

УДК 502:613

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА БИОСФЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ

© 2012 г. С.М. Говорушко

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

Выявляется значимость метеорологических процессов и явлений в функционировании биосферы. Рассмотрено влияние различных погодных условий на здоровье людей, описаны факторы и механизм их воздействия. Обсуждается воздействие метеорологических процессов на животных, приведены конкретные примеры такого влияния. Показано воздействие метеорологических процессов и явлений на растения в различные стадии жизни (опыление, рост, созревание, перенос семян, повреждение и гибель) и некоторые абиотические природные компоненты. Сделан вывод о большом влиянии погодно-климатических условий на протекание биосферных процессов.

Ключевые слова: погода, смертность, болезни, самочувствие, здоровье, молнии, ветер, биосферные процессы.

PACS 92.60.Kc, 92.70.Bc, 92.60.Jq, *92.60.jk, 87.19.X-, 52.80.Mg, 92.60.Pw, 87.19.xj, 92.60.-e, 92.40.Oj, 92.60.Vb, 92.60.hv, 44.40.+a, 92.60.Wc, 92.60.Gn, *91.62.Xy

Введение

Погодные явления относятся к числу наиболее обсуждаемых вопросов, особенно в повседневной жизни. Целью статьи является выявление их значимости для протекания биосферных процессов. Для этого нами: 1) определена степень их влияния на жизнедеятельность человека (самочувствие людей, возникновение и протекание их болезней и т.д.); 2) выявлена их роль в жизни животных, выяснено, в какой степени они могут стать причиной их гибели; 3) определена значимость погодно-климатических условий для растений на всех стадиях их жизненного цикла; 4) выяснено их воздействие на абиотические природные компоненты.

Погодные условия и жизнедеятельность

Широко известно влияние метеорологических факторов на жизнедеятельность растений и животных. Существует понятие «метеотропные реакции» организма, а также «метеолабильные» и «метеостабильные» лица, по-разному реагирующие на внезапные изменения погоды. К числу известных людей, болезненно переносивших перемены погоды, относились Гете, Вольтер, Дидро, Гейне, Шиллер, Байрон, Наполеон, Пушкин, Фет, Вагнер, Чайковский, Гессе, Моруа [Кулаков, Каминский, 2003].

Исследованием влияния погоды на смертность людей и течение болезней в условиях клиник занимается медицинская биометеорология, а изучение воздействия климатических факторов на человеческий организм и условия его развития – задача физиологической климатологии [Троян, 1988]. В основном погодные факторы действуют на человека через кожу, слизистые оболочки, верхние дыхательные пути и легкие.

Наиболее значимые для самочувствия человека погодные факторы

В первую очередь на самочувствие человека влияют температура и влажность воздуха. Далее следует ветер, создающий принудительную конвекцию, неблагоприятную для человека в холодное время года и благоприятную – в теплое. Важную роль играют также солнечная коротковолновая и излучаемая земной поверхностью длинноволновая радиация. Метеотропные обострения сердечно-сосудистых и других болезней связаны с прохождением атмосферных фронтов, приводящих к резкой смене температуры и давления воздуха. Быстрые изменения погоды сильно замедляют скорость реакции человека, что приводит к увеличению аварий на транспорте и несчастных случаев на производстве [Мягков, 1995]. Часто метеорологические факторы действуют на организм человека через эмоционально-психическую сферу. Изменение погоды оказывает психогенное воздействие, снижающее порог возбудимости вегетативной нервной системы в отношении провоцирующих факторов. Например, ухудшение погоды, воздействуя на эмоционально-психическое состояние больных бронхиальной астмой, вызывает учащение приступов [Кулаков, Каминский, 2003].

Косвенное влияние погодных условий на здоровье людей

Метеорологические процессы влияют на здоровье людей и косвенно, через загрязнение воздуха. Атмосфера является аккумулятором газов и твердых частиц, попадающих туда как вследствие антропогенной деятельности, так и природных процессов. Атмосфера вращается вокруг Земли и в средних широтах обегает ее за 20–30 сут [Вайсберг, 1980]. Вместе с ней распространяются и вредные примеси. Однако свои коррективы вносят погодные условия, которые могут способствовать самоочищению атмосферы или усугублять загрязнение.

Лучше всего самоочищение атмосферы происходит при циклонах. Медленное и длительное (несколько дней) восходящее движение воздуха приводит к разному загрязняющих веществ, а характерные для циклонов дожди и снегопады вымывают их из атмосферы. Погодные условия при антициклонах с точки зрения очистки атмосферы неблагоприятны. Отсутствие осадков, оседание воздуха способствуют возникновению температурных инверсий и нарушению нормальной циркуляции воздуха. Поэтому в

приземном слое накапливается загрязнение [Журавлев и др., 1995]. Некоторые загрязнители (диоксид азота, метан и т.д.) удаляются из атмосферы путем фотохимических реакций.

Метеорологические условия, вызывающие высокий потенциал загрязнения атмосферы, характерны для Центральной Аляски, Калифорнийского побережья США, северо-востока Великих равнин, приокеанических пустынь Западной Сахары, пустынь Намиб и Атакама [Горшков, 1992].

