения глобальных изменений) а также под эгидой Межправительственного комитета по климатическим изменениям IPCC (Intergovernmental Panel on Climatic Change). Ожидается, что полученные результаты станут научной основой для принятия государственных решений по вопросам состояния окружающей среды и климата в глобальном масштабе.

Программа EOS (Earth Observing System – Система наблюдения Земли) предназначена для реализации опубликованного в 2001 г. стратегического плана NASA по исследованию планеты с помощью серии ИСЗ определенной направленности. Она включена в проект МПРЕ (Mission to Planet Earth – Миссия к планете Земля), проводимый NASA с 1991 г. по программе «Исследование глобальных изменений на Земле».

Согласно программе EOS, группировке из первых спутников к 2015 г. предстоит решить следующие задачи:

- 10-летний прогноз климата;
- 15-20-месячный прогноз явления Эль-Ниньо;
- 12-месячный прогноз выпадения дождей в региональном масштабе;
- 60-дневный прогноз извержения вулканов;
- 10-14-суточный прогноз погоды;
- 5-дневный прогноз маршрутов ураганов с точностью 30 км;
- 1-5-летний экспериментальный прогноз землетрясений.

В других странах к числу наиболее значимых космических программ обзорного наблюдения Земли относят европейскую программу мониторинга и обеспечения безопасности Земли GMES,

базирующуюся на КА «Envisat» (запущен 1 марта 2002 г.) и «Метоп»; канадскую космическую программу с применением спутников «Radarsat» (запускаются с 1995 г.); японскую программу наблюдения Земли на базе ИСЗ «ADEOS» (запускаются с 1996 г.); индийскую систему дистанционного зондирования IRS (запуски с 1988 г.)

В России в соответствии с Федеральной космической программой проводятся работы по дистанционному зондированию из космоса. Декларируются следующие направления:

- расширение знаний о Земле;
- мониторинг окружающей среды и контроль чрезвычайных ситуаций;
- повышение эффективности промышленного сырьевого секторов, транспорта, энергетики и др. [3]

В 1990-х гг. в России для осуществления мониторинга окружающей среды и изучения природных ресурсов на орбиту последовательно запущены природоведческие спутники «Ресурс-01» (запускаются с 1980 г.) и океанографические «Океан-01» (запускаются с 1979 г.). В настоящее время функционирует выведенный на орбиту 10 декабря 2001 г. ИСЗ аналогичного назначения «Метеор-3М», оснащенный кроме прочих приборов трехканальным электронно-оптическим сканером высокого разрешения МСУ (45 м) и первым в мировой практике зондирующим микроволновым сканером МТВЗА (подобный американский прибор SSM/IS выведен на околоземную орбиту в октябре 2003 г.). С применением СВЧ-радиометра МТВЗА начались измерения таких важнейших для прогноза погоды параметров, как водный запас облаков, профили температуры и влажности атмосферы, радиационный баланс и скорость ветра. Подобная информация используется государственными метеорологическими службами стран-членов ВМО, ранее ее единственным источником служили спутники, принадлежащие министерству обороны США

В 2012-2013 гг. в России планируется развертывание космической системы «Арктика», предназначенной для всестороннего мониторинга российской арктической зоны.

Значение создания новой космической системы обусловлено тем, что Арктика является «кухней погоды» для всего северного полушария, оказывает определяющее влияние на процессы формирования погоды и климата в северном полушарии Земли.

Спутниковые данные в требуемом объеме и с качеством, необходимым для решения гидрометеорологических задач по арктическому региону и северным территориям Земли предложено получать с помощью двух космических аппаратов «Арктика-М» на высокоэллиптических орбитах.

В дальнейшем в рамках развития системы «Арктика», возможно создание спутников связи «Арктика-МС» и радиолокационных «Арктика-Р». [1]

3. Космическая программа Беларуси

В Беларуси первые разработки по космической тематике относятся к началу 1960-х годов. Важным стимулом развития научно-технического комплекса Республики Беларусь, связанного с космическими технологиями, явилось участие республики в реализации многих программ бывшего СССР.

Значительным вкладом в восстановление и дальнейшее развитие научно-технических и экономических связей в области космических средств и технологий между Беларусью и Россией явились белорусско-российские космические программы «Космос-БР» и «Космос-СГ» (2004-2007). В ходе их реализации созданы технические и программные средства, которые эффективно используются в России, а также востребованы на мировом рынке.

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. №278 «О мерах по развитию в 2007-2010 гг. космической системы дистанционного зондирования Земли» Совет Министров Республики Беларусь утвердил Национальную программу исследования и использования космического пространства в мирных целях на 2008-2012 годы.

В настоящее время в Беларуси отдельные республиканские органы государственного управления, а также подчиненные им организации используют данные дистанционного зондирования Земли и создают свои тематические банки данных. Станции приема космической информации имеются в Департаменте по гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды

В результате опыта, накопленного в ходе выполнения исследований в интересах Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, разработана и реализована система сбора информации о состоянии объектов окружающей среды. В деятельности государственного учреждения «Белорусский гидрометеорологический центр» используются космические снимки Земли метеорологических спутников серии NOAA, позволяющие в значительной мере повысить точность прогноза метеорологических условий на основе данных дистанционного зондирования Земли.

22 июля 2012 был запущен белорусский спутник дистанционного зондирования Земли БелКА-2. В перспективе планируется создать группировку спутников для использования в интересах Союзного государства.

Проект первого белорусского спутника возник в 2003 году. Космический аппарат «БелКА» планировалось сделать элементом белорусско-российской группировки спутников дистанционного зондирования Земли. Данные с него необходимы для работы МЧС, Минприроды, Минтранса и других заинтересованных ведомств. С российской стороны группировку должны представлять спутники «Монитор» и «Бауманец».

Назначение аппарата:

- контроль возобновляемых и естественных природных ресурсов;
- контроль за землепользованием и сельскохозяйственным производством определение площадей, перспективных для поиска полезных ископаемых;
- контроль ресурсов и экологии шельфа (для зарубежных заказчиков) – контроль чрезвычайных ситуаций;
- экологический контроль окружающей среды;
- обновление топографических карт.

Благодаря запуску спутника Беларусь сможет создать самостоятельную систему дистанционного зондирования Земли, которая позволит отказаться от услуг других государств по вопросам получения и обработки космической информации. С запуском спутника Республиканский гидрометеорологический центр получит детализированную информацию о разливах рек, состоянии посевов и снежного покрова, цветении водоемов. И, что принципиально, информацию собственную, ведь до этого Минск закупал данные у россиян и американцев. [4]

Заключение

В последние десятилетия в ряде регионов мира отмечается увеличение повторяемости, интенсивности и продолжительности экстремальных погодно-климатических проявлений. Катастрофические наводнения, засухи, ураганы, сели, резкие изменения температуры, пыльные бури, цунами и другие опасные природные явления уносят жизни людей и подрывают экономическое развитие.

Экстремальные проявления климатической изменчивости уже в ближайшее время могут привести к значительным потерям в сельскохозяйственном производстве, обеспечении населения водой, проблемам в энергетике, судоходстве, жилищном хозяйстве и других жизненно важных направлениях экономики и социальной инфраструктуры многих стран. По оценкам Всемирной метеорологической организации (ВМО), других международных организаций в настоящее время отмечается устойчивая тенденция увеличения материальных потерь и уязвимости общества вследствие усиливающегося воздействия опасных природных явлений.

Целью международного сообщества должно стать уменьшение уязвимости государств перед угрозой стихийных бедствий, а адаптация к последствиям изменения климата является наиважнейшей задачей для всех государств.

Усилия ученых направлены на исследование повторяемости климатических экстремумов и опасных гидрометеорологических явлений, на увеличение заблаговременности и повышение надежности прогнозов и предупреждений, выработку предложений по адаптации к происходящим и ожидаемым изменениям климата. Во многих странах мира при поддержке ВМО приоритетно выделяются работы по повышению гидрометеорологической безопасности, направленной на обеспечение защищенности личности, общества и государства от воздействия опасных экстремальных погодно-климатических проявлений. Важное место в этих работах уделено созданию и совершенствованию систем раннего обнаружения опасных гидрометеорологических явлений и прогнозированию их развития. Системы раннего обнаружения

должны охватывать как можно больше опасных явлений и базироваться на существующих национальных и региональных системах.

В настоящее время правительствами, деловыми и научными кругами, гражданским обществом все больше осознается необходимость разработки прогнозов климатических изменений и связанных с ними экстремальных явлений на ближайшую перспективу (5 – 20 лет). [4]

Будущая глобальная система наблюдений за климатом невозможна без спутниковой составляющей, т.к. космонавтика является областью концентрации новейших достижений человечества, вершиной научно-технического прогресса, средством решения глобальных, межгосударственных, государственных и региональных проблем.

Литература

1. Вопросы о погоде. Астапенко П.Д. Л.: Гидрометеиздат, 1986.
2. Постановление СМ РБ от 14 октября 2008 г. № 1517 «О Национальной программе исследования и использования космического пространства в мирных целях на 2008–2012 гг.».
3. Климат ближайшего будущего. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. – Земля и Вселенная. №6 2004 г.
4. БелКА (спутник). Википедия – свободная энциклопедия. URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/БелКА_\(спутник\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/БелКА_(спутник)).

Перспективы развития метеорологической теории и практики

Пурлан А.Е.

Белорусский национальный технический университет

Введение

В современном мире всё больше и больше внимания уделяется метеорологии, как науки. При этом особое место отводится прогнозам погоды. Снижение потерь при их изучении и отражает экономическую полезность, которую получает потребитель от использования прогнозов. Ущерб в мире от опасных явлений погоды составляет около 50-60 млрд. в год. А по последним данным даже превосходит 100 млрд. долларов. Причем общие потери, связанные со стихийными бедствиями с 60 по 90 годы увеличился в 40 раз и тенденция будет сохраняться.

В настоящее время метеорологическая информация приобретает значимость универсального природного ресурса, поскольку она входит в число основных расчетных параметров при выборе оптимальных производств плана проекта сооружений, маршрута движения и иных хозяйственных мероприятий.

1 Использование и реализация метеорологической информации

Есть сферы деятельности, в которых многие считают себя специалистами. К таким сферам, конечно, относятся погода и климат. Ни одна развлекательная программа, ни один детектив не привлекает так много людей к экранам телевизора или радиоприемникам, как краткая программа прогноза погоды.

Действительно, человек живет, окружённый атмосферой, внутри неё. Атмосфера – самая подвижная и изменчивая составляющая климатической системы. Атмосфера масштабна – она находится в любой точке у поверхности нашей планеты. Атмосфера постоянно обменивается с подстилающей поверхностью, растительным и животным миром. Слово

“атмосфера” – «ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ» – древнегреческое и означает “ΑΤΜΟΣ” – пар, “ΣΦΑΙΡΑ” – сфера.

Одними из направлений метеорологии являются самостоятельные разделы (климатология, синоптическая метеорология), к другим относятся частные дисциплины, изучающие различные классы атмосферных процессов, либо использующие специальные методы исследования атмосферы (актинометрия, динамическая метеорология, синоптическая метеорология, атмосферная оптика, атмосферное электричество, атмосферная акустика, космическая метеорология, аэрология, и др.). Кроме этого, выделяют прикладные метеорологические дисциплины (авиационная метеорология, сельскохозяйственная метеорология, медицинская метеорология).

Очень важным разделом метеорологии является синоптическая метеорология, которая как наука оформилась во второй половине 19 века.

В наше время огромными шагами идёт изучение метеорологических процессов, так широкое использование энергии ветра и солнца вызвало в Германии всплеск спроса на сверхточные прогнозы погоды. Они нужны и производителям «зеленого» электричества, и их конкурентам - традиционным энергокомпаниям. [2]

Энергетики заинтересовались силой ветра и характером облачности. Идея подсчитывать на основе прогнозов погоды, сколько электроэнергии смогут выработать те или иные ветровые или солнечные установки, пришла 52-летнему профессиональному метеорологу Томасу Шперлингу и одному из его коллег десять лет назад. «Для нас это было тогда всего лишь хобби», - вспоминает он. Однако оказалось, что на результаты этой интеллектуальной забавы имеется спрос, причем огромный.

Ведь вступивший в силу в 2000 году закон о возобновляемой энергии (EEG) дал мощный импульс развитию в Германии новой отрасли, которой понадобились технологии, позволяющие планировать производственную деятельность, в значительной степени зависящую от погодных условий. Одновременно принципиально новое значение метеорологии для собственного бизнеса начали осознавать и господствовавшие на рынке компании, эксплуатирующие обычные угольные, газовые и атомные электростанции.

Раньше подобные компании, занимаясь планированием, учитывали в первую очередь такие факторы, как время суток, дни недели и график работы крупных промышленных потребителей. В условиях, когда энергия из возобновляемых источников получила приоритет в электросетях, загрузка производственных мощностей стала вдруг зависеть от силы ветра и уровня облачности. Так, в особо солнечные и ветреные дни обычным немецким электростанциям приходится теперь снижать объемы производства до минимума. [3]

2. Прогнозы погоды - двигатель торговли

Поэтому нет ничего удивительного в том, что, к примеру, компания RheinEnergie, крупнейший поставщик электроэнергии для Кельна с его миллионным населением, подписалась на ежечасные прогнозы погоды фирмы EuroWind. Кроме того, она пользуется услугами еще трех метеорологических служб. «Все участники рынка используют сейчас прогнозы погоды. Без этого наш бизнес уже невозможен», - рассказывает менеджер Омар Рамдани (OmarRamdani).

Он работает в отделе, занимающемся закупкой и продажей электроэнергии. Одна из его обязанностей - осуществление торговых операций на европейской энергетической бирже EEX в Лейпциге. Компания RheinEnergie участвует в торгах практически ежедневно. Продавая, например, определенный объем электроэнергии на следующие сутки, она должна быть уверена, что сможет столько электричества произвести, а также определить, в какой мере будут задействованы ветряные установки, а в какой, скажем, газовые электростанции. Кроме того, необходимо спрогнозировать динамику цен.

Конкуренция в «энергетической метеорологии» растет «Чем точнее предсказания погоды, тем точнее наши расчеты производства электроэнергии», - подчеркивает Омар Рамдани. Так что компании EuroWind нельзя допускать сколько-нибудь серьезных ошибок, иначе она рискует потерять клиентов. «Конкуренция, естественно, растет», - отмечает Томас Шперлинг. В свое время он был со своей фирмой одним из первопроходцев в Германии. Сегодня аналогичные метеорологические услуги предоставляют уже порядка 20 компаний.

Однако EuroWind остается одним из бесспорных лидеров рынка. В настоящее время у компании примерно 80 клиентов, и их число стабильно растет. «Нам даже не приходится тратить много сил на маркетинг», - говорит Томас Шперлинг. Бум в «энергетической метеорологии» явно нарастает, ведь развитие возобновляемой энергетики заметно ускорилось в Германии после принятия полтора года назад решения о форсированном закрытии атомных электростанций. [1]

3.Использование спутниковой информации в прогностической деятельности

Виды информации, поступающей с космических систем. Обработка и использование данных метеорологических искусственных спутников Земли– геостационарных и полярно-орбитальных. Аппаратно-программный комплекс приема и обработки данных. Современные и перспективные технологии обработки и использования данных метеорологических искусственных спутников Земли. Использование космической информации при гидрометеорологическом обеспечении хозяйственной деятельности. Роль космической информации в гидрометеорологии. Практическое использование спутниковой информации с помощью разработанных графических программ. Использование данных метеорологических искусственных спутников Земли при прогнозе образования и эволюции перемещения барических образований. Оценка эволюции фронтальных облачных систем по данным. Использование данных искусственных спутников Земли для оценки ожидаемого перемещения и эволюции атмосферных фронтов.

Использование спутниковой информации при анализе облачных систем циклонов и атмосферных фронтов. Внутримассовые облачные системы и связанные с ними виды осадков. Прогностические признаки эволюции конвективных процессов по информации с метеорологических искусственных спутников Земли.

4. Перспективы спутниковых наблюдений за климатом

Моделирование климата уже оказало огромное воздействие на программы наблюдений метеорологических спутников, так как то, что наблюдается и измеряется из космоса, должно быть не только новым, но и полезным для изучения климата.

Сейчас специалисты по моделированию климата высказывают свои пожелания о той системе наблюдений и наборе наблюдаемых параметров, которые необходимы для решения проблем прогноза изменений климата. Однако существует определенный разрыв между тем, что желают специалисты в области моделирования, и возможностями техники. Как выразился специалист по метеорологическим наблюдениям из Висконсинского университета Вернер Суоми, «в некоторых случаях это несоответствие покрыто туманом, можно даже сказать, мраком.»

Сложность взаимодействий в климатической системе требует наблюдений за обширной совокупностью явлений, характеризующих не только климат как таковой, но и разнообразие свойств атмосферы, океана, суши, снежно-ледяного покрова, биосферы, за которыми ранее никогда не наблюдали на метеостанциях и многие из которых наземными средствами исследовать просто невозможно. В связи с этим большое значение придается наблюдениям со спутников.

Уже сформулированы возможности и перспективы спутниковых наблюдений для целей изучения физических процессов. [4]

Заключение

В докладе представлены основные современные направления в метеорологии и их тенденции. Широкое развитие в последние годы получили фундаментальные исследования механизмов формирования и тенденции современного изменения климата и основных компонентов климатической системы, выявление её долгопериодных колебаний – проблем, которые волнуют метеорологов всего мира.

Рассмотрены вопросы о основных направлениях в развитии метеорологической теории и практики. К таким направлениям

относят: 1. Динамическая метеорология 2. Синоптическая метеорология. 3. Экономическая метеорология

Литература

1. Хандожко Л.А. Экономическая метеорология Санкт-Петербург 2005 г. , 491 с
2. Динамическая метеорология. Теоретическая метеорология / Под ред. Д. Л.Лайхтмана. Л.: Гидрометеиздат. 1976.
3. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. Л.: Гидрометеиздат, 1974.
4. Груза Г.В. Некоторые общие вопросы теории метеорологической информации // Тр. всесоюз. н.-и. ин-та гидрометеорологической информации. 1974, вып.1.