Наиболее стабильным районом с точки зрения погодных условий являются Канарские острова. Там преобладает солнечная, без сильных ветров погода, амплитуда колебаний температуры воздуха от лета к зиме всего 6 °С, среднегодовая температура равна 20 °С, осадков немного (300–500 мм), но достаточно для нормального развития растительности. Сходные климатические условия характерны и для ряда других островов субтропического пояса обоих полушарий [Астапенко, 1986].

Смертность от различных метеорологических процессов

Гибель людей, обусловленная метеорологическими процессами, может быть внезапной (секунды) и быстрой (в течение нескольких часов или суток). Смерть может произойти также вследствие заболеваний, вызванных ими. В этом случае с момента заболевания до смерти проходят годы и десятилетия.

Относительно быстрая гибель людей может произойти в следующих ситуациях:

1) непосредственное воздействие метеорологического процесса на человека (прямой удар молнии, переохлаждение или тепловой удар при экстремальных температурах, удары градин, переохлаждение при метелях (засыпание снегом) и т.д.);

2) разрушение инженерных сооружений – здания, мосты, опоры ЛЭП и т.д. (из-за сильного ветра при тропических и внетропических циклонах, повышенной снеговой и гололедной нагрузки, вихревых и взрывных воздействий при смерчах и т.д.);

3) катастрофы транспортных средств (кораблекрушения в результате столкновений и посадок на мель при туманах, авиакатастрофы при тропических циклонах, смерчах, грозах, вертикальном и горизонтальном сдвигах ветра, обледенении самолетов, дорожные аварии по причине дождя, гололедицы и т.д.);

4) другие причины (гибель от голода в засушливые годы, смерть при пожарах, обусловленных ударами молний, воспламенением горючих смесей и взрывами вследствие электростатической или электромагнитной индукции при грозах, гибель людей в результате падения деревьев при ветровалах и т.д.).

Перечисленные ситуации не «привязаны» к конкретным метеорологическим процессам. Некоторые природные явления могут проявляться в разных ситуациях. Например, грозы могут явиться как прямой причиной гибели людей вследствие непосредственного воздействия (поражение электрическим током при прямом ударе линейной или шаровой молнии), так и косвенной – при разрушении инженерных сооружений (пожары, взрывы, вызванные ударами молний в здания). При грозах нередко происходят катастрофы транспортных средств, что обусловлено турбулентностью, переохлажденными каплями в грозовых облаках, приводящими к обледенению самолетов, ударами молний. Возможна гибель людей в результате косвенных последствий, например электротравматизма при заносе высоких потенциалов в здания и сооружения.

Среднегодовая смертность от различных метеорологических процессов оценивается нами следующими цифрами: тропические циклоны – 15 тыс., смерчи – 120, грозы –

600–700, экстремальные температуры – 500–600, засухи – 65 тыс., метели – 40–50 человек. Расчеты и конкретные примеры случаев массовой гибели людей приведены в монографии [Говорушко, 2007].

Особенности влияния погодных условий на здоровье человека

Различные погодные явления по-разному отражаются на здоровье людей.

Грозы. Они приводят к увеличению количества приступов бронхиальной астмы, что обусловлено возрастанием в атмосфере концентрации озона [Кулаков, Каминский, 2003]. Нередко грозы вызывают раздражающие дерматозы [Ассман, 1966]. У некоторых людей гром вызывает психологический дискомфорт. Районирование земного шара по частоте гроз приведено на рис. 1.