Интернет источники

<http://www.inosmi.ru/europe/20121028/201506352.html>

<http://do.gendocs.ru/docs/index-384076.html#8574978>

Вопросы климатологии в трудах российских учёных

Рылко А.И.

Белорусский национальный технический университет

Введение

В данном реферате рассказывается про выдающихся российских и советских учёных-климатологов и их научную деятельность, в частности, про Бориса Павловича Алисова, Александра Ивановича Воейкова, Степана Ивановича Жакова и Дмитрия Александровича Лачинова. Раскрывается краткая биография о каждом из них и их научные достижения в области климатологии и других сферах науки.

1. Борис Павлович Алисов (5 августа 1891 — 26 ноября 1972)



Биография

Родился 5 августа 1891 года в Малоархангельске Орловской губернии в семье служащих. Обучался в Курской гимназии. В 1911 году поступил на физико-математический факультет Московского университета. В 1915 году ушёл на фронт и участвовал в Первой мировой войне, а затем с 1917 по 1921 годы, в период Гражданской войны, служил в Красной Армии. С 1921 года вернулся к научной деятельности, занялся метеорологией. Научную деятельность начал с изучения климатических условий курортов Северного Кавказа, организовав в Кисловодске опорную актинометрическую станцию. В 1924 году опубликовал первые научные работы. В 1931 году переехал в Москву и до 1941 года работал в Государственном геофизическом институте. В 1933 году начал педагогическую деятельность в Московском гидрометеорологическом институте, где заложил основы преподавания климатологии. В 1938 году был назначен заведующим кафедрой климатологии. В 1936 году получил степень кандидата географических наук. В 1941 году защитил докторскую диссертацию на географическом факультете Московского Государственного Университета. В ноябре 1941 года перешёл в Московский университет на должность профессора кафедры общей физической географии географического факультета. В 1944-1958 годы — заведующий кафедрой метеорологии и климатологии МГУ.

Научная деятельность

В 1936 году предложил принципиально новую классификацию климата, основанную не на характеристиках климатических элементов (температура, влажность, радиационный фон, скорость ветра, количество осадков, испарение), а на динамике воздушных масс. Основные труды Алисова по географическим аспектам климатологии, в том числе по генетической классификации климатов земного шара и климатическому районированию. Исходя из существования четырёх основных географических типов воздушных масс, Алисов выделил четыре основных и три промежуточных климатических пояса.

Основные пояса:

- пояс экваториального воздуха

- пояс тропического воздуха
- пояс умеренных широт
- пояс арктического и антарктического воздуха

Промежуточные пояса:

- субэкваториальный
- субтропический
- субарктический

В каждом типе выделяются континентальный и морской подтипы. Выполненное на основе этой классификации районирование территории бывшего СССР и других регионов Земли и поныне не потеряло своей ценности. Современные студенты-географы изучают климатологию по учебникам профессора Алисова.

2. Александр Иванович Воейков (8 мая 1842 — 27 января 1916)



Биография

В молодые годы (1856—1858) много путешествовал по Западной Европе и Азиатской Турции (Сирии и Палестине).

В 1860 году поступил на физико-математический факультет Санкт-Петербургского университета, но в следующем году уехал за границу, где слушал курсы в Берлинском, Гейдельбергском и

геттингенском университетах; последним — удостоен степени доктора философии (1865).

Состоял с 19 января 1866 года членом Императорского русского географического общества; по поручению общества ездил в 1869—1870 годах за границу для ознакомления с метеорологическими станциями в Вене, Милане, Париже, Брюсселе и Лондоне. В 1868 и 1870 годах исследовал восточный Кавказ (Дагестан, Баку и Ленкорань). Воейков принимал также деятельное участие в работах метеорологической комиссии Императорского русского географического общества в качестве её секретаря, обрабатывая наблюдения дождевой и грозовой сети этой комиссии за 1871 год.

В 1872 году он объездил Галицию, Буковину, Румынию, Венгрию и Трансильванию, где, между прочим, занимался исследованием чернозема.

В феврале 1873 года Воейков уже был в Нью-Йорке и до октября этого года совершил большую поездку по Соединенным Штатам и Канаде (С.-Луи, Нью-Орлеан, через Техас, Колорадо, Миннесоту и по озерным областям до Квебека). Вернувшись в Вашингтон, Воейков до весны следующего года по предложению секретаря Смитсоновского института дополнил предпринятое институтом обширное издание под загл. «WindsoftheGlobe» и написал текст.

В следующем году Воейков совершил путешествие по Юкатану, Мексике и Южной Америке, где посетил Лиму, оз. Титикака, Чили, Рио-де-Жанейро. Вернувшись в Нью-Йорк, Воейков закончил там свою работу для книги «WindsoftheGlobe» (1875) и затем, по возвращении на короткое время в Россию, предпринял новое путешествие по Индостану, острову Яве и Японии. Последующие годы Воейков посвятил разработке материалов своих путешествий и метеорологическим работам.

В 1882 году Воейков поступил приват-доцентом в Санкт-Петербургский университет по кафедре физической географии, в 1885 году назначен экстраординарным, в 1887 году ординарным профессором по той же кафедре. Воейков состоял (с 1883 года) председателем метеорологической комиссии Императорского русского географического общества и был избран почётным членом многих русских и иностранных учёных обществ.

В 1910-е годы проживал по адресу: Санкт-Петербург, Зверинская улица, дом № 4.

На протяжении многих лет до революции Воейков возглавлял Петербургское вегетарианское общество и представлял Россию на международных съездах вегетарианцев. [1]

Научная деятельность

Труды:

«Климаты земного шара» (СПб., 1884, издано также с дополн. на немецком яз., Иена, 1887);

«Распределение осадков в России» («Записки Императорского русского географического общества», т. VI);

«Снежный покров, его влияние на почву, климат и погоду» (т. же, т. XVIII);

«Наши реки» (2 ст. в «Русской мысли» 1877—1878);

«Путешествие по Японии» («Известия Императорского русского географического общества», 1877);

«Климат области муссонов Восточной Азии» (т. же, 1879);

«Новые данные о суточной амплитуде температуры» («Изв. Общ. любит. естествозн.», т. XXXXI, 1881);

«Климатические условия ледниковых явлений» («Зап. Минер. общ.», 1881);

"Влияние топографических условий на средние температуры зимы, особенно при антициклонах («Ж. Русск. физ.-хим. общ.», 1882);

«О некоторых условиях распределения тепла в океанах и их отношениях к термостатике земного шара» («Известия Императорского русского географического общества», 1883);

«Способы воздействия человека на природу» («Русское обозрение» 1892, кн. IV);

«Климат и народное хозяйство» (в Сборнике «Помощь голодающим», изд. редакции «Русск. вед.», М., 1892). [1]

3. *Степан Иванович Жаков*(6 апреля 1913— 22 января 1987)



Биография

Участник Великой Отечественной войны. Имел боевые награды. С 1956 по 1964 учительствовал, с 1965 по 1981 работал заведующим кафедры физической географии Пензенского государственного педагогического института. Под его руководством на кафедре была открыта аспирантура. Основным направлением научных исследований кафедры в то время было изучение климата. В 1965 защитил докторскую диссертацию на тему «Происхождение атмосферных осадков на Европейской территории СССР в теплое время года», а в 1966 стал профессором ПГПИ. Многолетний председатель Пензенского отделения Географического общества СССР.

Научная деятельность

Внес значительный вклад в изучение природы, населения и хозяйства Пензенской области. Широко известны труды профессора С.И. Жакова по климатологии СССР и Пензенской области. Под его руководством подготовлен первый географический атлас Пензенской области (1982).

С. И. Жаков — автор свыше 60 научных работ, в том числе монографии:

- «Влияние Арктики на климат СССР» (1969)

- «Основные климатические закономерности на территории СССР» (1978)
- «Общие климатические особенности Земли» (1984).

Другие избранные научные труды:

- «Общие закономерности режима тепла и увлажнения на территории СССР» (1982)
- «Арктика и климат Западной Сибири» (1967)
- «Природа Пензенской области» (Под ред. С. И. Жакова. 1970) и др. [3]

4. Дмитрий Александрович Лачинов (10 мая 1842— 15 октября 1902)



Биография

Учёный происходил из старинного русского рода Лачиновых, ведущего родословие от воеводы Григория Григорьевича Лачина (середина XV в.). Отец — подполковник Александр Петрович Лачинов, участник Отечественной войны 1812 года, дважды дошёл до Парижа (1814 и 1815). Мать — Мария Ивановна Фролова. Жена — Лаура Бенедиктовна Нагель, шведка.

Он:

- младший брат военного историка Н. А. Лачинова, химика П. А. Лачинова и писательницы П. А. Лачиновой (П. Летнёв),
- дядюшка филолога, теоретика театра, актёра В. П. Лачинова,
- шурин инженера А. Б. Нагеля и архитектора Ф.-О. Б. Нагеля,

- дед художника Л. А. Шульца,
- прадед физикохимика М. М. Шульца.

По окончании 1-й Санкт-Петербургской гимназии в 1859 году поступил на физико-математический факультет Санкт-Петербургского университета, где его учителями были замечательные русские учёные П. Л. Чебышёв, Э. Х. Ленц, Ф. Ф. Петрушевский. Вследствие закрытия университета в 1862 году Дмитрий Александрович направлен в Германию, где 2,5 года в Гейдельберге и Тюбингене занимался физикой под руководством выдающихся учёных Г. Л.-Ф. Гельмгольца, Р. В. Бунзена и Г. Р. Кирхгофа. По возвращении в Санкт-Петербург сдал экзамен на степень кандидата физико-математических наук. Научно-педагогическую деятельность в Лесном институте Д. А. Лачинов начал штатным преподавателем в 1865 году на кафедре физики, основанной им в 1864 году[2]; (1877 — доцент, а с 1890 года — профессор кафедры физики и метеорологии). [4]

Научная деятельность.

Научные интересы Д. А. Лачинова лежали главным образом в области технических приложений электричества. И здесь с его именем связано первенство русской творческой мысли. Он доказал преимущество параллельного включения дуговых ламп, указал на возможность смешанного их совместного включения с лампами накаливания. Ему принадлежат многие изобретения, в том числе — носящие имя Д. А. Лачинова: гальваническая батарея особой конструкции, регулятор напряжения в зависимости от числа введённых в цепь ламп, применение губчатого свинца для покрытия аккумуляторных пластин, прибор для обнаружения дефектов электрической изоляции, оптический динамометр, «электролизёр» (приоритет электролитического получения водорода и кислорода из воды), автоматический регулятор («экономизатор электрического освещения»), «динамоэлектрическая машина без железа» (в то время подразумевалось применение в воздухоплавании — для создания лёгких двигателей, но сам изобретатель более всего был озадачен теоретической стороной решения вопроса) и многие другие.

Дмитрий Александрович создал в Лесном институте одну из первых в России лабораторий для учебных практических занятий физикой, уступавшую только кабинету Санкт-Петербургского университета, организовал при кафедре метеорологическую станцию, по мере пополнения оборудования которой, наблюдения стали регулярными, а с 1890 — ежедневными трёхразовыми по программе метеостанций II разряда. Развивая цикл своих метеорологических исследований, продолжая работу над изучением вольтовой дуги и фотографии (и то и другое — с 1877), в конце 1870-х — начале 1880 годов Д. А. Лачинов публикует в «Русском Инвалиде» ряд статей, затрагивающих различные аспекты этих научных программ и комплексное их применение: «Новый способ фотографирования» (1878 № 14), «Электрография» (1879 № 98), «Фосфоресценция и её применение к фотографии» (1880 № 331) и другие. Летом и осенью 1887 года в физической лаборатории Лесного института Д. А. Лачинов моделировал формы атмосферного электричества — дифференциации электроразрядов в газовой среде, при содействии фотографа В. Монюшко фотографировавшихся или фиксировавшихся на бромжелатиновой пластинке непосредственным воздействием искры. В процессе первых опытов снимался яркий разряд (искра индукционной катушки, соединённой с конденсаторами) или — неяркий, когда введённое в цепь сопротивление давало продолжительный тлеющий разряд. Вторая и третья серия опытов производилась без камеры — разряд скользил по поверхности сухой бромжелатиновой пластинки и оставлял на ней след, который при проявлении делался видимым — ни что иное, как один из первых примеров так называемой газоразрядной визуализации. Первое сообщение о «разрядоотметчике Попова» — прототипе первого в мире радиоприёмника - 25 апреля 1895 года. Узнав о создании А. С. Поповым прибора для обнаружения и регистрации электрических колебаний, Д. А. Лачинов первым установил «грозоотметчик» на своей метеостанции (или «разрядоотметчик» — такие названия прибору первым дал именно Д. А. Лачинов), где были получены первые же регистрации электрических разрядов атмосферы, и где впоследствии много лет велись систематические их наблюдения. В 1889 г. Д. А. Лачинов издал первый в России учебник «Основы метеорологии и

климатологии», заслуживший всеобщее одобрение современников, а в его 2-м издании изложен принцип действия «разрядодометчика Попова» — это и есть первое описание прототипа радиоприёмника (июль 1895). До недавнего времени ошибочно считалось, что первой публикацией, в которой дано описание беспроводного телеграфа, являлось издание протокола 15/201 заседания Физического отделения РФХО 25 апреля 1895 года в здании «Же де Пом» (помещение для спортивных упражнений во дворе Санкт-Петербургского университета), на котором А. С. Попов впервые доложил о своём изобретении; и самое первое сообщение об изобретении А. С. Поповым беспроводного телеграфа сделал 8 июля 1897 года в «Петербургской газете» Д. А., которому также принадлежит идея радиотрансляции.

Заключение

Каждый из вышеприведённых учёных внёс свой вклад в развитие науки и в частности климатологии. Борис Павлович Алисов разработал новую классификацию климата, а также выделил четыре основных и три промежуточных климатических пояса. Александр Иванович Воейков совершил путешествие по Юкатану, Мексике и Южной Америке, где посетил Лиму, оз. Титикака, Чили, Рио-де-Жанейро, написал огромное количество научных трудов. Степан Иванович Жаков внёс значительный вклад в изучение природы, населения и хозяйства Пензенской области, а также является автором свыше 60 научных работ. Дмитрий Александрович Лачинов первым сформулировал условия передачи электроэнергии на большие расстояния, издал первый в России учебник (курс) «Метеорологии и климатологии», его именем названы многие электротехнические приборы, является основателем кафедры физики Лесотехнической академии Санкт-Петербурга.

Список используемых источников

1. ru.wikipedia.org– Википедия (свободная энциклопедия)
2. <http://www.people.su> - Интересные истории об известных личностях
3. rus-eng.org – Инженеры России
4. www.peoples.ru - Люди

Народные приметы, используемые для предсказания погоды.

Самоховец П.П.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Народные приметы о погоде — сохраняющиеся в народе и передаваемые из поколения в поколение сведения о различных признаках, указывающих на предстоящие явления погоды. Народные приметы уходят своими корнями в далёкое, языческое прошлое. Людям приходилось уметь ориентироваться в погодных явлениях затем, чтобы вовремя собрать или посеять урожай или начать другие сельскохозяйственные работы. Сейчас мы пользуемся метеостанциями, но наши предки пользовались приметами. Но даже сейчас некоторые метеорологи признают ценность народных примет:

Уже очень давно люди ориентируются на народные приметы, которые основаны на наблюдении человека за поведением животных и растений и их реакцией на изменения погоды. Эти сведения имеют большую научную ценность и помогают прогнозировать погоду.

Метеорологи, как правило, считают, что такие приметы как нижеприведенные ничего в себе не несут, кроме как юмор и народный фольклор: «Если собаки много спят и мало едят — будет дождь», «Собаки катаются по земле — быть дождю или снегу». Но такие приметы как: «Серёжки на клёнах — сей свеклу», «Зацвела фиалка — сей морковь и петрушку», «Если лист березы развернется полностью — можно сажать картофель», являются обоснованными, так как растения реагируют на изменения температуры, влажности в окружающей среде и ведут себя соответствующим образом: начинают цвести какие-то деревья или же цветок раскрывается и начинает издавать более сильный запах, ну и много других признаков, указывающих на изменения в погоде.

1. Народные предсказания погоды по природным явлениям

Определить, какая будет погода, могут помочь народные предсказания погоды по природным явлениям.

Восточный порывистый ветер со свистом зимой – к продолжительному холоду. Продолжительный, несколько дней подряд дующий северный ветер зимой предвещает бурю и снежную метель, причем снег будет крупный и густой.

Шумит зимой лес – ожидай оттепели.

«Зимой в левадах верба шумит (ревет) – к метели» (украинская примета).

Происходящий от некоторых ветров зимою особый шум леса, стук ставен у домов служит также признаком непогоды.

«Шумит дубравушка к непогодушке»,

«Ставни стучат и скрипят – к оттепели».

Если колокольный звон слышен зимой издали ясно и сильно, то будет мороз; слышен звон глухо и слабо – к снегу.

Туман опускается зимой к земле – предвещает оттепель (одлигу), высоко держится над землей – хорошую погоду.

Если ночью осел иней – днем снега не выпадет.

Деревья «покуржавели» – покрылись инеем – к теплу, и через 90 дней от этого дня будут осадки, если в зиму – то снег, а на летние месяцы – дождь.

И чем устойчивей иней, тем сильнее осадки.

И если 90-й день припадет на начало лунной четверти, то осадки будут всю четверть.

Дым из трубы опускается вниз и стелется по земле – жди зимой оттепели; идет вверх – жди мороза.

Дым без ветра бьет к земле – к снегу.

Если зимой облака идут против ветра, дующего внизу у земли, – будет снег.

Народные предсказания погоды по огню

Характер горения дров в печах зимой также служит признаком предсказания предстоящей погоды:

«Красный огонь в печи – к морозу, белый – к оттепели».

Если при горении дров в печи слышен писк и треск, то это к морозу. Дрова в печи шипят, дымят, плохо горят – к оттепели.