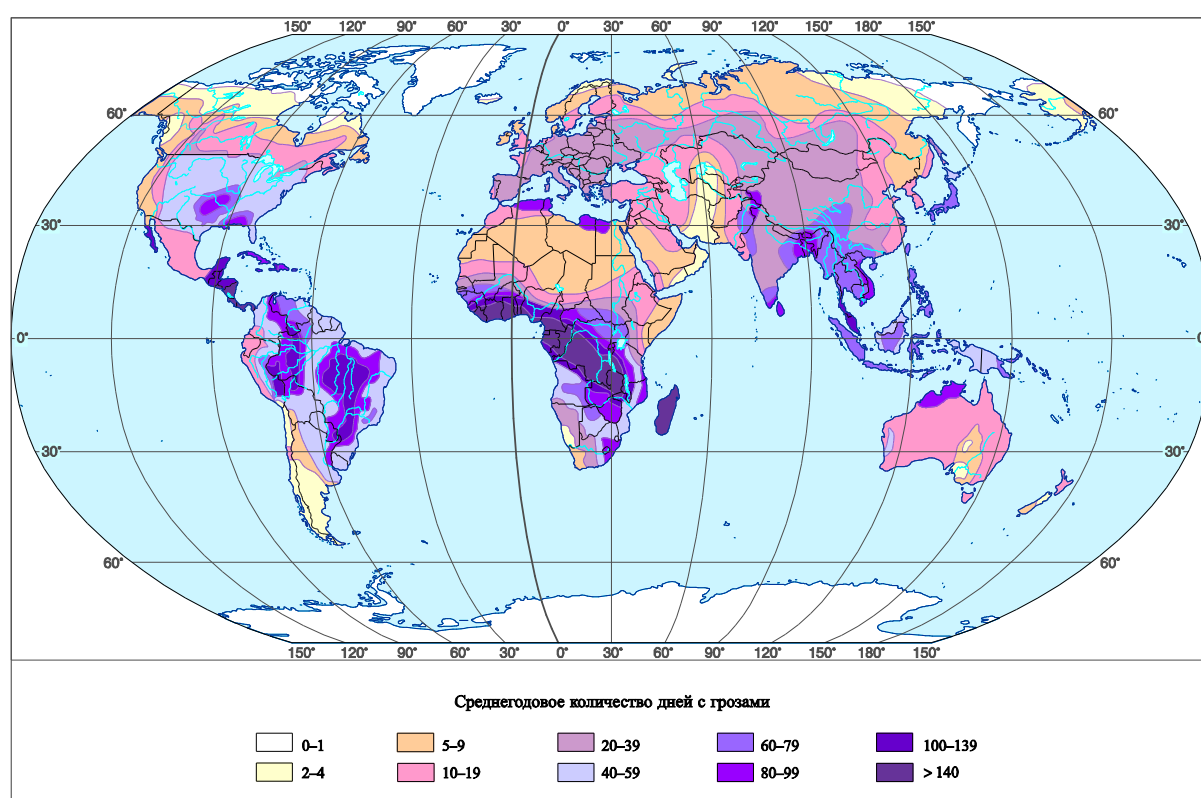


Рис. 1. Районирование земного шара по среднегодовому числу дней с грозами. Публикуется с разрешения U.S. National Lightning Safety Institute

Атмосферное давление. Его колебания сказываются на самочувствии людей. При понижении атмосферного давления газы, находящиеся в желудочно-кишечном тракте, расширяются, вызывая растяжение органов. Нередко это приводит к ухудшению аппетита и нарушению пищеварения. Кроме того, связанное с пониженным давлением высокое стояние диафрагмы может вызвать затруднение дыхания и нарушение функций сердечно-сосудистой системы.

При резких изменениях атмосферного давления нередко появляется ощущение глухоты. Давление в барабанной полости соответствует нормальному атмосферному давлению. Понижение атмосферного давления приводит к выпячиванию барабанной пере-

понки, а повышение – к втягиванию, что воспринимается как ощущение глухоты. Барабанная полость сообщается с носоглоткой через евстахиеву трубу, которая обычно закрыта, так как ее стенки сомкнуты. Только при глотании вследствие сокращения мышц глотки евстахиева труба открывается и атмосферный воздух попадает в барабанную полость [Ассман, 1966].

Ухудшение самочувствия повышает уязвимость человека как оператора сложных устройств, что приводит к увеличению числа технических аварий. Например, в Швейцарии при резком повышении атмосферного давления количество автомобильных катастроф возрастает на 21 % [Мягков, 1995].

Ветер. Его влияние на здоровье людей достаточно велико. Он перераспределяет влагу на Земле, выравнивает температуру, очищает воздух. В значительной степени ветровой режим определяет комфорт человека. Существует такое понятие, как ветровой индекс охлаждения, характеризующий скорость охлаждения под влиянием ветра. Например, при температуре воздуха -6.7°C и скорости ветра 22 м/с он будет такой же, как при температуре -18.9°C и скорости ветра 4.6 м/с [Смит, 1978].

Сильный ветер, оказывающий давление на поверхностные ткани организма, вызывает утомление, препятствует правильному дыханию, вызывает одышку, беспокойство, головные боли, бессонницу, оказывает угнетающее действие на психику человека [Федюнина, 2004]. Высокой чувствительностью к внезапной перемене ветра отличаются больные туберкулезом: считается, что при этом у них происходит резкое изменение кровяного давления [Ассман, 1966]. Сильные ветры, поднимая в воздух капельки воды с поверхности морей, озер и т.д., способствуют распространению инфекционных заболеваний из инфицированных водоемов. Районирование земного шара по среднегодовой скорости ветра приведено на рис. 2.

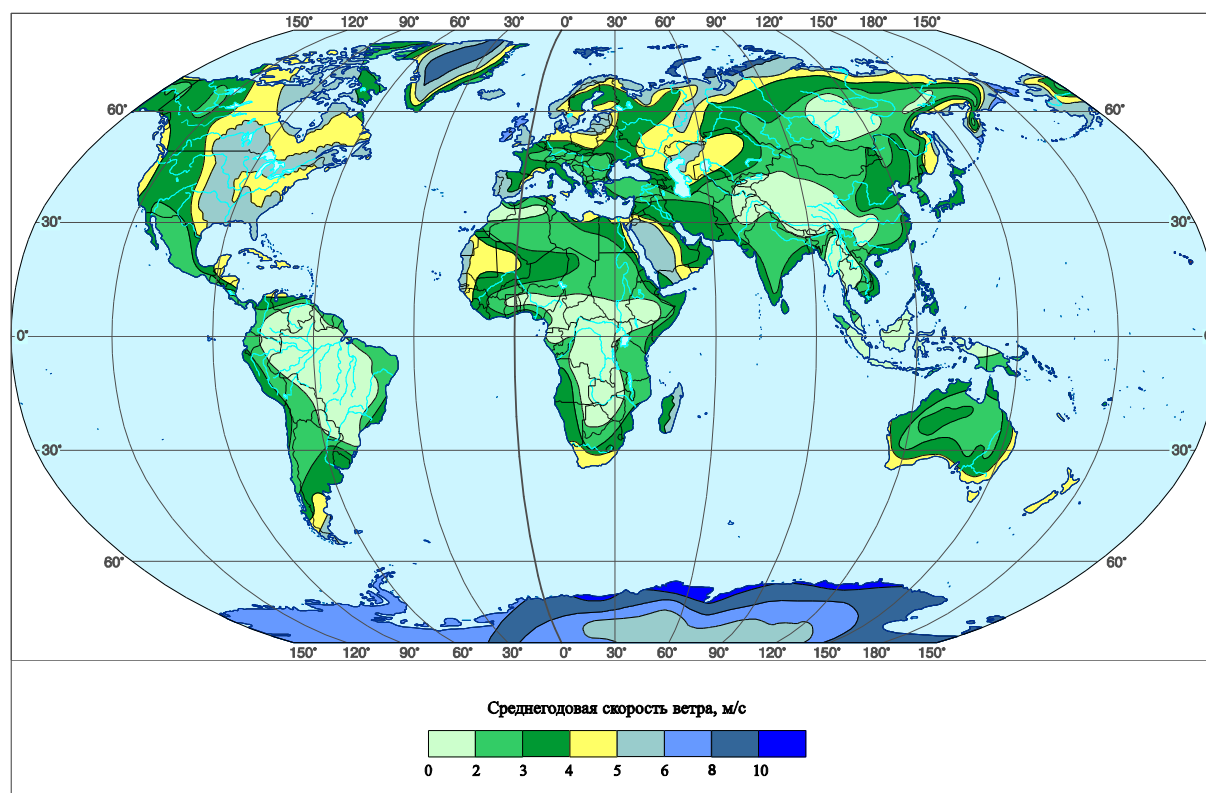


Рис. 2. Районирование земного шара по среднегодовой скорости ветра [Resources and environment..., 1998]

Особо следует сказать о «нездоровых» ветрах. Существует значительное число работ, посвященных воздействию на здоровье людей отдельных ветров. Особенно многочисленны публикации, описывающие влияние на физическое состояние и психику человека фёнов (теплых ветров, дующих по горным склонам в долины). Им приписывалось огромное количество неблагоприятных последствий: головная боль, беспокойство, чувство неуверенности и страха, депрессии, зудящие боли, шум в ушах, головокружение, падение работоспособности и т.д. Сообщалось об увеличении во время фёнов числа несчастных случаев, самоубийств и преступлений. Однако при более детальном рассмотрении в большинстве случаев такая связь или не подтверждалась, или оказывалась слабовыраженной. В настоящее время большинство авторов признает, что специфических заболеваний, обусловленных фёном, нет, и основная часть приписываемых влиянию фёна патологических состояний наблюдается и при других метеорологических ситуациях. Сказанное справедливо и по отношению к другим «нездоровым» ветрам (хамсин, сирокко и т.д.).

Температура воздуха. Важным фактором воздействия на человеческий организм является температура. По энергетическому обмену человек отличается от большинства млекопитающих. Его характерными особенностями являются слабое развитие волосяного покрова и обычно тонкий подкожный слой жира. Вследствие этого чувствительность человека к понижению температуры значительна. Однако способность к выделению пота у человека развита сильнее, что позволяет ему сохранять температуру тела постоянной при высоких температурах.

На различных участках тела терморегуляция проявляется неодинаково. В условиях холода только мозг, органы грудной клетки и брюшной полости сохраняют постоянную температуру 37 °С. Остальные части тела охлаждаются и, например, температура конечностей может снижаться на 10 °С. При нахождении человека в теплой среде температура распределяется более равномерно. В этом случае его ступни и ладони холоднее, чем брюшная полость, на 4 °С. Сильнее всего на повышение температуры реагирует кожа. Изменение внутренней температуры обычно не превышает 0.5 °С. Теплопроводность кожи при температуре 12–28 °С растет очень медленно, а выше 29 °С – очень быстро [Троян, 1988].

Сопrotивляемость человека воздействию тепла гораздо выше, чем влиянию холода, что связано с выделением пота, позволяющим отводить тепло. Совокупные потери воды могут достигать 12 кг/сут. При обезвоживании организма потери воды через испарение снижаются до 10 %, однако люди, пьющие много воды, больше подвержены опасности обезвоживания. Приспособление организма человека к повышенной температуре обычно продолжается несколько дней и состоит в понижении температуры тела, замедлении ритма сердечной деятельности и возрастании потоотделения.