2. Народные предсказания погоды по птицам

Определить, какая будет погода, могут помочь народные предсказания погоды по птицам.

Вороны сидят на макушках деревьев, усиленно каркают и чистятся – это зимой к снегу.

Если вороны к вечеру стайкой под тучи вздымаются и кружатся в воздухе, то опускаясь, то поднимаясь, как бы не находят себе места для ночлега, то в эту же ночь будет буря, а зимой метель.

Вообще вороны зимой выются в воздухе перед снегом; если затем спустятся и сядут на землю – будет оттепель, а если рассядутся на хаты или верхушки деревьев, то будет мороз; сядут на нижние ветви деревьев – будет ветер.

Ворона – птица «погодливая», и наблюдение за ее поведением и образом жизни дает внимательному наблюдателю немало погодных примет и зимой и летом.

«Сорока под стреху (крышу) лезет – к вьюге».

«Если воробьи зимой пиво варят – собираются кучей и беспокойно чирикают – будет метель» (литовская примета).

«Дятел долбит дерево, начиная снизу и идет кверху, сдирая всю кору (обыкновенно больного дерева), – это предвещает суровую зиму и глубокие снега».

Снегирь – «пташка певчая, перевозимная» – появляется у нас стайками при начале зимы, по первому снегу, и по ней народ примечает:

«Снегирь зимой поет – на снег, вьюгу и слякоть».

По домашней птице тоже примечают зимнюю погоду.

«Петух зимой запоет вечером раньше 9 часов – быть оттепели».

Если петух зимой ночью запоет не в обычное время, то это к ненастью, и вообще к перемене погоды.

Если петухи в сильные морозы запоют раньше обычного, то надо ожидать наступления более теплой и умеренной погоды.

Если петух на дворе стоит на одной ноге – будет мороз.

«Куры на насест рано садятся – к морозу, и чем выше, тем к большему» (воронежская примета).

Курица машет крыльями и вертит хвостом – на метель, летом – к дождю.

Вообще, если куры нахохлятся и приподнимут перья, то это к холоду; если, севши на насест, жмутся одна к другой – к морозу.

«Гуси носы ховают (прячут) под крылья – на холод и стужу, крыльями хлопают, если мороз, – к оттепели».

Зимой, если гусь загогочет – к теплу, а сидит, поджавши ноги, – к холоду или к метели.

3. Народные предсказания погоды по зверям

Определить, какая будет погода, могут помочь народные предсказания погоды по зверям. «Волки воют зимой под жильем – к морозу».

«Пока волки не появятся стаями – и зимы нет».

Зайцы зимой тоже при наступлении сильных морозов жмутся к жилью, появляются в левадах и садах, к теплой погоде – уходят в поля и леса.

«Приходит заяц в сады – будет зима еще суровая».

Отличными синоптическими способностями обладают и ряд одомашненных человеком видов млекопитающих.

Лошадь, например, перед наступлением ненастья храпит, фыркает, трясет головой и закидывает ее кверху; ложится на землю зимой перед тем, как пойдет снег.

Известны барометрические приметы, связанные с поведением собак.

Собака свертывается и лежит колечком – на холод.

Растягивается на земле и лежит или спит, раскидав ноги и брюхом кверху, – на тепло. Улавливают изменение погоды и домашние кошки.

Перед холодами, морозом кошка выбирает место повыше и потеплее, а то и на печку залезет, сворачивается калачиком, прикрывает мордочку лапкой и спит.

Лижется по телу, лижет хвост, царапает стенку – к ненастью, ложится на спину – к хорошей погоде, лижет лапу – к ветру.

Перед теплом кошка ложится посреди комнаты, вытягивается и спит.

4. Народные предсказания погоды по Солнцу, Луне, звездам

Определить, какая будет погода, могут помочь народные предсказания погоды по Солнцу, луне, звездам.

Круги вокруг солнца или месяца зимой предвещают продолжительные метели с морозами. Туманный круг солнца зимой – к метели.

Светлые столбы около солнца зимой – к морозам.

Если около солнца уши зимой – будет холодно и вьюга.

«Ушами» называются короткие столбы, появляющиеся иногда около солнца или луны, почему и говорят тогда «Солнце (или луна) с ушами».

Зимой от солнца идут иногда лучи света вниз, пусками (ноги) – к холоду; идут лучи кверху (хвост) – к вьюге.

Ложные солнца (или круги вокруг солнечного диска) зимой предвещают лютые, трескучие морозы и холода.

Если звезд видно много и они очень часты, то зимой это к холоду, если звезды редки – к ненастью и вьюге.

Звезды ярко блестят, посылая лучи во все стороны, – к сильному морозу и ветрам.

Если луна вскоре по народению представляется крутой и как будто с загнутыми рогами, значит этот месяц в зимнее время будет холодный.

5. Народные предсказания погоды по снегу

Определить, какая будет погода, могут помочь народные предсказания погоды по снегу. «Снега надует – хлеба прибудет», «Снег поля улучшает» (удобряет).

«Когда снег привалит вплоть к заборам, плохое будет лето; а когда есть промежек – урожайное».

«Наснежит за ночь – так и путь зимний станет».

«Денной снег не лежит, а первый надежный выпадет на ночь».

Снег должен выпасть своевременно – не слишком поздно и не слишком рано, почему и говорят: «Как в свой час снег у нас – и урожай Бог даст».

Когда много снегу идет, то говорят: «На дворе снежит порядком».

А кого в пути зимой сильно снегом заметет, то говорят: «Оснежило его», «Зимой дороженька удорожилась» (стала удобопроезжей).

«Первая пороша (первый снег) еще не санный путь».

«Когда первый снег выпал (запорошило), то от пего еще сорок дней до настоящей зимы», «Снежок подпал, и следок запал».

Охотники говорят:

«Пойдет снежок – оставит следок», «Снегу нету – и следу негу».

«Зима пройдет, и снег сойдет, а что посеяно – взойдет».

Когда снег падает легкими снежинками, то говорят: «Снег пухом валит».

Зимние метели начинаются вслед за выпаданием снега и называются на Украине «завирухи». На Черниговщине говорят: «Снег-завируха – бовже зима коло ву- ха!».

По количеству и виду образующегося зимой на снегу наста или «настуды» (твердый замерзший верхний слой снега, держащий зверя и человека) судят о предстоящей летом погоде: «Если зимою образуются очень высокие и крепкие настуды – летом будут грозы и бури», «Если настуды образовались – будет хороший год, если их нет – будет лето сухое и неурожайное».

Вообще же обилие снега зимой предвещает жаркое лето и обилие воды.

«Зима должна быть снежная и морозная; зима теплая и малоснежная не сулит обильного хлебного лета» (сибирская примета). [2]

6. Народные приметы плохой погоды по Луне и звездам

Определить, можно ли ждать от погоды неприятностей, помогут народные приметы плохой погоды по Луне и звездам.

Если месяц в три дня обгладится, то весь месяц будет ветреный, а когда первые три дня дожди, то весь ненастный.

Когда месяц родится вверх (на север), то будет ветреный.

Тусклый месяц – к мокроте.

Если около луны будет красный круг, то скоро будет дождь с ветром.

Если луна бледная и мутноватая, то будет дождь.

Рога месяца остры и ярки – к ветру.

Круты рога месяца – к ветру.

Кольцо вокруг луны – к ветру.

Народные приметы плохой погоды по Звездам

Когда звезды на Млечном Пути, кажется, словно бегут, то будет ветер.

Черные круги около звезд – к дождю, белые и красные – к ветру, темные, зеленые и белые – к дождю.

Мало звезд видимо – к пасмурной погоде и дождю, а откуда лучи звезд длиннее, оттуда и ветер. Когда мерцают звезды – будет плохая погода с ветром.

После большого грома – большой дождь.

Дождь начинается после полудня, будет лить весь день.

Чем зеленее радуга, тем больше будет дождя.

Глухой гром – к тихому дождю, гулкой – к ливню.

Гроза никогда не бывает в холодную погоду, а только в жаркий день после нестерпимой жары.

Утром слышен гром – вечером дождь.

Если выходящий из трубы дым бьет к земле, когда совсем нет ветра, то вскоре будет дождь, и вообще, если дым стелется к земле – к ненастью.

Большие дождевые пузыри на лужах говорят о том, что дождь не закончился и еще будет идти сильный.

Вода темнеет в реках перед бурей и грозой.

В 7 – 8 часов утра из воды не поднялись бутоны белой кувшинки – наступит похолодание и будет затяжной ливень, а если едва приподнялись над водой в 9 часов, то после полудня будет дождь.

Зяблик сидит на ветке присмиривший и без раската тихо, монотонно цедит: «Рю-пинь-пинь-рю», птицеловы говорят: «Зяблик рюмит к дождю».

Заполдня, а то и за сутки зяблик чувствует непогоду.

Остро чувствуют атмосферные изменения многие виды рыб.

Рыба голец в ясную погоду лежит на дне аквариума без движения.

По вот голец начинает, виляя длинным телом, снова вдоль стенок аквариума.., а через некоторое время небо затягивает облаками.

А когда голец мечется по аквариуму вверх-вниз, вправо-влево, это значит, что скоро в окно забарабанят капли дождя.

Предсказания гольца более точны, чем прогнозы синоптиков, он ошибается только в 3 – 4 случаях из 100.

Поразительно разнообразны синоптические способности насекомых.

Чутко реагируют на изменения погоды бабочки-крапивницы.

Уже за несколько часов до наступления грозы, когда в небе ни облачка, крапивницы вдруг прекращают свои полеты и прячутся в пучках сухих веток, дуплах деревьев, различных нишах на чердаках, нередко залетают через открытые окна на веранды и в комнаты ближайших домов.

Прицепляются лапками к балке или потолку и висят, ножками вверх, крыльями вниз.

Пока бушует стихия, крапивницы остаются в своих укрытиях.

Утихла гроза, кончился дождь, прояснилось небо – бабочки одна за другой покидают свои убежища и вновь весело порхают над умытыми дождем цветами и травами.

Хорошими «синоптиками» зарекомендовали себя пчелы.

По их поведению пасечник может точно предсказать погоду.

Случается, что пчелы с утра «бастуют», не летят собирать с цветов сладкий нектар и пыльцу.

Значит, в ближайшие 6 – 8 часов обязательно будет дождь.

Домашний «синоптик» – кошка, к ненастью лижется по телу, лижет хвост, царапает стенку. *Пастухи определяют, будет ли дождь, по шерсти овец:*

Шерсть легко вбирает влагу из воздуха.

Перед дождем она становится сырой.

Перед наступающей сырой погодой кожаные вещи гибки и мягки.

Соль, табак, сено на лугу сыреют – к ненастью.

Деревья, цветы, травы чутко реагируют на изменение погоды:

Цветы одуванчика, ночной фиалки, клевера лугового, полевой звонок перед дождем закрываются.

Ель опускает свои ветки, а чешуйки шишек сжимаются.

Перед дождем на листьях ивы появляются капельки влаги, такие же «слезы» проступают на листьях каштана за сутки-двое до дождя.

Раскручиваются листья мужского папоротника. Погода переменится, если вечером сильно пахнут травы.

7. Народные предсказания погоды по туману и росе

Определить, какая будет погода, могут помочь народные предсказания погоды по туману и росе.

«Сухой туман летом, во время цветения хлебов, – к плохому наливу хлебов (колосовых)». «Если летом часто были туманы – грибов будет много».

«Если воздух летом как сероватая мгла – то бывает ржа (ржавчина на хлебных растениях), и хлеба не будет».

«Мгла пала – лист побила».

«От помохи бывает пустоколосье».

«Помоха хлеб убивает».

Помоха – мгла или сухой туман – атмосферное явление, наблюдаемое преимущественно в летние дни при восточном и юго-восточном ветрах.

Помоха обуславливается появлением на больших пространствах над землей особого сухого тумана, происходящего, как предполагают, от того, что в воздухе находятся в большом количестве чрезвычайно мелкие частицы какого-либо вещества, от чего атмосфера принимает иногда совершенно молочный цвет и становится настолько непрозрачной, что днем, несмотря на безоблачное небо, можно свободно смотреть на солнце и на небольшом сравнительно расстоянии с трудом возможно различать предметы; луна вечером кажется бледным матовым пятном.

«Туман падает (опускается вниз) – к ведру».

«Туман стелется утром по воде – к хорошей погоде».

Если летом, после жарких дней, бывают утра свежие, то обыкновенно туман по земле стелется; тогда говорят:

«По низам туманы стоят – до солнышка косить не дают».

В гористой местности или вблизи моря погодные признаки по туманам в летнюю пору будут уже другие. Утренний туман в горах не предвещает ненастья – не останавливает путника, но может принести за собой грозу.

«После туманного утра часто ясный день бывает».

«Когда горы черны и море туманно – пускайся в путь без опаски».

Наблюдения над появлением и высыханием росы составляют один из важнейших народных признаков предстоящей погоды.

Народ различает росы полезные и вредные для скота и растительности; он сложил немало поговорок и примет на росу.

«Божья роса землю кропит».

«Без росы трава не растет».

«Обильная роса предвещает урожай».

«Если утром много выпадает росы, то будет очень жаркая и ясная погода», – заметили украинцы.

«Если летом роса высохнет к 8 – 9 часам утра – дождя не будет, день простоит ясный и жаркий».

«Роса сильная – к погоде».

Хороши росы и для некоторых полевых работ.

«Коси, коса, пока роса, роса долой – и я домой».

С росой хорошо жать, косить и вязать хлебные снопы; особенно хороша, по народному воззрению, роса для скошенной гречки: при росе зерно полнеет. Однако, по народным приметам, не все росы полезны. Есть и вредные росы – так называемая медовая, медвяная или сладкая роса. Такие сладкие росы считаются вредными для скота.

«Медвяная роса – к падежу скота».

Роса же, имеющая кисловатый или даже иногда горьковатый вкус, считается полезной для растений и для скота здорова. [1]

8. Народные приметы хорошей погоды по растениям, животным, птицам и рыбам

Определить, можно ли ждать от погоды радости, помогут народные приметы хорошей погоды по растениям, животным, птицам и рыбам. Погода будет хорошей, если: · раскрываются цветы фиалки; · распустились цветы полевого вьюнка в пасмурную погоду; · у чертополоха колючки отгибаются в стороны, и тогда головка более колюча, издает приторный запах; · небо хмурится, а цветки лютиков открыты – дождя не будет; · цветок белокрыльника торчит вверх; ель поднимает ветви вверх и распускает чешуйки шишек; · у мужского папоротника листья закручиваются вниз; вечером ласточки летают высоко, а мошки и комары выются столбом; · иволга в солнечный день заливается веселой мелодией; · жаворонки зависают на одном месте и громко поют; летящие цапли вдруг роняют на землю протяжный крик; · пчелы вылетают очень

рано за взятком, даже если пошли тучи, пчелы не прячутся в ульях, а продолжают собирать нектар; ·рыба (караси, карпы, плотва) днем и на вечерней заре игриво плещут на поверхности воды, выпрыгивая из воды у камыша или на быстрине, возле самой поверхности охотятся стайки красноперки, елец; · навозный жук летает над лесными дорожками и тропинками; · муравьи до самого верха добегают по воткнутой в вершину муравейника тоненькой березовой веточке; мухи летают активно; · поздно вечером, когда все засыпает, становится тихо – долго и звонко поет зеленый кузнечик; · бабочка-крапивница и стрекозы перед ясной теплой погодой свободно летают; · пауки главные нити своей паутины делают особенно длинными, растягивают их широко, а самих пауков много; · звонко и часто заливается зяблик.

Будет ясно, если на озерах, прудах и реках красуются белые водяные лилии.

Указывают изменения погоды и домашние кошки. Перед теплом кошка ложится посреди комнаты, вытягивается и спит, ложится на спину – к хорошей погоде.

Если летом появляются на деревьях желтые листья – к ранней осени.

9. Народные предсказания погоды по облакам.

Определить, какая будет погода, могут помочь народные предсказания погоды по облакам. Формы облаков:

Если облака редкие, будет ясно, холодновато.

Облака полосами летом – к дождю, зимой – к теплу, (Перистые облака предвещают ненастье от 2 дней до недели и более).

Слоевые облака, если быстро двигаются, – к ветру, медленно – к дождю. (Два или несколько облачных слоев – к дождю).

Если небо «сметанится», будет дождь.

Если горизонт «сметанится», будет дождь.

Если вокруг солнца «сметанится», будет дождь.

Если облака двигаются друг к другу навстречу, дождь пойдет надолго, будет ненастье.

Если облака перемешиваются (двигаясь в разные стороны), будет дождь. (Облака идут в разные стороны – гроза). [3]

Заключение

Народные приметы имеют большую научную ценность и помогают прогнозировать погоду.

Почему народные приметы о погоде могут не сбываться?

По одной из версий, когда создавались народные приметы был совсем другой климат. Зимы были более холодные, лето не такое жаркое, то есть они создавались совсем для других времён, а точнее для других климатических эпох.

Список литературы

1. Журнал Астромедия <http://www.astromeridian.ru/astro/>
2. Стягь-Определение погоды по народным приметам http://stjag.ru/index.php?option=com_k2&view=item&id=31703
3. Википедия-свободная энциклопедия http://ru.wikipedia.org/wiki/Народные_приметы_о_погоде

Закономерности распределения температуры в конструктивных слоях дорожной одежды и земляного полотна

Трахимович И.С.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Одной из важнейших климатических характеристик климата является температура воздуха. Колебания температуры в течение года влияют на условия просыхания дорог, особенно грунтовых и гравийных, на их пылимость, поэтому их следует учитывать при применении органических вяжущих, организации строительства дорог и обеспечении требуемых транспортно-эксплуатационных качеств проезжей части. [2]

На климат определенной местности оказывают влияние местные природные условия, вследствие чего необходимо учитывать микроклимат различных районов. В вогнутых формах рельефа суточные колебания температуры больше, минимумы температур ниже и весенние заморозки заканчиваются позже, чем на холмах и на возвышенностях. В районах, лежащих высоко над уровнем моря, где сухость воздуха выше, интенсивность солнечной радиации больше, почва прогревается сильнее, чем в нижележащей местности.