Не все люди в состоянии приспособиться к длительному воздействию температур, выходящих за пределы зоны комфорта, куда, по данным Д.Ю. Федюниной [2004], относится диапазон 17–27 °С при умеренной влажности и неподвижности воздуха. Особенно это касается людей, прибывших в новую для себя местность. Это так называемые тропические и холодовые болезни переселенцев. Первые выражаются в солевом и тепловом истощении организма, экспоненциальном росте смертности, вторые – в увеличении числа сердечно-сосудистых и других функциональных расстройств [Мягков, 1995].

Экстремальные температуры приводят к значительной смертности; при этом масштабы смертности от экстремально низких температур в целом меньше. Часто она зависит не столько от величин отклонений, сколько от приспособленности людей к ним. Например, в Индии в январе 1989 г. и в Мексике в январе 1984 г. погибли от холода

(при температуре воздуха около 0°C) более 200 человек, в США в январе 1984 г. и в феврале 1989 г. при морозах -40°C погибли около 230 человек [Мягков, 1995].

Большое влияние на состояние человеческого организма оказывают также резкие колебания температуры. Например, в одну из январских ночей 1780 г. в Санкт-Петербурге резко потеплело: температура повысилась от -43.6 до $+6^{\circ}\text{C}$. К утру 40 тыс. жителей заболели гриппом [Ассман, 1966].

Солнечная радиация. Влияние солнечной радиации на здоровье людей в основном обусловлено тепловым и световым воздействием. Кроме этого, солнечная радиация обладает рядом других свойств. Она может оказывать химическое, антирахитное, загарное, бактерицидное, канцерогенное, мутагенное и т.п. действия. Зонирование земного шара по величине поступления солнечной радиации показано на рис. 3.

Тепловое воздействие во многих случаях определяет комфорт или дискомфорт людей, особенно находящихся вне помещений. Загарное действие обусловлено действием коротковолновой ультрафиолетовой радиации. Непосредственно после интенсивного облучения солнцем (видимая и инфракрасная радиация) происходит покраснение кожи (так называемая тепловая эритема). Довольно быстро тепловая эритема бесследно проходит. Фотоэритема возникает после некоторого скрытого периода, длительность которого обратно пропорциональна интенсивности облучения. При высокой интенсивности это может произойти через 1 ч, при умеренном воздействии на это потребуется 4–7 ч. Кожа приобретает коричневый оттенок, что, собственно, и именуется загаром (фотопигментацией). Загар обусловлен повышенным содержанием меланина в эпидермисе кожи и сохраняется в течение месяцев и даже лет [Ультрафиолетовая..., 1968].