Существенную роль играет и экспозиция склонов земной поверхности относительно солнца: южные склоны получают большее число часов солнечного прогрева, и поэтому раньше освобождаются от снега, чем северные, почва сильнее прогревается и скорее просыхает.

Наличие леса способствует уменьшению амплитуд колебания температуры воздуха и почвы, их температура здесь обычно ниже, чем на открытой местности. Это обстоятельство оказывает заметное влияние на просыхание дорожного полотна в лесу.

1. Температурный режим дорожной конструкции

Водно-тепловой режим дорожной конструкции – закономерности изменения температуры и влажности земляного полотна в течение года и соответствующие им процессы. Существенное влияние на режим земляного полотна оказывают природно-климатические факторы, особенно температура воздуха и атмосферные осадки. Температурный режим – это закономерное изменение температуры в различных точках дорожной одежды во времени. Он является прежде всего функцией температуры околоземного слоя воздуха и закономерностей ее изменения. С глубиной изменение температуры дорожной одежды затухает. С температурным режимом связано изменение влажности грунта земляного полотна и материала дорожной одежды. Уменьшение температуры воздуха приводит к ослаблению испарения, и в осенний период дорожная конструкция может переувлажняться, что приводит к снижению прочности грунта земляного полотна. При промерзании грунтов земляного полотна происходит миграция влаги из нижележащих слоев с последующим ее замерзанием и образованием пучин. Все это ведет к снижению эксплуатационных качеств дороги. Поэтому изучение закономерности распределения температур в грунтах позволяет установить значение и направление градиентов температур, определяющих ту силу, под действием которой происходит перераспределение влаги в мерзлом грунте.

Годовой ход температуры грунтов разделяется на 2 периода: нарастания температуры и ее снижения. Летом тепловой поток направлен вниз и к обочинам, и наиболее высокая температура грунтов наблюдается под покрытием. Осенью на непродолжительный период наступает осеннее температурное равновесие. В это время начинается изменение направления температурных градиентов, и тепловой поток направлен снизу вверх. Перед началом промерзания грунта земляного полотна температура грунтов под обочинами немного выше, чем под покрытием, и тепловой поток направлен от обочины к покрытию. Такое состояние грунта сохраняется до конца зимы. К этому времени до начала оттаивания грунтов происходит изменение направления теплового потока. Если сравнить ход температуры

грунтов под дорожной одеждой, на обочине и обреше, то окажется, что температура грунта на обреше в зимний период значительно выше, чем под осью, а температура грунтов обреза и обочин почти одинакова. Следовательно, в земляном полотне, кроме вертикальных температурных градиентов грунт – воздух, имеются и горизонтальные градиенты: грунты обочин – грунты под покрытием. Это обстоятельство имеет большое значение для зимнего перераспределения влаги.

Температура грунта более устойчива, чем температура воздуха, и эта устойчивость повышается с глубиной. Наступление отрицательной температуры в грунте по сравнению с воздухом сильно запаздывает. Глубина проникновения температуры 0°C не совпадает с глубиной промерзания грунта, так как замерзание грунта происходит при температуре ниже 0°C и зависит от его влажности, механического состава, содержания растворов солей и т.д. Поэтому глубина промерзания грунтов меньше, чем глубина проникновения нулевой температуры. Сильное влияние на глубину промерзания грунта оказывает снежный покров. В Беларуси в малоснежные зимы он может достигать 100-120 см, а в многоснежные – только 20 см. [1]

2. Температурный режим асфальтобетонного покрытия

Состояние асфальтобетонных покрытий оказывает существенное влияние на эффективность работы автомобильного транспорта. Всевозможные повреждения и неровности на дорожном покрытии приводят к перерасходу топлива автомобилями. Возникновение повышенного уровня вибраций ускоряет износ и дорожного покрытия, и автомобилей. Вследствие этого стоимость перевозок автомобильным транспортом в 1.5 раза, а расход горючего на 30% превышают аналогичные показатели развитых зарубежных стран.

Наиболее распространенным видом повреждений дорожных покрытий являются трещины, которые инициируют развитие других повреждений- выкрашиваний, выбоин и пр.

Наблюдение за состоянием дорожных конструкций с асфальтобетонными покрытиями показывает, что образование трещин происходит вследствие возникновения растягивающих

напряжений в слоях покрытий под воздействием эксплуатационных (транспортных) нагрузок и резких перепадов температур в покрытии в отдельные периоды эксплуатации. При исследовании напряженно-деформированного состояния дорожных одежд с асфальтобетонными покрытиями необходимо учитывать многие факторы, включающие погодно-климатические условия города, конструкцию дороги, условия эксплуатации и др.

Характеристики асфальтобетонного покрытия в значительной степени определяются свойствами асфальтобетона, физико-механические свойства которого меняются в широком диапазоне в зависимости от температуры и условий деформирования. Эти изменения могут носить как обратимый, так и необратимый характер. [3]

Колебания температурного режима асфальтобетонного покрытия представляют собой типичный стохастический процесс, анализ которого требует оценки состояния покрытия в разные отрезки времени в течение всего срока службы.

Транспортно-эксплуатационные характеристики асфальтобетонных покрытий претерпевают в течение срока службы существенные изменения, связанные с циклическим характером колебаний температур, воздействием неоднородного транспортного потока, переменными условиями воздействия солнечной радиации, влажности и других факторов. Температурный режим асфальтобетонного покрытия - один из основных факторов, определяющих изменения его характеристик в процессе эксплуатации. На температуру асфальтобетонного покрытия влияют температура воздуха, угол падения солнечных лучей, облачность, условия теплообмена на границе покрытие - воздух, тепловая инерция и др.

В соответствии с циклическими изменениями температуры воздуха интенсивности солнечной радиации температура асфальтобетонного покрытия также претерпевает циклические изменения, причём по мере увеличения глубины расположения слоя под поверхность покрытия амплитуда колебаний температуры уменьшается, а максимум температуры смещается на более позднее время.

Циклы колебаний температуры асфальтобетонного покрытия характеризуются большим непостоянством вследствие

нерегулярных колебаний температуры воздуха, переменной облачности, выпадения осадков. Так, если летом в солнечную погоду определяющим фактором является интенсивность солнечной радиации, то в пасмурную погоду и в осенне-зимний период - тепловая инерция конструкции. В частности, тепловой поток, идущий от нижних слоев дорожной одежды. В результате зимой температура покрытия в дневное время может быть ниже температуры воздуха. Летний дождь приводит к резкому охлаждению покрытия, которое может составить 15°C .ч.

Исследования показали, что нестационарный характер изменений ряда факторов, влияющих на температуру асфальтобетонного покрытия в процессе эксплуатации, не позволяет получить эффективную математическую модель температурного режима покрытия, основанную на использовании известных решений теплофизики. Особенно сложно прогнозировать изменения температурного режима покрытия зимой и в пасмурные дни. Общее представление о характере изменений температурного режима асфальтобетонных покрытий дают средние значения максимальных дневных температур в разных точках покрытий. В городе в жаркие дни летом температура поверхности покрытия может достигать $55-60^{\circ}\text{C}$, а зимой ночная температура покрытия может опуститься до -35°C и ниже. Таким образом, диапазон колебаний температуры поверхности асфальтобетонного покрытия при эксплуатации может достигать 100°C и более.

На температурный режим покрытия может влиять расположение участка, уклон дороги, наличие застройки, зеленые насаждения и другие факторы. В слоях асфальтобетонных покрытий, расположенных на некоторой глубине, амплитуда колебаний температуры меньше, чем в поверхностном слое, причём суточные максимумы температуры устанавливаются с запаздыванием. В результате в разных слоях асфальтобетонного покрытия градиент температур может достигать $20-30^{\circ}\text{C}$, что заметно сказывается на его несущей способности. [4]

Заключие

В результате ухудшения водно-теплового режима могут проявляться следующие негативные явления: избыточное влагонакопление в отдельных зонах полотна вследствие инфильтрации воды через трещины в покрытии, через обочины и откосы после дождей или поверхностного стока; увлажнение грунтового основания от горизонта близкого залегания грунтовых вод или от длительного застоя воды в боковых канавах, коллекторах, что наблюдается в районах болот, орошаемых районах; повышенное увлажнение грунта в верхней части земляного полотна к концу морозного (холодного) периода; образование пучин на участках интенсивного морозного влагонакопления; весеннее (или в период зимних оттепелей) разрушение дорожных одежд вследствие переувлажнения грунта и потери прочности; разрушение откосов, прежде всего высоких насыпей, от переувлажнения; разрушение высоких насыпей от скопившейся в теле воды.

При быстрых понижениях температур с переходом ниже 0 образуются температурные трещины в дорожной одежде. Интенсивный прогрев солнечными лучами в летний период приводит к повышению пластичности асфальтобетона, что способствует образованию сдвигов, волн и наплывав на покрытие.

Литература

1. Автомобильные дороги Беларуси. Энциклопедия; Минск, 2002
2. Леонович, И.И. Дорожная климатология; БНТУ, 2005
3. <http://www.infosait.ru/> - БИБЛИОТЕКА ГОСТОВ, СТАНДАРТОВ И НОРМАТИВОВ
http://www.infosait.ru/norma_doc/51/51537/index.htm#i318297
4. <http://www.niimosstroy.ru/> - ГУП «НИИМостстрой»

Циклонические процессы и их влияние на погоду

Тукач Д. А.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Циклонические процессы - это возникновение, развитие и перемещение в атмосфере крупномасштабных вихрей (циклонов и антициклонов). Циклонические процессы - важнейшая особенность общей циркуляции атмосферы.

Изменчивость погоды общеизвестна и ее капризы ежедневно подтверждаются синоптическими картами и сводками погоды, которые появляются в интернете, газетах и демонстрируются по телевидению.

Основная причина циркуляции атмосферы является солнечная энергия и неравномерность её распределения на поверхности планеты, в результате чего различные участки почвы и воздуха имеют различную температуру и, соответственно, различное атмосферное давление (барический градиент). Кроме солнца на движение воздуха влияет вращение Земли вокруг своей оси и неоднородность её поверхности, что вызывает трение воздуха о почву и его увлечение.

Воздушные течения по своим масштабам изменяются от десятков и сотен метров (такие движения создают локальные ветра) до сотен и тысяч километров, приводя к формированию в тропосфере циклонов, антициклонов.

1. Воздушные массы

Воздушной массой называется большое количество воздуха, имеющего сравнительно однородные свойства в горизонтальных направлениях, порой на протяжении тысяч километров.

Причиной формирования различных воздушных масс является неравномерный нагрев земной поверхности Солнцем и различные свойства ее в различных тепловых поясах. [3]

Воздушная масса, двигающаяся над более теплой подстилающей поверхностью, называется холодной; двигающаяся над более холодной подстилающей поверхностью — теплой; находящаяся в тепловом равновесии с окружающей средой — местной.

Воздушная масса, формирующаяся в Арктике, называется арктическим воздухом, который сильно охлажден по всей толще, обладает малой абсолютной и большой относительной влажностью, несущий с собой туманы и дымки. В умеренных широтах формируется полярный воздух. Зимой массы такого воздуха близки по своим свойствам к арктическому; летом полярный воздух сильно запылен и отличается пониженной видимостью. Формирующийся в субтропиках и тропиках тропический воздух сильно прогрет, запылен, отличается большой абсолютной влажностью, нередко вызывающий явления опалесценции (красноватое солнце и далекие предметы в голубой дымке). Континентальный тропический воздух днем неустойчив (конвекция, пыльные вихри и бури, смерчи). Видимость понижена. [2]

Экваториальный воздух имеет в общем те же свойства, что и тропический, но некоторые из них выражены еще в большей степени.

2. Фронты

Место соприкосновения двух воздушных масс, обладающих различными физическими свойствами, называется поверхностью раздела (фронтом). Линия пересечения такой поверхности с подстилающей поверхностью (моря или земли) называется линией фронта. Фронты разделяются на подвижные и стационарные.

Главный арктический фронт отделяет арктический воздух от полярного; главный полярный фронт — полярный воздух от тропического; главный тропический фронт — тропический воздух от экваториального.

Теплый фронт возникает при наплыве теплой воздушной массы на холодную. Давление перед таким фронтом падает.

Предвестником теплого фронта служат также перистые облака в виде «коготков». Перед теплым фронтом наблюдаются предфронтальные туманы. Пересекая зону теплого фронта, судно попадает в широкую полосу обложного дождя или снега с пониженной видимостью.

Холодный фронт возникает когда холодные воздушные массы вклиниваются под теплые. Он наступает «стеной» ливневых облаков. Давление перед фронтом значительно падает. При встрече с холодным фронтом судно попадает в зону ливней, гроз, шквалов и сильного волнения. Однако если клин холодного воздуха «подсекает» теплые массы медленно, то за линией такого холодного фронта судно попадает в зону обложных осадков.

Фронт окклюзии возникает при взаимодействии двух масс воздуха — теплого и холодного. Если догоняющая масса имеет температуру ниже впереди идущей, то фронт называют фронтом холодной окклюзии; если догоняющая масса имеет температуру выше впереди идущей — фронт теплой окклюзии. Проходя фронты окклюзии, судно может попасть в условия пониженной видимости, осадков, сильного ветра, сопровождаемого волнением. [1]

3. Циклоны и антициклоны

Причина циклона – возмущение на атмосферном фронте. Оно возникает из-за большой разницы температур воздушных масс по разные стороны фронта. Смысл существования циклона – убрать эту разницу

Циклон (от др.-греч. κύκλων — «вращающийся») — атмосферный вихрь огромного (от сотен до нескольких тысяч километров) диаметра с пониженным давлением воздуха в центре.

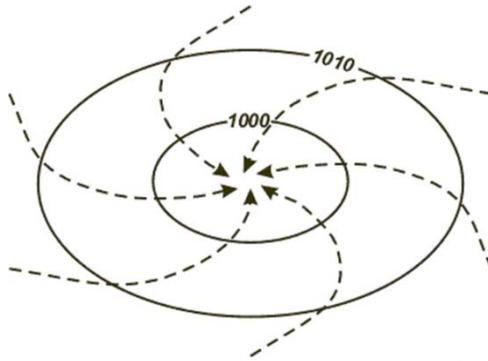


Рис. 1. Движение воздуха (пунктирные стрелки) и изобары (непрерывные линии) в циклоне в северном полушарии.

Воздух в циклонах циркулирует против часовой стрелки в северном полушарии и по часовой стрелке в южном. Кроме того, в воздушных слоях на высоте от земной поверхности до нескольких сот метров, ветер имеет слагаемое, направленное к центру циклона, по барическому градиенту (в сторону убывания давления). Величина слагаемого уменьшается с высотой. [4]

Циклон — не просто противоположность антициклону, у них различается механизм возникновения. Циклоны постоянно и естественным образом появляются из-за вращения Земли, благодаря силе Кориолиса. Следствием теоремы Брауэра о неподвижной точке является наличие в атмосфере как минимум одного циклона или антициклона.

Различают два основных вида циклонов — *внетропические* и *тропические*. Первые образуются в умеренных или полярных широтах и имеют диаметр от тысячи километров в начале развития, и до нескольких тысяч в случае так называемого центрального циклона. Среди внетропических циклонов выделяют южные циклоны, образующиеся на южной границе умеренных широт (средиземноморские, балканские, черноморские, южнокаспийские и т. д.) и смещающиеся на север и северо-восток. Южные циклоны обладают колоссальными запасами энергии; именно с южными циклонами в средней полосе России и СНГ связаны наиболее сильные осадки, ветры, грозы, шквалы и другие явления погоды.

Тропические циклоны образуются в тропических широтах и имеют меньшие размеры (сотни, редко — более тысячи

километров), но большие барические градиенты и скорости ветра, достигающие до штормовых. Для таких циклонов характерен также т. н. «глаз бури» — центральная область диаметром 20—30 км с относительно ясной и безветренной погодой. Тропические циклоны могут в процессе своего развития превращаться во внетропические. Ниже 8—10° северной и южной широты циклоны возникают очень редко, а в непосредственной близости от экватора — не возникают вовсе.

Хотя скорости циклонов и невелики, но за несколько суток своего существования циклон может переместиться на значительное расстояние, порядка нескольких тысяч километров, меняя по пути режим погоды.

При прохождении циклона усиливается ветер и меняется его направление. Если циклон проходит через данное место своей южной частью, ветер меняется с южного на юго-западный и северо-западный. Если циклон проходит своей северной частью, ветер меняется с юго-восточного на восточный, северо-восточный и северный. Таким образом, в передней (восточной) части циклона наблюдаются ветры с южной составляющей, в тыловой (западной) части — с северной составляющей. С этим связаны и колебания температуры при прохождении циклона.

Циклонические области характеризуются увеличенной облачностью и осадками. В передней части циклона осадки обложные упорядоченного восходящего движения, выпадающие из облаков теплого фронта или фронта окклюзии. В тыловой части — осадки ливневые из кучево-дождевых облаков, свойственные холодному фронту, но главным образом холодным воздушным массам, вторгающимся в тыл циклона. В южной части циклона, занятой теплой воздушной массой, иногда наблюдаются морозящие осадки. [5]

Приближение циклона можно заметить по падению давления и по первым облакам, появляющимся на западном горизонте. Это фронтальные перистые облака, движущиеся параллельными полосами. Вследствие перспективы эти полосы кажутся расходящимися от горизонта. За ними идут перисто-слоистые облака, затем более плотные высокослоистые и, наконец, слоисто-дождевые с сопровождающими их разорванно-дождевыми. В тылу циклона давление растет, а облачность принимает быстро

меняющийся характер: кучево-дождевые облака превращаются в слоисто-кучевые облака и часто сменяются прояснениями.

Наибольшее влияние на климат СНГ оказывают циклоны, зарождающиеся над Северной Атлантикой. Благодаря постоянному притоку теплых вод Северо-Атлантического течения здесь формируются морские умеренные воздушные массы и поддерживается область низкого давления — так называемый Исландский минимум. По окраинам его постоянно зарождаются циклоны. Они переносятся с запада на восток над Европой и проникают даже в Западную Сибирь. Действие этих циклонов ощущается по всему северу Восточно-Европейской равнины. Затухают они лишь на Таймырском полуострове. Прохождение этих циклонов вызывает пасмурную, дождливую погоду, смягчает жару летом и холод зимой. [4]

Антициклон (греч. *anti* — против и *kuklon* — вращающийся) — область высокого атмосферного давления в тропосфере с постепенным его понижением от центральной части к периферии. Это атмосферный вихрь, в котором все иначе, чем в его антиподе — циклоне. Воздушная спираль раскручивается в Северном полушарии по часовой стрелке, в Южном — против часовой стрелки. В антициклоне воздух не поднимается, а опускается, и, как правило, он достаточно сухой. Поэтому погода в этот период всегда ясная, сухая, малооблачная. Температура летом высокая, погода жаркая; зима — морозная. Атмосферные фронты, в отличие от циклонов, никогда не бывают в центре антициклонов. Если они и заходят на его окраину, то в ослабленном виде. В центре антициклона стоит штиль. В области антициклона, в отличие от циклона, заметны колебания температуры в течение суток. Особенно они велики на материках. В Центральной России, удаленной от морей более чем на 500 км, в ясную погоду день нередко теплее ночи на 10-15°C. В Сибири эта разница может достигать 20-25°C, а в Сахаре после сорокаградусной дневной жары возможны ночные заморозки. Все это можно объяснить отсутствием осадков, оказывающим смягчающее влияние на климат.

Антициклоны, в отличие от циклонов, образуются при вторжении холодных воздушных масс в теплые. Так же как и

циклоны, антициклоны перемещаются со скоростью 30 км/ч с запада на восток, отклоняясь к юго-востоку.

Главные области формирования антициклонов – субтропические и приполярные широты. Есть несколько мест на Земле с многомесячным и даже годовым господством антициклонов. Это Азорский, Антарктический, Арктический, Азиатский максимумы атмосферного давления.

Антициклоны способствуют возникновению круговых океанических течений: в Северном полушарии по ходу часовой стрелки, а в Южном — против него.

В каждом антициклоне погода существенно меняется в различных секторах. На окраинах антициклонов условия погоды, в общих чертах, сходны с условиями погоды в примыкающих секторах соседних циклонов. [6]

Северная окраина антициклона обычно непосредственно связана с теплым сектором соседнего циклона. Здесь в холодное полугодие часто наблюдается сплошная облачность, иногда идут слабые осадки. Нередко отмечаются туманы. Летом в этом секторе антициклона облачность небольшая, в дневные часы могут развиваться кучевые облака.

Западная окраина антициклона примыкает к передней части области низкого давления. В холодное полугодие в этой части антициклона часто отмечаются слоисто-кучевые облака, из которых выпадают слабые осадки. Зона осадков довольно обширная и перемещается вдоль изобар, огибая антициклон по часовой стрелке и претерпевая некоторые изменения. Летом на западной окраине антициклона при высокой температуре воздуха и значительной влажности нередко развиваются кучевые облака и гремят грозы.

Южная окраина антициклона примыкает к северной части циклона. Здесь нередко наблюдаются слоистые облака, из которых зимой выпадают осадки. В этой части антициклона создаются большие перепады давления, поэтому нередко усиливается ветер и возникают метели.

Восточная окраина антициклона граничит с тыловой частью циклона. Летом при неустойчивой воздушной массе в дневные часы здесь образуются облака кучевых форм, выпадают ливневые дожди и гремят грозы. Зимой может наблюдаться безоблачная погода или не сплошная слоистая облачность.

В разных антициклонах наблюдаются значительные различия в погоде, что обуславливается в каждом случае свойствами воздушных масс и зависит от сезона. Поэтому для прогноза погоды свойства каждого антициклона исследуется индивидуально. [7]

Заключение

В статье рассмотрены основные циклонические процессы: перемещение воздушных масс, циклоны и антициклоны. Рассмотрено их влияние на погодные условия.

В последние десятилетия крупные вихри исследовались со специальных самолетов метеослужбы. Радиолокаторы и метеоспутники позволили получить "изображения" глобальных ветровых систем. Особенно четкими получаются фотографии циклонов, поскольку они сопровождаются сильной облачностью и осадками. Как показывают фотографии, осадки в циклонах концентрируются в четко выделяющиеся спиральные полосы. Антициклон прозрачен, осадки в нем редки, а если они и выпадают, то обычно на периферии в виде мороси. Поэтому антициклоны значительно труднее различить на спутниковых фотографиях.

Литература:

1. Манташьян П. Циклоны и антициклоны // Наука и жизнь. - 2008. - №3.
2. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Циклон>
3. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Антициклон>
4. <http://www.libsid.ru/klimatologiya-i-meteorologiya/klimatologiya-i-meteorologiya/pogoda-v-tsiklone>
5. <http://flot.com/publications/books/shelf/shipnavigation/85.htm>
6. <http://ukrmap.su/ru-g6/766.html>
7. <http://rui-tur.ru/antitsikl>

Воздушные факторы и погода в зоне их перемещения.

Холодович Ю. А.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Наблюдения за погодой получили достаточно широкое распространение во второй половине 19 века. Они были необходимы для составления синоптических карт, показывающих распределение давления и температуры воздуха, ветра и осадков. В результате анализа этих наблюдений сложилось представление о воздушных массах. Это понятие позволило объединять отдельные элементы, выявлять различные условия погоды и давать её прогнозы.

Воздушной массой называется большой объём воздуха, имеющий горизонтальные размеры во много сотен или несколько тысяч километров и вертикальные размеры в несколько километров, характеризующийся примерной однородностью температуры и влагосодержания по горизонтали.

1. Воздушные массы и их географическая классификация

Однородность свойств воздушной массы достигается формированием её над однородной подстилающей поверхностью в сходных условиях теплового и радиационного баланса.

Кроме того, необходимы такие циркуляционные условия, при которых воздушная масса длительно циркулировала бы в регионе формирования. Значения метеорологических элементов в пределах воздушной массы меняются незначительно – горизонтальные градиенты малы. Резкое возрастание градиентов метеорологических величин, или, по крайней мере, изменение величины и направления градиентов происходит в переходной зоне между двумя воздушными массами - зоне атмосферного фронта.

Очагами формирования воздушных масс обычно бывают области, где воздух опускается, а затем распространяется в горизонтальном направлении - этому требованию отвечают антициклонические системы. Антициклоны чаще, чем циклоны, бывают малоподвижными, поэтому формирование воздушных масс обычно и происходит в обширных малоподвижных (квазистационарных) антициклонах. Кроме того, требованиям очага отвечают малоподвижные и размытые термические депрессии, возникающие над нагретыми участками суши. Наконец, формирование полярного воздуха происходит частично в верхних слоях атмосферы в малоподвижных, обширных и глубоких центральных циклонах в высоких широтах. В этих барических системах происходит трансформация (превращение) тропического воздуха, втянутого в высокие широты в верхних слоях тропосферы, в умеренный воздух.

Воздушные массы классифицируют, прежде всего, по очагам их формирования в зависимости от расположения в одном из широтных поясов. Согласно географической классификации, воздушные массы можно подразделить на основные географические типы по тем широтным зонам, в которых располагаются их очаги :

- Арктический или антарктический воздух,
- Умеренный воздух,
- Тропический воздух. [2]

2. Циркуляционный фактор формирования климата

Под циркуляционным фактором понимают господствующие ветры и несомые ими воздушные массы.

Неравномерность поступления солнечной радиации в те или иные регионы Земли служит главной причиной циркуляции воздушных масс атмосферы с образованием циклонов и антициклонов. Циркуляция атмосферы – важнейший климатообразующий процесс, способствующий переносу тепла и влаги из одних регионов в другие и определяющий характер климата в любой точке поверхности земного шара. Существование циркуляции атмосферы обусловлено, главным образом, неоднородным распределением атмосферного давления, вызванным

в основном различным притоком солнечной радиации в тех или иных широтах, различными физическими свойствами земной поверхности (суша, море и лед), а также отклоняющим влиянием вращения Земли на воздушные потоки. Совокупность этих причин определяет местонахождение и перемещение постоянных и сезонных центров действия атмосферы, т.е. обширных областей атмосферы с преобладанием антициклонов (областей повышенного атмосферного давления) или циклонов (областей с пониженным атмосферным давлением). Размещение центров действия атмосферы отражает наиболее устойчивые особенности общей циркуляции атмосферы. Атмосферное давление само по себе не имеет большого непосредственного значения для климатов, но косвенное его значение нельзя недооценивать. В результате неравномерного распределения атмосферного давления возникает движение воздуха относительно земной поверхности. Это движение не что иное, как ветер.

Ветер – это горизонтальное перемещение воздуха в нижних слоях тропосферы из области высокого атмосферного давления в область низкого атмосферного давления.

Наблюдается неоднородное распределение атмосферного давления по широтам. В экваториальных широтах формируется зона пониженного атмосферного давления. Над тридцатыми широтами в северном и южном полушариях образуются зоны повышенного атмосферного давления. Для умеренных широт характерны зоны пониженного атмосферного давления. Над полюсами (северным и южным) формируются зоны повышенного атмосферного давления. Их наличие обуславливает развитие планетарной системы воздушных течений. К ним относятся: пассатная циркуляция в тропических широтах; западный перенос в умеренных широтах; северо-восточные и юго-восточные постоянные ветры высоких широт в приполюсных областях.

Существование постоянных центров действия определяет формирование постоянных ветров. Для тропического пояса характерна пассатная циркуляция.

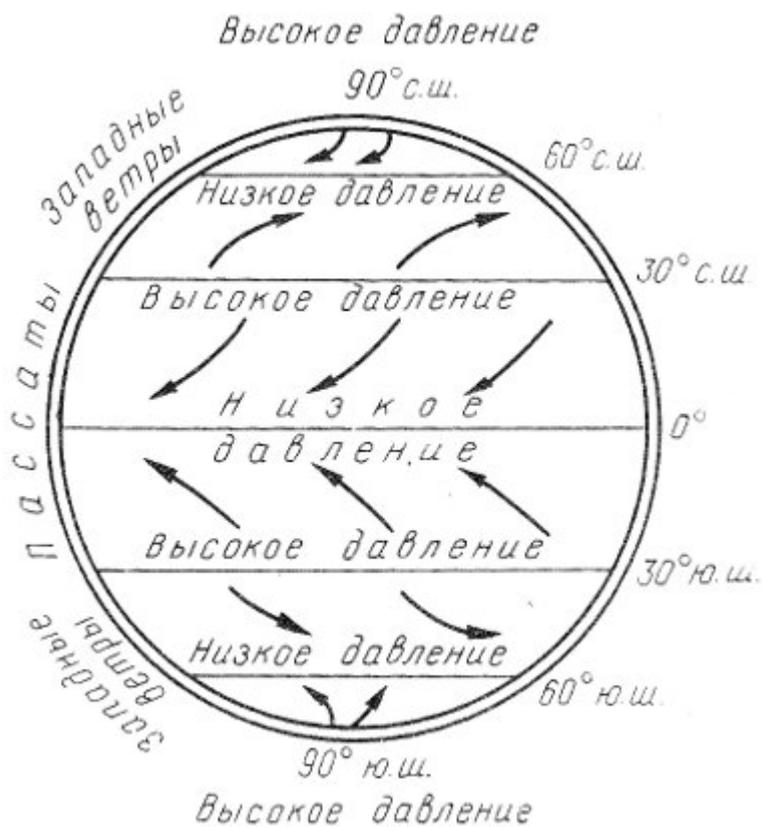


Схема распределения давления и ветров на Земле

Пассат – это постоянный ветер тропических широт, его возникновение связано с оттоком воздуха из области высокого давления над тридцатыми широтами в область экваториальной депрессии. Область экваториальной депрессии устанавливается над термическим экватором – это зона внутритропической конвергенции, т.е. схождения пассатов северного и южного полушарий. Термический экватор перемещается вслед за смещением зенитального положения Солнца. Одновременно на его положение оказывают влияние, формирующиеся под влиянием сильного прогрева в летний период над внутренними районами материков, сезонные области пониженного давления.

Под воздействием силы Кориолиса пассаты в северном полушарии имеют северо-восточное направление, в южном полушарии – юго-восточное. Пассаты тропической зоны характеризуются удивительным постоянством направления и относительно равномерной скоростью. Поэтому в тропических широтах образуется пояс восточных ветров. Зона тропических восточных ветров по обе стороны экватора, включая и внутритропическую зону конвергенции, занимает наибольшую по сравнению с остальными звеньями общей циркуляции атмосферы площадь. [1]

Для внетропической зоны характерен западный перенос воздуха и в этих широтах формируется поле западных ветров. Западные ветры – это постоянные ветры умеренных широт. Их формирование обусловлено падением температуры воздуха и атмосферного давления от субтропиков (области высокого давления над тридцатыми широтами) к субполярным широтам. Меридианально направленные (вследствие существования барического градиента) воздушные течения отклоняются силой Кориолиса вправо в северном полушарии и влево – в южном, т.е. в обоих случаях с запада на восток. Зона западного переноса воздушных масс отличается интенсивной циклонической деятельностью.

Зоны общей циркуляции меняют свое положение в соответствии с годовым ходом высоты Солнца, что является причиной устойчивого чередования преобладающих направлений ветра на окраинах этих зон. Хотя их смещение и незначительно, но оно играет большую роль в формировании климатических условий

переходных климатических поясов (субарктического, субтропического, субэкваториального).

Ветер – одно из основных понятий метеорологии. Различают прямое воздействие ветра: рельефообразующий фактор, влияет на форму растений, способствует переносу семян растений, вызывает морские течения, регулирует дальность распространения морских и материковых влияний и т.д. Но большее значение, чем прямое воздействие ветра, имеют его косвенные эффекты, ибо именно ветру мы обязаны сменами погоды, связанными с перемещением различных воздушных масс с их разнообразными свойствами.

Воздушные массы – это относительно однородные части тропосферы, соизмеримые с большими частями материков и океанов и обладающие определенными общими свойствами (температурой, влажностью, давлением и др.), их формирование происходит над однородной подстилающей поверхностью в однородных радиационных условиях. Перемещаются воздушные массы как целое в одном из течений общей циркуляции атмосферы (что в значительной степени определяет изменение погоды) и отделяются друг от друга атмосферными фронтами.

По происхождению различают: арктические (антарктические), умеренные, тропические и экваториальные воздушные массы с подразделением их (кроме экваториальных) на морской и континентальный типы.

В зоне столкновения воздушных масс формируются атмосферные фронты, с которыми всегда связана ветреная, ненастная с осадками погода.

Фронтальные зоны обладают большой неустойчивостью атмосферы. Для арктического и полярного атмосферных фронтов характерно образование циклонов, крупных атмосферных вихрей. Циркуляция воздуха в вихрях направлена в северном полушарии против, а южном – по часовой стрелке, с отклонением к центру циклона в нижних слоях атмосферы. В различных частях циклона отмечаются значительные температурные контрасты. Прохождение циклонов обычно сопровождается усилением облачности и осадков, изменением температуры воздуха и резкой сменой погоды.

Литература:

1. Зубашенко Е.М. Региональная физическая география. Климаты Земли: учебно-методическое пособие. Часть 1. / Е.М. Зубашенко, В.И. Шмыков, А.Я. Немыкин, Н.В. Полякова. – Воронеж: ВГПУ, 2007. – 183 с.
2. Воздушные массы и их классификация:
<http://meteocenter.net/meteolib/vm.htm>

Метеорология и климатология в энциклопедиях Беларуси, России и Великобритании

Шабуневич Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Тема моего реферата – «Метеорология и климатология в энциклопедиях Беларуси, России и Великобритании».

Целью реферата является изучение основных терминов в энциклопедиях и их сравнение.

Климатологией называется раздел метеорологии, в котором изучаются закономерности формирования климатов, их распределения по земному шару и изменения в прошлом и будущем.

Метеорологией называется наука об атмосфере, о ее составе, строении, свойствах и протекающих в ней физических и химических процессах. Главные задачи метеорологии – описание состояния атмосферы в данный фактический момент времени и прогноз ее состояния на будущее. В некоторых случаях также возникает необходимость восстановить состояние атмосферы в прошлом.

Это определения из книги И.И. Лоновича «Дорожная климатология». Эти термины, а так же несколько других понятий, таких как облачность, осадки, туман, взяты мной как основные для сравнения.

Источниками являются «Беларуская энциклапедыя», «Новая российская энциклопедия», «Большая энциклопедия России», «Britannica. Настольная энциклопедия».

Имеющаяся информация разбита на блоки энциклопедия Беларуси, энциклопедия России, энциклопедия Великобритании.

1. Энциклопедия Беларуси

Климатология (от климат + ...логия), наука о формировании, изменении, геогр. распределении климата; одна из важнейших

частей метеорологии. Включает: учение о климатообразовании, в котором определяется роль геогр. Факторов(геогр. широта, высота над уровнем моря, распределение суши и моря, орография, океанические течения, растительный и снежный покров), астр.,геофиз. и антропогенных факторов в формировании и изменении климата; учение о климате приземного слоя и микроклимате; учение о климате свободной атмосферы; климатографию; прикладную климатологию (с.-х., пром., строительная, лесная и др.); теорию климата, его изменение; палеоклиматологию. В Беларуси развивается с 1920-30-х гг., когда А. И. Кайгородовым были проведены исследования климата республики («Климат БССР, Западной Белоруссии и смежных стран», т. 1–2, 1933–34), составлен

«Климатический атлас Беларуси» (1927). В послевоен. годы в Минской гидрометеорологической обсерватории обобщены многолетние сведения по осн. метеорологическим элементам и составлены справочники по климату Беларуси. Проведены исследования агроклиматических условий выращивания осн. с.-х. культур, в 1958 подготовлен «Агроклиматический справочник по Белорусской ССР» (дополнен и переиздан в 1970, 1985). Обобщены метеорологические данные и проведено агроклиматическое районирование («Климатические ресурсы Беларуси и пользование в сельском хозяйстве» А.Х.Шкляр 1973). Изучен климат городов («Климат Минска», 1976; «Климат Бреста». 1979; «Климат Гомеля», 1980; «Климат Витебска», 1981; «Климат Гродно» и «Климат Могилева», 1982) и курортных местностей («Климат курорта Нарочь» 1985); влияние мелиорации на микроклимат и агроклиматические условия развития с.-х. культур, сделана оценка влияния изменения климата на агроклиматические ресурсы и продуктивность с.-х. культур; рассмотрены пространственно-временные изменения климата под воздействием естественных и антропогенных факторов, возможные сценарии будущего глобального и регионального климата (В.Ф. Логинов «Причины и следствия климатических изменений», 1992; под ред. В.Ф. Логинова «Климат Беларуси», 1996; «Изменения климата Беларуси и последствия», 2003) и др. Характеристика климатических условий и

ресурсный потенциал терр. республики отражены на 82 климатических и агроклиматических картах «Национального атласа Беларуси» (2002). Науч. исследования в области К. проводятся в Респ. гидрометеорологическом центре. Ин-те проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси, БГУ, БСХАи др.