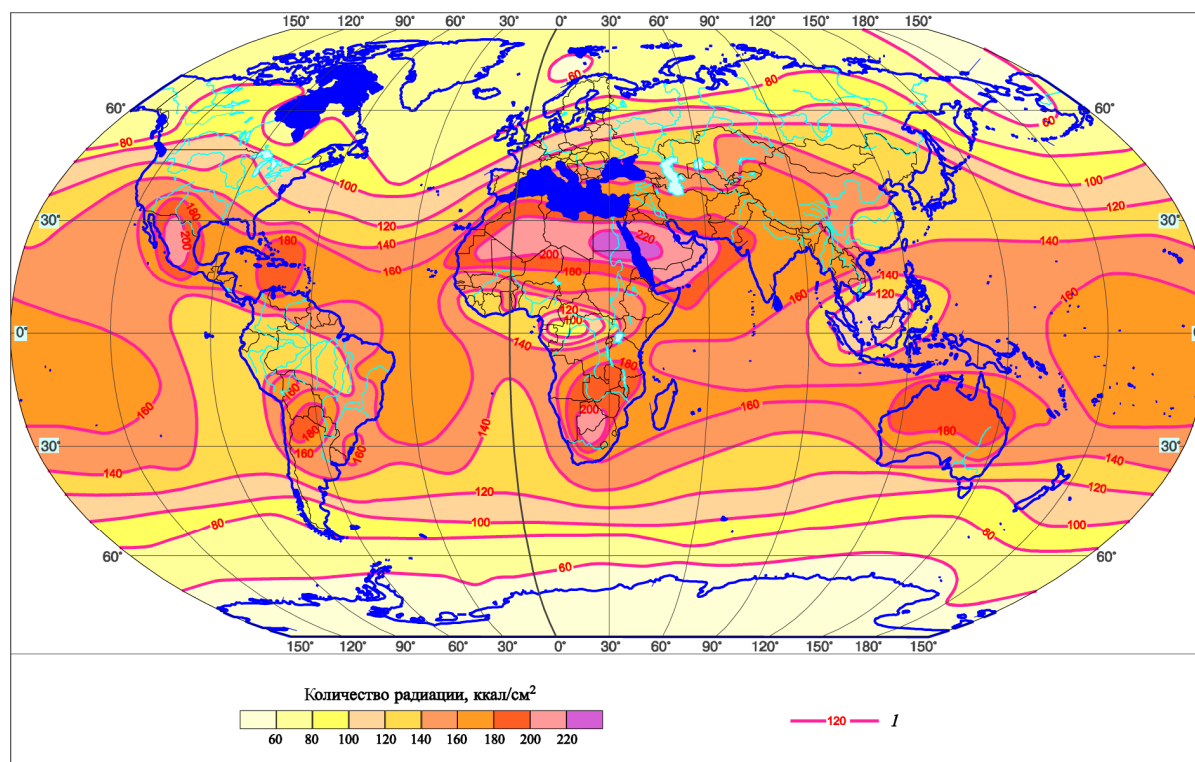


Рис. 3. Районирование земного шара по среднегодовому количеству солнечной радиации, достигающему земной поверхности [Allaby, 1996]

1 – линии равной суммарной солнечной радиации

При очень интенсивном облучении появляются болезненное покраснение кожи и солнечные ожоги. Если не произойдет заражение, то волдыри проходят бесследно. Если интенсивному облучению подверглась большая поверхность кожи, последствия могут угрожать жизни людей. У таких переоблученных тело горит, ночью поднимается температура, появляется головная боль, бессонница, озноб, тошнота, раздражительность, ощущается жжение кожи и зуд во всем теле, ломит мышцы и даже кости, теряется аппетит. Нередко переоблучение приводит к перегреву организма и тепловому удару. Поскольку в рассеянной солнечной радиации находится много ультрафиолетовых лучей, то можно загореть в пасмурную погоду и получить солнечные ожоги, даже находясь в тени [Ассман, 1966].

Эритемная чувствительность отдельных частей человеческого тела убывает в такой последовательности: грудь, живот, спина, шея, лицо, верхние и нижние конечности. Чувствительность лица составляет около 25 %, а шеи – примерно 50 % чувствительности груди. Существуют и сезонные колебания чувствительности к загару. Она максимальна весной и осенью, а минимальна летом и зимой (особенно в феврале). Имеется зависимость от цвета волос, пола и возраста. Наибольшей чувствительностью к ультрафиолетовой радиации отличаются люди с рыжими волосами, далее следуют блондины, шатены, брюнеты. Женщины более чувствительны, чем мужчины, а дети больше, чем взрослые [Ультрафиолетовая..., 1968].

Бактерицидное действие также обусловлено ультрафиолетовыми лучами. Доказано, что почти все бактерии могут быть уничтожены или их функционирование ослаблено ультрафиолетовым облучением. Оно повышает сопротивление организма инфекциям, препятствует развитию атеросклероза и гипертонии [Федюнина, 2004].

Ультрафиолетовая радиация оказывает неблагоприятное воздействие на глаза. При значительной дозе облучения после скрытого периода в несколько часов происходит воспаление роговой оболочки глаза (кератит) или слизистой оболочки (конъюнктивит). Острая боль и неприятное ощущение постороннего тела длятся 1–2 дня [Ультрафиолетовая..., 1968].

Солнечная радиация обладает антирахитным действием. Заболеванию рахитом подвержены в основном дети от 3–4 мес до 2–3 лет, иногда болеют школьники. Развитие рахита связано с тем, что в организме перестает образовываться витамин D. Это приводит к тому, что кальций и фосфор, имеющиеся в пище, не усваиваются организмом, а теряются с выделениями, основным следствием чего является неправильный рост костей. Световое «голодание» приводит также к быстрой утомляемости, снижению сопротивляемости к различным болезням [Федюнина, 2004]. Ультрафиолетовые лучи способны излечивать и предупреждать рахит путем образования витамина D в организме человека.

Канцерогенное действие солнечной радиации также обусловлено ультрафиолетовым излучением. Рак кожи распространен у всех народов, однако частота заболеваний в разных странах сильно отличается. В соответствующем климате и для восприимчивой расы рак кожи является серьезной медицинской проблемой. Этой болезни более подвержены люди со светлой кожей, получающие большие дозы ультрафиолетового облучения. При переселении в низкие широты кожа людей сравнительно медленно приобретает защитные свойства (повышение степени пигментации), что повышает риск заболевания.

На Гавайских островах рак кожи среди европейцев встречается в 42 раза чаще, чем у коренного населения. В Казахстане казахи болеют раком кожи в 10 раз реже, чем приезжие. В Австралии ему в большей степени подвержены ирландцы и шотландцы, затем немцы и скандинавы, меньше англичане и славяне и исключительно редко – китайцы и местное население [Ультрафиолетовая..., 1968].

Таким образом, максимальное воздействие на здоровье людей оказывает ультрафиолетовая радиация. Более детальная информация о ее влиянии на живые организмы приведена в табл. 1.