Лит.: Хромов С.П., Петросян М. А. Метеорология и климатология. М., 2004.

В. Ф. Логинов.

Метеорология (от греч. *meteora* атмосферные и небесные явления + ..логия), наука о земной атмосфере и физических процессах, которые развиваются в ней и создают погоду и климат. Изучает газовый состав, плотность, давление, температуру и влажность воздуха и почвы, лучистую энергию, движение и трансформацию возд. масс, облака, осадки, заморозки, засухи и др. явления, происходящие в возд. оболочке Земли во взаимодействии с подстилающей поверхностью. Гл. задачи М.: изучение физ. сущности атм. явлений и процессов; обеспечение нар. х-ва метеорологической информацией с целью наиболее полного и эффективного использования благоприятных условий погоды и уменьшения потерь от неблагоприятных её явлений; повышение уровня оправдываемости и своевременности прогнозов погоды. Центр. проблема совр. М. – изучение влияния хоз. деятельности человека на атм. процессы и выработка способов искусственного влияния на них в интересах человека. В М. выделяется ряд самостоятельных дисциплин, имеющих свои объекты и методы исследования. К ним относятся: физика атмосферы, синоптическая М., динамическая М., климатология, физика пограничного слоя атмосферы, аэрология или физика свободной атмосферы, аэрономия. Развиваются прикладные отрасли М.: с.-х., лесная, авиац., косм., мед., воен., городская и др.

Первые метеорологические станции в Беларуси созданы в нач. 19 в.. Развитие связано с А. И. Кайгородовым, выполнившим в 1920 – 30-е гг. разносторонние исследования климата. Основы службы погоды Беларуси заложены П. Н. Адамовым. В 1930 открыта Минская гидрометеорологическая обсерватория. С 1931

выполняются регулярные прогнозы погоды. В 1950-70-е гг. обобщены многолетние сведения по осн. метеорологическим элементам, составлены справочники по климату Беларуси, разработана методика измерения влажности почвы, изучено распределение поступления солнечной радиации, определена скорость ветра на разных высотах, высота и мощность облаков, изучены метеорологические условия полётов самолётов на терр. республики, исследованы аномальные температуры воздуха и осадков, влияние мелиорации на микроклимат и урожай с.-х. культур, усовершенствованы приёмы и методы прогнозирования погоды и др. В 1980-90-е гг. на основе совр. Методов анализа проведено обобщение материалов метеорологических наблюдений, исследовано использование компьютерного моделирования при анализе структуры гидрометеорологического режима, метеорологические основы формирования экологических условий и др. Большую работу по сбору, анализу и обобщению материалов наблюдений выполнили Н.А.Малишевская, Е.Б.Фридлянд, И.А.Савиковский, Г.В.Волобуева. М. А. Гольберг (Белгидрометеоцентр), А.Х. Шкляр, П.А.Ковриго (БГУ), В. Ф. Логинов, Г.И.Сачок(Ин-т проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси) и др.

Лит.: Каурыга П.А. Метэаралогія. Мн., 2005

П.А. Ковриго

Метеорологическая станция – производственное подразделение, осуществляющее регулярные метеорологические наблюдения за состоянием погоды.

Облачность, совокупность облаков, наблюдаемых на небосводе в месте наблюдения или над определённой территорией. Характеризуется кол-вом и формой облаков. Определяется визуально по 10-балльной шкале (в десятых долях покрытия неба). При 0 – 2 балла небо считается ясным, 3 – 7 – полу ясным, 8 – 10 – пасмурным. Различают О. общую (кол-во облаков без подразделения по ярусам) и нижнюю (облака нижнего яруса, основание которых находится ниже 2 км от поверхности земли). Над терр. Беларуси преобладают нижняя О. (в Минске в среднем за год составляет ок. 80%). В среднем за год по республике общая О.

изменяется от 7,6 до 6,3 баллов, нижняя от 5,8 до 4,4 баллов; макс. – в нояб. – дек. (св. 8 и 7 соответственно), миним. – в мае – авг. (5 – 6 и 3 – 4 соответственно). В нояб. и дек. насчитывается макс. число пасмурных дней (в среднем ок. 20 от общей облачности), в мае – авг. – миним. (от 4 до 11 в месяц). Среднегодовая О. несколько уменьшается с С-З на Ю-В (от 170 до 130 пасмурных дней от общей О.). Среднесуточная О. определяет характеристику дня – пасмурный или ясный. В холодный период года макс. О. наблюдается утром и в 1-й половине дня, миним. – вечером, в тёплый период года макс. О. наблюдается днём, миним. – ночью. Повторяемость ясного неба макс. зимой вечером и в утренние часы, летом – ночью.

А.В.Дубровская.

2. Энциклопедия России

В этом разделе представлены данные из двух энциклопедий: «Большая энциклопедия России» (2006 г.) и «Новая российская энциклопедия» (2013 г.)

Климатология (от климат и ...логия) - наука о климате, его формировании, географическом распределении и изменении во времени. К. входит в состав географических наук, поскольку климат – одна из основных географических характеристик любого региона и земного шара в целом, одновременно К. является частью геофизической науки - метеорологии, в составе которой она возникла, т.к. климатообразующие процессы имеют геофизическую природу. В К. входят несколько разделов.

Физическая К. – учение о генезисе и физической обусловленности климата, опирающееся на представления о климатообразующей роли теплового и водного балансов земной поверхности и атмосферы.

Климатография – раздел К., исследующий типы климата и их распределение по земному шару на основе фактического материала, полученного из статистической обработки многолетних рядов метеорологических наблюдений.

Динамическая К. изучает климаты и их распределение по Земле в зависимости от процессов общей циркуляции атмосферы.

Аэроклиматология занимается изучением климата высоких слоёв атмосферы; микро климатология – изучением климата приземного слоя воздуха. Особое место занимает палеоклиматология – учение о климатах геологического и исторического прошлого. Большое практическое значение К. обусловило появление прикладных климатологических дисциплин, пограничных с другими науками. Это биоклиматология – учение о влиянии климата на живую природу и человека, агроклиматология, изучающая влияние климата на земледелие, медицинская и курортная К., а также техническая К., в т.ч. строительная, транспортная, авиационная и др. Начальные представления о климате и его закономерностях сложились ещё в Древней Греции. Впервые разделил Землю на шесть климатических поясов (два жарких – необитаемых, два умеренных и два холодных) Полибий (204-121 до н.э.). Это позволило ему предположить, что температурный режим местности определяется углом наклона солнечных лучей, поступающих на земную поверхность. Сведения по географии и К., накопленные наукой к нач. 17 в., впервые систематизировал голландский географ Б. Варениус в «Географии генеральной...» (1718). В 18 в. появляются описания климатов на базе инструментальных метеорологических наблюдений и первый метеорологический учебник Л. Котта «Traité de météorologie» (1774) с подробными и разнообразными сведениями о климате. Первые соображения о влиянии атмосферной циркуляции на климат высказывают Э. Галлей и Дж. Хэдди в Великобритании и М.В. Ломоносов в России. В «Слове о явлениях воздушных...» (1753) Ломоносов утверждает, что морские ветры в С.-Петербурге, Архангельске и Охотске «свирепость зимнего холода укрощают, принося дождливую погоду». В нач. 19 в. немецкий естествоиспытатель А. Гумбольдт положил начало систематическому описанию климатов Земли и построил первые климатические карты; российский метеоролог М.Ф. Спасский выдвинул идею об определяющем влиянии атмосферной циркуляции на климат; К.С. Веселовский в книге «О климате

России» (1857) собрал и детально проанализировал сведения из всех ему известных метеорологических наблюдений, выполненных ранее в России, а также данные о вскрытии и замерзании рек. Во 2-й пол. 19 в. исследования в области К. становятся планомерными и особенно успешно развиваются в России, где в 1849 в С.-Петербурге была открыта Гл. физическая обсерватория под рук. Г.И. Вильда. Ряд исследований в это время провёл А. М. Воейков, уделив большое внимание изучению причин формирования климата. Большой вклад в К. внесли последователи Воейкова – Л.С. Берг (в области палеоклиматологии, биоклиматологии, классификации климатов), А.А. Каминский (исследования ветрового режима и влагооборота), В.Ю. Визе (исследования климата Арктики) и др. Во 2-й пол. 19 в. Появляется ряд классификаций климатов земного шара. Наиболее распространены классификации российских учёных – Берга (по характеру географических ландшафтов, определяемых климатом), Б.П. Алисова (по особенностям общей циркуляции атмосферы) и немецких учёных – Б.П. Кеппена (по географическому распределению средних температур воздуха и сумм атмосферных осадков) и А. Пенка (по соотношению между осадками и испарением).

В 20 в. быстрый рост глобальной сети метеорологических наблюдений, охватившей тропики, Арктику, Антарктику, океаны и другие ранее не обследованные р-ны, позволил получить обширный материал, характеризующий климат Земли. В ряде стран появились фундаментальные справочные издания по климату (климатические атласы материков, стран, океанов); среди отечественных изданий: многотомный справочник по климату СССР, Климатический атлас СССР, серия климатических карт в атласах Арктики и Антарктики и Морском атласе, а также «Атлас теплового баланса земного шара», получивший всемирную известность. Появились и крупные монографии, обобщающие обширный климатологический материал: многотомное «Руководство по климатологии» (в Германии); серия монографий «Климат СССР» (в России); «Мировой климатологический обзор» – итог международного сотрудничества.

Благодаря накопленным данным радиозондирования, отчётам о полётах воздушных судов и исследования структуры атмосферы

из космоса во 2-й пол. 20 в. исследования по К. распространились на высокие слои атмосферы. В динамической К. началось усиленное изучение климатообразующей роли общей циркуляции атмосферы (Алисов, В. А. Бугаев, Х.П. Погосян, Б. Л. Дзерdzeевский, С.П. Хромови др. в СССР; Г. Флон в Германии). В физической К. к сер. 20 в. сформировалось представление о тепловом балансе атмосферы как о физической основе климата (в СССР М. И. Будыко, Т. Г. Берлянд и др.; в США Г. Ландсберг, Д. Миллер и др.). Оценкой климатообразующей роли влагооборота особенно плодотворно занимались учёные в СССР (О.А. Дроздов, Погосян, К. М. Кашин и др.).

«Новая российская энциклопедия».

Метеорология (греч. *meteora* – небесные явления и ...логия) - наука об атмосфере и протекающих в ней физических и химических процессах. Основные задачи М. – получение количественных характеристик метеорологических элементов, характеризующих фактическое состояние атмосферы; изучение законов, управляющих атмосферными процессами; прогноз погоды на различные сроки.

Один из основных разделов М. – физика атмосферы – исследует общие закономерности атмосферных явлений и процессов и включает в себя: физику приземного слоя воздуха и верхних слоёв атмосферы (выс. от 100 до нескольких тысяч км); аэрологию, изучающую физические процессы в свободной атмосфере; аэрономию, изучающую химию верхних слоёв атмосферы. К физике атмосферы также относятся: актинометрия, изучающая солнечную радиацию в атмосфере; атмосферная оптика - наука об оптических явлениях в атмосфере, атмосферное электричество и атмосферная акустика.

Среди других разделов М. выделяются: климатология – наука о климатах Земли, обособившаяся в самостоятельную дисциплину; динамическая метеорология, изучающая атмосферные процессы теоретическими методами гидромеханики и разрабатывающая численные методы прогнозов погоды; синоптическая метеорология - наука о погоде и методах её предсказания. Прикладные разделы М.: авиационная, с.-х., медицинская, строительная М. и др. Особое место занимает раздел М., изучающий загрязнение атмосферы и его

влияние на качество воздушного бассейна, погоду и климат в отдельных регионах ина Земле в целом.

Первые исследования в области М. относятся к античному времени и связаны с именем Аристотеля: соч. «О небе»и «Метеорологика». Накоплению материалов метеорологических наблюдений в 17 в. способствовало изобретение первых метеорологических приборов – термометра (Г. Галилей) и ртутного барометра (Э. Торричелли). Данные наблюдений и открытие основных законов физики Б. Паскалем (1648), Э. Галлеем (1685) и др. позволили приступить к построению количественной теории распределения некоторых метеорологических величин, в первую очередь давления. В 18 в. началось изучение закономерностей атмосферных процессов, причин вертикальных и горизонтальных движений в атмосфере, возникновения атмосферного электричества (М.В. Ломоносов, Б. Франклин). Были изобретены и усовершенствованы приборы для измерения скорости ветра, кол-ва осадков, влажности воздуха и др. Начались систематические наблюдения за состоянием атмосферы сначала в отдельных пунктах, а с кон. 18 в. на сети метеорологических станций. С сер. 19 в. сложилась мировая сеть метеорологических станций, проводящих наземные наблюдения на основной части материков.

Зондирование атмосферы стало возможным после изобретения аэростата (кон. 18 в.), с кон. 19 в. для этой цели активно используют шары-пилоты и шары-зонды с самопишущими приборами. С появлением радиозонда (1930) началось формирование сети аэрологических наблюдений. С сер. 20 в. сложилась мировая сеть актинометрических станций, производящих наблюдения за солнечной радиацией; были разработаны методы наблюдений за элементами атмосферного электричества, за содержанием озона в атмосфере и химическим составом атмосферного воздуха. Расширение метеорологических наблюдений и статистическое обобщение их результатов способствовали развитию климатологии. Эмпирические исследования атмосферной циркуляции для обоснования методов прогнозов погоды в 19 – нач. 20 в. положили начало изучению динамики атмосферных процессов (У. Феррел, США; Г. Гельмгольц, Германия; В. Бьеркнес, Норвегия).

Дальнейшее развитие динамической М. привело к созданию первого метода численного гидродинамического прогноза погоды (И. А.Кибель, Россия). В сер. 20 в. американские метеорологи Дж. Смагоринский и С. Манабе с помощью методов динамической М. построили мировые карты температуры воздуха, осадков и др. В 1920-30-е гг. были начаты исследования физических процессов в приземном слое воздуха (Р. Гейгер, Германия) с целью изучения микроклимата; эти исследования которые в дальнейшем привели к созданию нового раздела М. – физики пограничного слоя воздуха.

В России М. достигла сравнительно высокого уровня развития в 19 в. В С.-Петербурге в 1849 осн. Гл. физическая обсерватория (ГФО), на которую были возложены задачи организации метеорологических наблюдений на всей терр. России, сбора и обобщения материалов наблюдений, а позднее – составления прогнозов погоды. Г.И. Вильд, будучи директором обсерватории, в 1868-95 создал в России образцовую сеть метеорологических станций и службу погоды. Он был одним из основателей Международной метеорологической организации (1871). В кон. 19 в. были развёрнуты систематические исследования свободной атмосферы с помощью аэростатов (В.В. Кузнецов) и наблюдения за солнечной радиацией (С. М. Савинов, Н.Н. Калитин, В.А. Михельсон). Метеорологические исследования были сосредоточены гл. обр. на климатологии и синоптической М. (М. А. Рыкачёв, П.И. Броунов, В. И. Срезневский, С.Д. Грибоедов и др.). Первые опыты долгосрочных предсказаний погоды делались путём статистических сопоставлений и синоптическим методом (Б.П. Мультановский, 1912). Было положено начало с.-х. М. (А.М. Воейков, Броунов). В 1920-е гг. сеть метеорологических станций была значительно расширена и дополнена сетью станций актинометрических и аэрологических наблюдений; создан ряд оригинальных конструкций актинометрических приборов (Калитин и др.). После изобретения радиозонда П.А. Молчановым (1930) появилась возможность регулярных наблюдений за состоянием свободной атмосферы; была создана обширная сеть станций радиозондирования. В 1940-е гг. для наблюдения за состоянием атмосферы начали применять радиолокацию (В. В. Костарев и др.). Появление метеорологических

спутников и лазерного зондирования (1960-е гг.) позволило исследовать верхние слои атмосферы. Продолжает развиваться отечественная научная школа. В климатологии детально изучен климат страны и исследованы атмосферные процессы, определяющие климатические условия (А. А. Каминский, Е. С. Рубинштейн, Б. П. Алисов и др.). Исследования в области синоптической М. (В. А. Бугаев, С. П. Хромов и др.) способствовали существенному повышению успешности прогнозов погоды. М. тесно связана с океанологией и гидрологией. Все эти науки изучают различные звенья одних и тех же процессов (теплообмен, влагообмен), развивающихся в географической оболочке Земли. Крупнейшее научно-исследовательское и оперативное метеорологическое и гидрологическое учреждение страны Гидрометеорологический центр РФ в Москве – один из 3-х мировых центров Всемирной службы погоды. Был создан в 1930 как Центральное бюро погоды СССР, а затем Центральный ин-т прогнозов, в 1966 переименован в Гидрометцентр СССР. Другие научно-исследовательские учреждения: Гл. геофизическая обсерватория (С.-Петербург), Центральная аэрологическая обсерватория (Долгопрудный), Ин-т экспериментальной метеорологии (Обнинск), Ин-т физики атмосферы РАН (Москва), Ин-т глобального климата и экологии и др.

Лит.: Федоров Е.К. Часовые погоды. Л., 1970; Матвеев Л. Т. Курс общей метеорологии: физика атмосферы. Л., 1976.

Б. А. Семашко

«Новая российская энциклопедия».

Метеорологическая станция – учреждение, в котором круглосуточно проводятся регулярные наблюдения за состоянием атмосферы. Первые М. с. появились в 18 в. Когда наблюдения за погодой стали систематическими. В 19 в. после учреждения метеорологических ин-тов, в т. ч. Гл. физической обсерватории в Петербурге (1849), М.с. получили единое руководство и общую программу наблюдений. В состав М.с. входит метеорологическая площадка, на которой размещены метеорологические приборы, и помещение, где установлены автоматические приборы-регистраторы и ведётся обработка полученных данных. Наблюдения

проводятся по стандартной программе, включающей измерение значений метеорологических элементов и определение характеристик атмосферных явлений (начало, окончание, интенсивность) через каждые 3 или 6 ч, а в некоторых случаях ежечасно. Полученные данные передаются в установленные адреса (бюро погоды, авиационные М.с. и т.п.) в зависимости от объёма наблюдений и проводимых работ М.с. подразделяются на 3 разряда. М.с. 1-го разряда (к ним относятся метеорологические обсерватории) осуществляют наблюдения, обработку данных и управление работами. М.с. 2-го и 3-го разряда, а также обеспечивают организации и предприятия сведениями о погоде и климате. М.с. 2-го разряда проводят наблюдения и передают обработанные результаты. М.с. 3-го разряда проводят наблюдения по сокращённой программе. М.с. расположены в пунктах с известными географическими координатами и высотой над ур. м., распределены по возможности равномерно по терр. с соблюдением условия репрезентативности (их измерения должны быть характерны для возможно большего окружающего пространства) и являются звеньями единой гос. и мировой метеорологической сети. Кроме М.с. в гос. метеорологическую сеть входят специализированные станции (гидрологические, агрометеорологические, авиаметеорологические, болотные, озёрные и др.) и метеорологические посты.

Данные наблюдений М.с. используются для составления прогнозов погоды и предупреждений об опасных метеорологических явлениях, изучения климата и его изменений и др.

Б. А. Семенченко.

Метеорологические приборы– измерительные устройства для определения количественных характеристик метеорологических элементов и регистрации атмосферных явлений. Предназначены для работы в естественных условиях в любых климатических зонах, поэтому должны сохранять стабильность показаний независимо от диапазона температур, величины влажности, выпадения осадков, ветровых нагрузок. Для того чтобы результаты измерений на различных метеостанциях были сравнимы, М.п. делают

однотипными и устанавливаются так, чтобы на их показания не влияли «посторонние» местные условия. Различают М.п., отсчёты по которым производятся визуально (их назв. часто оканчивается на «метр» – термометр, барометр и т.п.), М.п. с автоматической регистрацией – самопишущие (их назв. оканчиваются на «граф» – термограф, гелиограф и т.п.) и дистанционные М.п. Для измерения температуры воздуха и почвы используют метеорологические термометры и термографы, для измерения влажности воздуха – психрометры, гигрометры, гигрографы, для измерения атмосферного давления – барометры, анероиды, барографы, для измерения скорости и направления ветра – анемометры, анемографы, анеморумбометры, флюгеры. Кол-во и интенсивность осадков определяют при помощи дождемеров, осадкомеров, плювиографов. Интенсивность солнечной радиации, излучение земной поверхности и атмосферы измеряют пиргелиографами, пиргеографами, актинографами и т.п. Продолжительность солнечного сияния регистрируют гелиографами. Напр., в гелиографе Кембела–Стокса стеклянный шар, играющий роль линзы, преломляет солнечные лучи, с какой бы стороны они на него ни падали; лучи делают прожог на специальной бумажной ленте с часовыми делениями, укрепленной за шаром на его фокусном расстоянии. По длине прожога определяется продолжительность солнечного сияния в течение суток. Различают М.п. сетевые (типовые), применяемые на сети метеорологических станций и метеорологических постов для выполнения стандартных наблюдений (они чаще всего устанавливаются стационарно, но могут быть и переносными), и специальные, в т.ч. экспедиционные. Сетевые М.п. устанавливаются на специальных площадках, а приборы для измерения температуры и влажности воздуха (станционные психрометры Ассмана) размещаются внутри метеорологических будок, защищающих и от воздействия солнечной радиации, ветра и осадков. Приборы для измерения атмосферного давления, а также регистрирующая часть дистанционных приборов (датчики размещаются в исследуемой среде) располагаются внутри помещения метеостанции. Простейшие М.п., изобретенные в 17 в. и незначительно

усовершенствованные, применяются для стандартных метеорологических измерений до настоящего времени: ртутный термометр(Галилей, 1603), ртутный барометр(Торричелли, 1643), барометр-анероид(Лейбниц, 1700). Бурное развитие метеорологического приборостроения началось с сер. 20 в.: были разработаны и изготовлены установки и М.п. с использованием радиолокационных и радиометрических методов для зондирования атмосферы; использование радиоэлектроники позволило создать автоматические метеорологические станции, автономно работающие на суше, на океанологических буях и платформах; использование метеорологических спутников позволяет наблюдать в любое время суток облачные поля, внетропические и тропические циклоны и ураганы, следить за их перемещением, определять состояние и температуру земной поверхности и океана, скорость и направление ветра, следить за состоянием и локализацией плавучих льдов в морях.

Б. А. Семенченко.

Метеорологические элементы – характеристики состояния атмосферы и атмосферные явления(туманы, метели, грозы и т.п.). Изменения характеристик состояния атмосферы (температуры и влажности воздуха, атмосферного давления, скорости и направления ветра, облачности, осадков, видимости, солнечной радиации, температуры почвы и поверхности воды) являются результатом атмосферных процессов и определяют погоду и климат.

«Новая российская энциклопедия».

Туман, в общем смысле – аэрозоль с капельно-жидкостной дисперсной фазой. Образуется из перенасыщенных паров в результате конденсации. Т. также называется скопление в приземном слое атмосферы (иногда до высоты в несколько сотен метров) мелких, не различимых глазом водяных капель или ледяных кристаллов, или тех и других. Цвет Т. белесоватый. Т. из водяных капель наблюдается в основном при температурах воздуха выше -20°C , но может встречаться и при более низких температурах -40°C . При температуре ниже -20°C преобладают ледяные Т. Видимость в Т. зависит от размеров частиц, образующих Т., и от его водности (количество сконденсированной воды в единице объема).

Радиус капель Т. Колеблется от 1 до 60 мкм. Большинство капель имеет радиус 5-15 мкм при положительной температуре воздуха и 2-5 мкм при отрицательной температуре. По физическому генезису Т. подразделяют на Т. охлаждения и Т. испарения. Т. охлаждения возникают при охлаждении воздуха ниже температуры точки росы. Т. испарения обусловлены дополнительным поступлением водяного пара с более тёплой испаряющей поверхности в холодный воздух. Т. охлаждения наиб. часты. По синоптическим условиям образования Т. подразделяют на внутримассовые, формирующиеся в однородных воздушных массах, и Т. Фронтальные, появление которых связано с атмосферными фронтами. Преобладают массовые Т., в большинстве случаев это испарения, которые делят на радиационные и адвективные. Радиационные возникают над сушей при понижении температуры вследствие радиационного охлаждения поверхности. Наиболее часто они образуются ночью при слабом ветре, гл. образом при антициклонах. Адвективные Т. образуются благодаря охлаждению теплого влажного воздуха при его движении над холодной поверхностью суши или воды. Они возникают в основном при пасмурной погоде и гл. образом в секторах циклонов. Существуют также сухие туманы (мгла), состоящие из копоти, смога и пыли. Иногда наблюдается переходная стадия к влажному, т.е. состоящие из капель вместе с достаточной массой дыма и копоти.

«Большая энциклопедия России».

Осадки атмосферные, частицы воды, выпадающие из облаков на земную поверхность в виде дождя, снега, крупы и града. По характеру выпадения из облаков О. а. делят на три типа: обложные, выпадающие из слоисто-дождевых и высокослоистых облаков в виде капель дождя среднего размера или снега (обычно продолжительные); ливневые, выпадающие обычно из кучево-дождевых облаков в виде крупных капель дождя или крупных хлопьев снега, а также в виде крупы и града (отличаются большой интенсивностью, длятся недолго); морсящие, выпадающие из слоистых облаков, иногда из тумана, и состоящие из очень мелких дождевых капель или мельчайших снежинок (интенсивность их очень мала). О. а. являются одним из важнейших элементов погоды

и климата. В среднем на земном шаре выпадает около 1000 мм осадков в год. В пустынях и на высоких широтах – менее 250 мм в год. В настоящее время широко используется метод искусственного вызывания О. а. основанный на действиях реагентов, которые способствуют образованию ледяных кристаллов в водяных облаках, а в смешанных облаках ускоряют их укрупнение. В крупных аэропортах, в праздничные дни организовывается разгон облаков, предотвращающий выпадение О. а. По грозовому фронту разбрасывается искусственный лёд. Он превращает пар в кристаллы, которые тают и проливаются безопасным для экологии дождём за несколько километров от города. На среднюю тучу диаметров в 5 км необходимо 15 кг вещества.

Облачность – 1) совокупность облаков в некоторой части атмосферы. 2) степень покрытия небесного свода облаками.

Оценивается в баллах: 1 балл – 10%, 2 балла – 20% и т.д. 10 баллов – сплошная облачность.

«Большая энциклопедия России».

Энциклопедия Великобритании

Климатология – (climatology) изучает процессы климатообразования, а также анализирует причины и практические последствия изменения климата. Имеет дело теми же атмосферными процессами, что и метеорология, но также изучает более медленно действующие факторы и долговременные изменения климата, в том числе океаническую циркуляцию, концентрацию атмосферных газов и измеримые изменения интенсивности солнечного излучения.

Метеорология – (meteorology), наука о земной атмосфере и происходящих в ней процессах, особенно в тропосфере и более низкой стратосфере. Занимается также систематическим изучением погоды и создает основу для прогноза погоды.

Облака- (cloud) скопление в атмосфере водяных капель и кристаллов льда, обычно на значительной высоте. Создаются и поддерживаются перемещающимися вверх воздушными течениями. Классифицируются по внешнему виду. 10 основных семейств делятся на 3 группы на основе высоты их расположения.

Высокие облака, на высоте 13 – 5 км, являются перистыми, перисто-кучевые и перисто-слоистые (вверх-вниз)

Средние – 7-2 км – высококучевые, высокослоистые и слоисто-дождевые.

Низкие – 2-0 км – слоисто-кучевые, слоистые, кучевые, дождевые.

Туман – поверхностный облачный слой у поверхности земли.

Заключение

В процессе изучения энциклопедий рассмотрены такие термины: климатология, метеорология, метеорологическая станция, метеорологические приборы, метеорологические элементы, осадки, облачность, туман.

В процессе изучения этих энциклопедий я могу отметить, что очень широко раскрывались понятия. Помимо самого определения еще и давалась классификация (если таковая имелаась), главные задачи изучения, центральная проблема, история развития, занимательные факты и мена наиболее выдающихся ученых.

Но не все термины есть в каждой энциклопедии. В частности, в «Новой российской энциклопедии» помимо термина метеорология также есть термины метеорологическая станция, метеорологические приборы, метеорологические элементы. В энциклопедии Беларуси метеорология и метеорологическая станция. В энциклопедии Великобритании только термин метеорология. Таким образом я могу отметить, что в каждой энциклопедии своя формулировка терминов, но существенных различий нет. Суть определения так или иначе раскрыта в каждой из книги.

Литература

1. И.И. Леонович. Дорожная климатология. – Мн.: БНТУ, 2007.
2. Республика Беларусь: энциклопедия: в 6 т. Т. 4,5 / под общ. редакцией Г. П. Пашкова. – Мн.: БелЭн, 2007.

3. Новая российская энциклопедия: в 12 т. Т.8 / под общ.редакцией А. Д. Некипелова. – М.: Инфра-М, 2011.
4. Новая российская энциклопедия: в 12 т. Т.10 / под общ.редакцией А. Д. Некипелова, В. И. Данилова-Данильяна – М.: Инфра-М, 2013.
5. Большая энциклопедия России: в 62 т. Т.33,34,52 / под общ.редакцией С. А. Кодратова. – М.: Терра. 2006.
6. Britannica. Настольная энциклопедия: в 2 т. Т. 1,2 / под общ.редакцией Т. Папас(TheodorePappas). – М.: АСТ-Астрель.2006.

Устойчивость и сопротивление движения автомобилей в зоне повышенной скорости ветра

Шугало А.Н.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Аэродинамическое сопротивление автомобиля обусловлено движением последнего с некоторой относительной скоростью в окружающей воздушной среде. Среди всех сил, составляющих сопротивление движению автомобиля, эта представляет наибольший интерес в свете всевозрастающих скоростей передвижения транспортных средств. Дело все в том, что уже при скорости движения 50-60 км/час она превышает любую другую силу сопротивления движению автомобиля, а в районе 100-120 км/час превосходит всех их вместе взятых.

Поэтому изучение ветра как климатического фактора очень важно. Именно основываясь на изучении скорости ветра, его направления и повторяемости дает основу конструкторам автомобилей создавать необходимую форму для машин.

Рассмотри этот вопрос более основательно.

1. Общее понятие о ветре

Ветер - это горизонтальное перемещение воздуха относительно земной поверхности.

Ветры возникают из-за разницы атмосферного давления, называемой барическим градиентом. Они никогда не дуют точно из области высокого давления в сторону низкого, смещаясь от действия силы Кориолиса. (рис. 1)

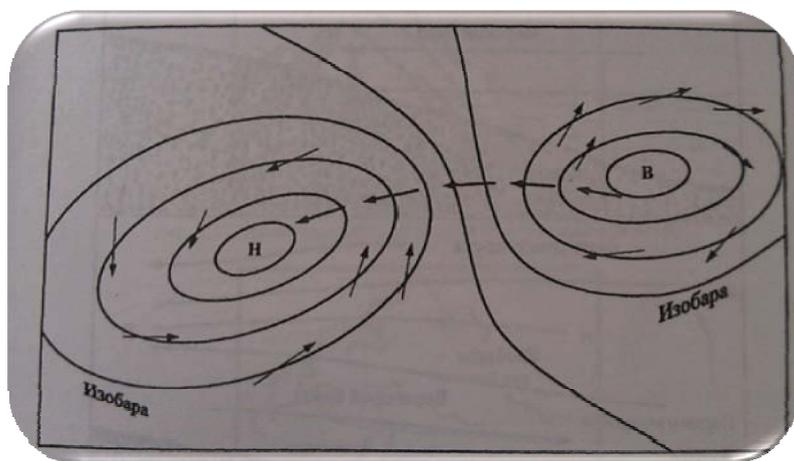


Рис. 1 Перемещение воздуха в зоны высокого давления (В) и низкого давления (Н)

Ветры, направленные из субтропиков к полюсам, становятся вестами, а к экватору - восточными пассатами. Ветры, возникающие на большой высоте и определяемые исключительно барическим градиентом и силой Кориолиса, называются географическими. Ближе к поверхности Земли закономерности движения воздушного потока усложняются, так как он испытывает не только нагревания и охлаждения (что приводит к изменению градиента), но и характера рельефа, соотношения суши и моря и многих других факторов.

На метеорологических станциях ветер оценивается направлением и скоростью. Направлением ветра принято считать ту сторону горизонта, откуда дует ветер. Ветры классифицируются по шкале Бофорта (табл. 1)

Таблица 1 – Шкала Бофорта

Балл ветра	Скорость, м/с	Название ветра по его силе	Примеры для оценки скорости
1	2	3	4
0	0-0,5	Штиль	Дым поднимается отвесно; листья неподвижны

1	0,6-1,7	Тихий	По флажку направление ветра еще определить нельзя, но по ощущению
2	1,8- 3,3	Легкий	Дуновение ветра чувствуется лицом; листья шелестят; флажок начинает
3	3,4-5,2	Слабый	Листья и тонкие ветви деревьев все время колышутся; флажок
4	5,3-7,4	Умеренный	Ветер поднимает пыль и приводит в движение тонкие ветки деревьев;
5	7,5-9,8	Свежий	Качаются тонкие стволы деревьев; на воде появляются волны с
6	9,9 -12,4	Сильный	Качаются тонкие сучья деревьев; гудят телеграфные провода; трудно
7	12,5-15,2	Крепкий	Качаются стволы деревьев; гнутся большие ветки; при ходьбе против
8	15,3-18,2	Очень крепкий	Ветер ломает тонкие ветки и сухие сучья деревьев, затрудняет движение
9	18,3-21,5	Шторм	Ветер вызывает небольшие разрушения, срывает дымовые трубы
10	21,6-25,1	Сильный шторм	Ветер вызывает значительные разрушения, вырывает с корнем
И	25,2-29,0	Жестокий шторм	Большие разрушения
12	Более 29,0	Ураган	Опустошения

Отсчет направления ветра начинается с севера и продолжается по часовой стрелке. Скорость ветра измеряется в метрах в секунду (м/с), в километрах в час (км/ч) или в баллах.

Скорость и направление ветра - весьма изменчивые характеристики физического состояния атмосферы. Поэтому скорость ветра принято принимать в среднем за 10-минутный, а направление ветра - за 2-минутный интервалы времени. При этом отмечается точка максимального порыва ветра (максимальная скорость). Кроме того, устанавливается изменчивость скорости и направления ветра, или его порывистость, которая оценивается

качественно: по направлению - постоянный или переменный, по скорости - равномерный или порывистый. [1]

2. Ветровой режим Беларуси

Ветровой режим на территории Беларуси обусловлен общей циркуляцией атмосферы над континентом Евразии и над Атлантическим океаном и определяется существованием центров действия атмосферы: Исландской депрессии - на протяжении всего года, Сибирского антициклона - зимой и Озерского антициклона — летом. Под их влиянием с ноября по март преобладают юго-западные ветры, а с мая по сентябрь - северо-западные. Скорость ветра зимой - 4-5 м/с, летом - 2-3 м/с. Сильные ветры бывают редко (5-10 дней в году). Зимой - при прохождении холодного фронта, летом - при ливнях бывают бури. Летом изредка бывают смерчи. На берегах больших озер существует бризовая циркуляция.