Таблица 1. Основное биологическое действие ультрафиолетовой радиации
[Русин, 1979]

Биологический эффект	Активная область спектра, нм	
	Диапазон	Максимум
Загар	400–280	320
Эритема	320–250	297, 260
Антирахитное действие	310–260	280
Канцерогенное действие	320–260	297, 270
Летальное, антимикотическое действие на клетки	320–200	265, 250
Мутантное действие на клетки и вирусы	320–200	265, 260

Влажность воздуха. Определенное воздействие на человеческое здоровье оказывает и влажность воздуха. Гигиенической нормой является относительная влажность 30–60 %. Повышение влажности воздуха усиливает действие холода и делает тягостной жару. Это отрицательно влияет на людей с заболеваниями почек, способствует повышению давления крови и появлению легочных кровотечений [Федюнина, 2004].

Влажность существенно влияет на течение эфирного наркоза при операциях. Повышенная влажность воздуха приводит к сильному увеличению расхода эфира, причем наркоз оказывается более поверхностным. Влага, находящаяся в воздухе, пропитывает ткань маски. Из-за того, что эфир легче воды, он как бы всплывает и в значительной степени теряется для дыхания. Усиленная подача эфира вызывает обледевание пропитанных водой тканей маски. Вдыхание холодного воздуха может стать причиной послеоперационных осложнений [Ассман, 1966].

Влияние погодных условий на животных

Грозы. Погодные условия также весьма значимы для жизнедеятельности животных. Например, грозы оказывают большое влияние на птиц. Одних птиц в полете поражает молния, у других обледевают крылья, как это случилось с дикими утками в штате Арканзас (США) в ноябре 1973 г. и привело к их массовой гибели. Известны случаи уничтожения перелетных стай градом. Однако главным фактором влияния гроз на птиц является турбулентность, причем наиболее опасны восходящие потоки воздуха. Птицы увлекаются на большую высоту, где невозможно нормально дышать и где происходят хаотические вихревые движения воздуха.

Примеры катастрофических последствий таких событий довольно многочисленны. В октябре 1954 г. в штате Джорджия (США) погибло не менее 50 тыс. птиц, относившихся к 53 видам. Они буквально завалили взлетно-посадочную полосу военно-воздушной базы «Уэрнер Робинс» вблизи г. Мэйкон. 18 августа 1961 г. погибли тысячи бурых буравестников; их телами было покрыто Калифорнийское побережье от Плеже-Пойнт до Рио-Дель-Мир. В 1978 г. это произошло со стаей розовоногих гусей над Норфолком (Англия). Упавшие мертвые птицы растянулись по прямой линии на расстоянии 45 км [Силы природы, 1998].

Удары молний нередко вызывают гибель и наземных животных. Например, в начале июля 1959 г. в районе Шар-Планина (южная часть бывш. Югославии) произошла сильная гроза, заставшая на одном из горных пастбищ стадо овец. Удар молнии пришелся в центр скопления напуганных громом и градом животных. В результате погибло около 500 овец [Вовченко, 1985]. Гибель коров вследствие удара молнии показана на рис. 4.



Рис. 4. Коровы, погибшие во время грозы. Фото Национального института молниевой безопасности (США)

Температура воздуха. Температурные условия в существенной степени определяют состояние, поведение и продуктивность многих животных, при этом важны, прежде всего, экстремальные значения. Животные плохо переносят высокие температуры, у них нарушается теплообмен. Жаркая погода угнетающе действует на овец, замедляя их нагул. В то же время она благоприятна для пчеловодства, поскольку высокие температуры повышают активность пчел и они берут больший взятки [Ассман, 1966]. Опасны для животных и экстремально низкие температуры. Например, в районе Карапынар (Турция) в 1938 г. вследствие сильных зимних холодов из 300 тыс. овец выжило всего 14 тыс. [Фюрон, 1966]. Особенно неблагоприятно снижение температуры в период стрижки овец (рис. 5).



Рис. 5. Холодное утро в Новой Зеландии; недавно остриженные овцы сбились в кучу, чтобы согреться. Фото G. Halpe, 28 августа 2006 г.

Солнечная радиация. Влияние солнечной радиации на животных проявляется в том, что при длительном пребывании на солнце у них происходят солнечные удары, снижается прирост массы тела, ухудшается ряд других важных показателей.

Метели. Факторами влияния метелей на животных являются, прежде всего, динамическое воздействие снеговетрового потока, ухудшение видимости и засыпание снегом. Нередко это вызывает массовую гибель животных. Так, зимой 1827–1828 гг. во время сильной метели в Саратовской губернии погибло свыше 1 млн овец, 280 500 лошадей, 73 450 голов рогатого скота [Борисенков, Пасецкий, 1988]. В мае 1980 г. в Монголии от снежной бури погибло более 0.5 млн голов скота. Во время четырехдневной бури 1966 г. в северных штатах США погибло 74.5 тыс. голов крупного рогатого скота и 54 тыс. овец [Снег..., 1986].

Засухи. Они ухудшают условия обитания диких животных, что проявляется, главным образом, через недостаток воды и снижение продуктивности пастбищ, вызванное иссушением корнеобитаемого слоя почвы. Засухи приводят к снижению поголовья животных путем естественной гибели и нарушения репродуктивного цикла. В результате потерь заболоченных территорий, озер и растительности может происходить деградация местообитаний диких животных.