С 70-х годов XX века в Беларуси, как и в ряде районов Европейской России и Западной Сибири, наблюдается снижение скорости ветра. На графике (рис. 2) приведена погодичная скорость ветра за 50-летний период регулярных измерений, осредненная по всей территории Беларуси.

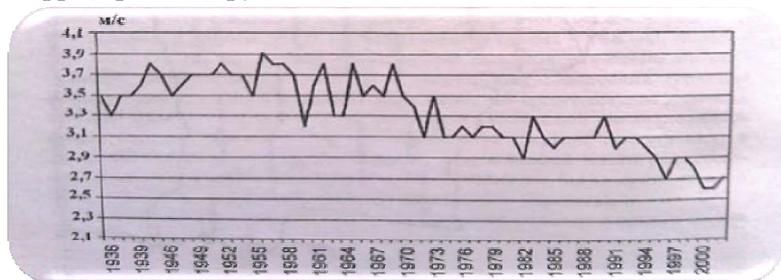


Рис. 2 – Средняя по Беларуси скорость ветра

Средняя скорость ветра по периодам имеет следующие значения:

1940-1970- 3,6 м/с

1971-1980-3,2 м/с

1981-1990-3,1 м/с

1991-2001-2,9 м/с

Как известно, в формулы ветровой нагрузки и энергии, переносимой ветром, скорость ветра входит в квадрате и кубе,

поэтому наблюдаемое уменьшение скорости является весьма существенным. В частности, оно означает уменьшение переносимой энергии в среднем более чем в 1,5 раза.

Сейчас нет достаточно обоснованных прогнозов того, как будет меняться скорость ветра в ближайшие десятилетия. Но сам факт уменьшения скорости ветра, даже просто как возможные колебания, должен учитываться в соответствующих расчетах, в частности, при разработке нетрадиционных источников энергии.

3. Аэродинамическое сопротивление автомобиля

На движение автомобиля в зоне повышенной скорости ветра будет влиять не только сила ветра и направление, но и форма машина.

Вообще, оценивая различные тела, которые перемещаются в воздушном пространстве, можно понять, что «грамотная» форма объекта – это необходимое условие, чтобы перемещение было менее трудным.

На рисунке 3 сравниваются тела с одинаковым отношением длины к высоте l/h или длины к диаметру l/d (это отношение иногда называют коэффициентом полноты тела); фактор близости основания (т.е. поверхности дороги) при таком рассмотрении может не учитываться.

Аэродинамическое сопротивление тела вращения ($C_x \sim 0,05$) состоит преимущественно из сопротивления трения; предельный случай чистого сопротивления трения имеет место при продольном обтекании плоской пластины. Для этого вида сопротивления имеется хорошая теоретическая база. Влияние вязкости воздуха заметно только в очень тонкой, прилегающей к стенкам зоне, называемой пограничным слоем. Основываясь на экспериментально определенных законах распределения касательных напряжений вдоль стенок, можно рассчитать характеристики этого пограничного слоя, например его толщину, касательное напряжение вдоль стенки, место отрыва, для этого лишь необходимо, чтобы был предварительно рассчитан внешний поток, который в данном случае рассматривается как идеальный, т.е. не обладающий вязкостью. Таким образом, можно провести оптимизацию,

например, тела вращения, т.е. для тела с предварительно заданным отношением l/h и предварительно

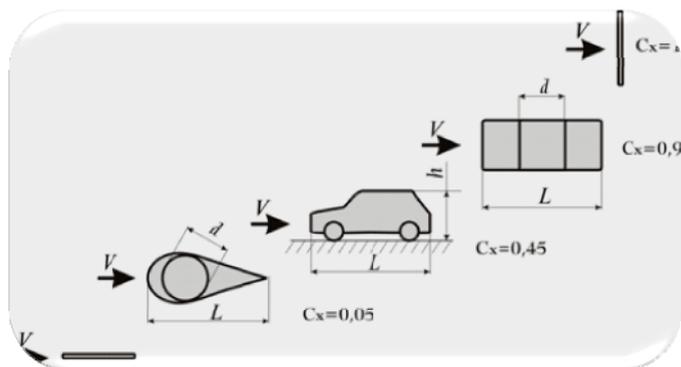


Рис. 3 – Формы машин и ее обтекание ветром

заданным объемом можно рассчитать форму, обеспечивающую минимальное аэродинамическое сопротивление. Однако с уменьшением коэффициента полноты l/d сопоставимость теоретических расчетов с экспериментальными данными ухудшается. Причина этого заключается в отличие давлений, рассчитанных теоретически и имеющих место в реальных условиях, в области отрываемого потока (базовое давление, в отечественной литературе этот параметр часто называют донным давлением).

Аэродинамическое сопротивление прямоугольного параллелепипеда, обтекаемого продольным потоком ($C_x \sim 0,9$) является в основном сопротивлением давления, в чистой форме этот вид сопротивления имеет место при обтекании плоской пластины, расположенной поперечно к потоку. Но даже в этом простом случае - простом в смысле того, что место отрыва однозначно определено острыми кромками - сопротивление давления в интересующем нас случае турбулентного потока в вихревом следе за пластиной не поддается расчету. Обратное действие области возмущенного потока, в которой существенно влияние трения, на идеальный, не обладающий вязкостью внешний поток гораздо сильнее, чем в случае пограничного слоя. Общеизвестной модели для вихревого следа за телом, несмотря на интенсивные работы по ее созданию, до сих пор нет. Итеративное

рассмотрение идеального, не обладающего вязкостью, а затем реального, обладающего вязкостью, потока - как в случае пограничного слоя - невозможно. Решение полных уравнений движения, так называемых уравнений Навье-Стокса, возможно только для ламинарного потока, когда закон изменения касательных напряжений известен; в случае турбулентного потока из-за отсутствия подходящего закона изменения касательных напряжений, не говоря уже о проблемах вычисления, такого решения нет.

Легковой автомобиль, несмотря на меньшее по сравнению с параллелепипедом аэродинамическое сопротивление, по механике потока ближе к параллелепипеду и сильно удален от тела вращения. Как будет показано в двух последующих разделах, обтекание автомобиля сопровождается отрывами, а его аэродинамическое сопротивление является преимущественно сопротивлением давления.

Так как аэродинамическое сопротивление не поддается расчету, то были предприняты попытки каталогизировать его в зависимости от основных параметров формы. Можно сказать, что эти усилия до сегодняшнего дня безуспешны. Число параметров, описывающих геометрию легкового автомобиля, слишком велико, и отдельные поля потоков находятся в весьма сложном взаимодействии друг с другом.

Как правило, набегающий на автомобиль поток несимметричен. Для упрощения речь идет лишь о симметричном обтекании; влияние бокового ветра на аэродинамическое сопротивление не рассматривается.

В целом поле потока вокруг автомобиля изучено недостаточно. Поэтому картину обтекания автомобиля можно представить только благодаря суммированию отдельных сведений по этому вопросу. Они получены в результате измерений скоростей потока, распределения давления и наблюдения обтекания как на поверхности автомобиля, так и в прилегающем к нему пространстве. [2]

Спойлер передка может выполняться отдельно устанавливаемой деталью кузова либо изготавливаться как единое целое с панелью передка, т.е. отштамповываться совместно с ней. В первом случае существует относительно большая свобода в выборе положения,

высоты и наклона спойлера. Во втором случае возможности при выборе параметров спойлера меньше, связано это прежде всего с технологическими причинами.

Стойка ветрового стекла (стойка А). Влияние стойки ветрового стекла на аэродинамическое сопротивление очень сильно зависит от положения и формы ветрового стекла, а также от формы передка. Решая вопрос снижения аэродинамического сопротивления путем правильного формообразования стойки ветрового стекла, как, впрочем, и любого другого элемента кузова, необходимо учитывать технологические возможности изготовления и ее функциональную нагрузку, которая заключается, например, в защите передних боковых стекол от попадания дождевой воды и грязи, сдуваемой с ветрового стекла, в поддержании приемлемого уровня внешнего аэродинамического шума и др. (рис. 4)

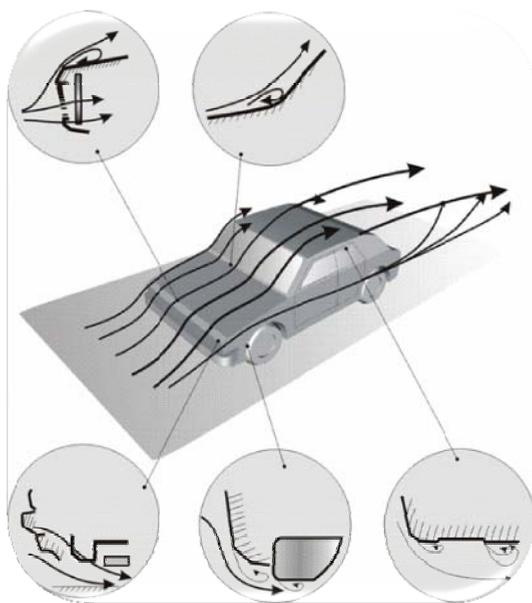


Рис. 4 - Схема обтекания передка легкового автомобиля и его элементов

Полученное таким образом поле потока для легкового автомобиля представлено на рис. Поле потока характеризуется многочисленными отрывами. Места, в которых может иметь место отрыв потока, показаны отдельно. Можно выделить два типа отрывов, а именно двумерные и трёхмерные. Линия отрыва в двумерном случае проходит преимущественно перпендикулярно к местному направлению потока. Если имеет место повторное прилегание потока, то образуются так называемые обратные потоки (циркулирующие потоки). Такие вихри могут возникать в следующих местах: на передней кромке капота; сбоку на крыльях; в зоне, образованной пересечением капота и ветрового стекла; на переднем спойлере и, возможно, в зоне излома при ступенчатой форме задней части автомобиля. Зоны, в которых оторвавшийся поток представляет собой близкое к двумерному вихревое движение (зоны "спокойной воды") чаще всего образуются с обратной стороны задка автомобиля. (рис. 5)

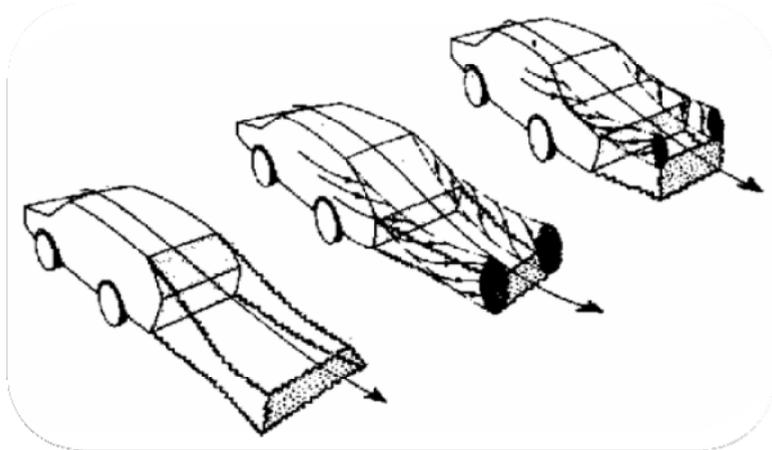


Рис. 5 - Схематичное изображение формы потока при различных исполнениях задней части автомобиля

В зависимости от структуры поля потока за автомобилем образуется длинный, сильно вытянутый назад открытый или короткий замкнутый вихревой след (см. рис. 5).

Оторвавшиеся потоки совершают циркулирующие движения, оси которых, как правило, проходят перпендикулярно к

набегающему невозмущенному потоку и параллельно к линии отрыва. На рисунке для каждой из трех форм задней части автомобиля показана пара вихрей, вращающихся навстречу друг другу. Нижний вихрь вращается в направлении против часовой стрелки; именно он переносит частицы грязи на обратную сторону автомобиля. Верхний вихрь вращается в противоположную сторону, т.е. по часовой стрелке.

При форме задка "универсал" пара вихрей поднимется в направлении потока и перемещается к плоскости симметрии. При плавно спускающейся и ступенчатой формах задка вихри вдоль потока опускаются к дороге и перемещаются наружу. Можно предположить, что эти продольные вихри являются продолжением описанных выше поперечных вихрей.

Второй тип отрыва имеет трехмерный характер; эти отрывы на рис. отмечены штрихпунктирными линиями или заштрихованными зонами. Вихревые трубки образуются на наклонно обтекаемых острых кромках, совершенно так же, как на треугольном крыле самолета. Такая пара вихрей образуется на правой и левой стойках ветрового стекла, так называемых стойках А. В районе верхнего конца стоек указанная пара вихрей изгибается по направлению к крыше; их дальнейшее взаимодействие с потоком в районе задней части автомобиля еще не изучено. Ярко выраженная пара вихревых трубок образуется позади автомобиля при определенном наклоне линии задка (см. рис.). Эти вихри взаимодействуют с внешним потоком и с двухмерным вихревым следом. Они в значительной степени аналогичны кромочным вихрям крыла конечного размаха. Указанные вихревые трубки в пространстве между их осями индуцируют поле нисходящего потока, которое определяет расположение линии отрыва потока, обтекающего тело. Этот механизм становится понятным, если рассмотреть рис. На правой фотографии существует пара сильных вихрей; на левой фотографии образование такой пары искусственным путем предотвращено. В первом случае индуцированный парой вихревых трубок нисходящий поток способствует тому, что линия отрыва расположена очень низко, и это приводит к образованию небольшого замкнутого вихревого следа. Во втором случае поток отрывается от задней кромки крыши, вихревой след так сильно

вытянут, что оканчивается вне пространства, имеющегося для наблюдений (длина рабочей части аэродинамической трубы).

Для количественной характеристики аэродинамического сопротивления используют следующую зависимость:

$$FX = CX * P * V^2 * FMID / 2$$

где: P - плотность воздуха;

V - скорость относительного движения воздуха и машины;

$FMID$ - площадь наибольшего поперечного сечения автомобиля (лобовая площадь);

CX - коэффициент лобового сопротивления воздуха (коэффициент обтекаемости).

Из – за сильного ветра машина может выехать на встречную полосу. Двигаясь на автомобиле во время дождя, метели, сильного тумана, еще как – то можно предугадать ситуацию на трассе, но порыв ветра возникает мгновенно и неожиданно.

К примеру, если скорость у ветра достигает 70 – 90 м/с, то он способен поднимать дома в воздух и различные железнодорожные составы. Когда был знаменитый Московский ураган, скорость которого была всего лишь 20 м/с валил на землю вековые деревья.

Обычный дачный груз, закрепленный на крыше, может придавить машину к дороге. При этом центр тяжести смещается вверх, а это значит, что увеличивается шанс, чтобы опрокинуться. Любой груз негабаритного размера уменьшает устойчивость машины. Даже велосипеды, которые закреплены на багажнике автомобиля, очень опасны.

Чем больше скорость автомобиля, тем устойчивость хуже. Так как проходящий воздух над крышей и под днищем автомобиля разный и в таком случае создается эффект крыла. На встречной можно оказаться даже вовсе и без груза. Поэтому лучше знать заранее, куда дует ветер.

Самыми ветренными местами являются большие и открытые пространства: равнины, степи, поля. На границе леса и поля, а также на вершине холма, может возникнуть, так называемый – эффект трубы. Такие места на дороге являются самыми опасными.

[3]

Заключение

Аэродинамика автомобиля – это наука, которая остаётся экспериментально доказываемой. Для снижения сопротивления движущегося тела, необходимо проанализировать его форму. Учесть возможные боковые ветры, воздействующие на кузов автомобиля. Распределение давлений вокруг движущейся машины отражается на ее движении по дороге. Устойчивость на больших скоростях падает. В нынешнее время делается очень много попыток, чтобы оптимизировать форму автомобиля, потому что необходимо постоянно иметь сцепление с дорогой и устойчивость при ветре, в том числе боковом и тыльном, а также влияет рельеф и характер дороги на аэродинамическое равновесие. Аэродинамичная форма кузова автомобиля – это составляющая безопасности и комфорта езды.

Поэтому можно сделать вывод, что устойчивость и сопротивление движения автомобиля в основном зависит от формы автомобиля и его характеристик. Но так же огромное влияние оказывают направление ветра, его скорость и другое.

В настоящее время конструкторы автомобилей стремятся как можно больше усовершенствовать форму автомобилей, повысить его устойчивость при езде.

Список литературы

1. Дорожная климатология: Учеб.пособие для студентов спец.29.10-"Стр-во автомоб.дорог и аэродромов" / Белорус.гос.политехн.акад.,Каф."Стр-во и эксплуатация дорог". - Мн., 1994. - 191 с.
2. Управляемость и устойчивость автомобилей: Испытания и расчет / М. А. Носенков, М. М. Бахмутский, Л. Л. Гинцбург. - М.: НИИНавтопром, 1981. - 48 с. – (Ш. Грузовые автомобили и специализир. автомоб. трансп. Обзор.информ. / НИИ информ. автомоб. пром-сти).
3. ДОСААФ России
<http://dosaaf-51.ru/page,2,bezopasnost.html>

Заключение

Таким образом, климат и метеорология являются неотъемлемой частью изучения планеты Земля и всех процессов, происходящих в атмосфере и природе. Метеорология как наука играет немаловажную роль в структуре наук, связанных с исследованием Земли и пространства, за ее пределами. Мы рассмотрели приборы, используемые в изучении атмосферы и Земли, катаклизмы, солнечную радиацию, облачность, туманы. Также был проведен анализ наиболее ценных трудов и энциклопедий, связанных с климатологией. Рассмотрели ученых, которые занимали ведущее место в этой науке.