Значительная смертность диких животных во время засух связана также с массовыми заболеваниями. Высокая концентрация животных вблизи воды способствует распространению инфекционных заболеваний, тем более, что в такие периоды организм животных ослаблен. Например, в южной части природного парка «Калахари-Хемсбок» (ЮАР) в результате засухи 1985 г. погибло значительное число страусов и копытных четырех местных видов. Показатели гибели животных в каждой популяции составили, %: страус – 10, антилопа канна – 35, антилопа гну – 19, буйвол – 12, сернобык – 1 [Knight, 2001]. Вероятность засухи в разных районах земного шара показана на рис. 6.

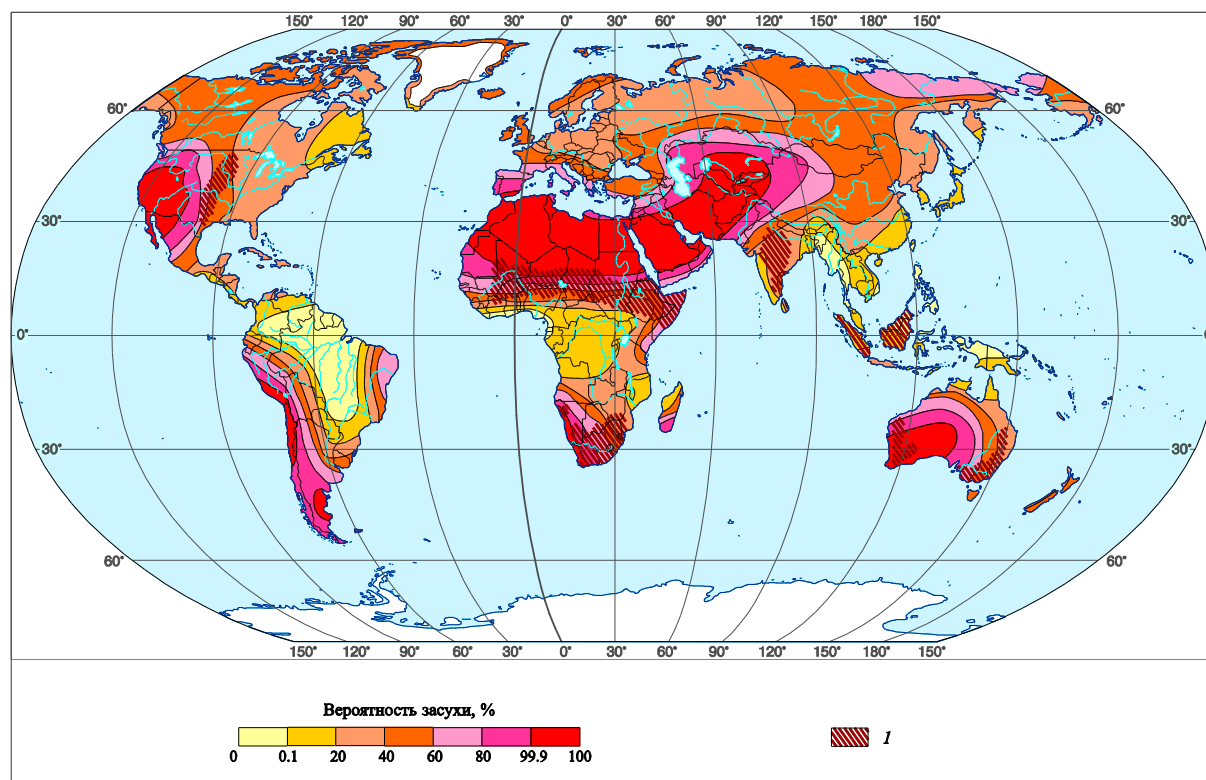


Рис. 6. Районирование земного шара по вероятности засухи [Resources and environment..., 1998]
I – районы наиболее сильных засух

Значимость метеорологических факторов для растений

Основными метеорологическими факторами, влияющими на развитие и созревание растений, являются температура воздуха, атмосферные осадки и солнечная радиация.

Температура воздуха. Все физиологические процессы в растительных организмах (фотосинтез, дыхание, транспирация, усвоение питательных веществ почвы и т.д.) происходят в определенных температурных пределах. Это зона оптимальных температур, находящаяся между биологическим минимумом и биологическим максимумом. Данные характеристики для разных растений существенно отличаются. Например, биологический минимум для прорастания семян ранних яровых зерновых культур равен 3–5 °С, а у теплолюбивых культур он возрастает до 12–15 °С. Рис, сахарный тростник и хлопчатник страдают уже при 15 °С [Чирков, 1988]. У многих теплолюбивых растений интенсивность фотосинтеза быстро падает даже при температуре 10–12 °С, а у овса, редиса, картофеля и других культур при этих температурах, наоборот, происходит быстрый рост. Именно поэтому продолжительный период с несколько повышенными или пониженными значениями температур может сильно отразиться на урожайности.

Важна также более краткосрочная динамика температуры. Например, урожайность помидоров и картофеля повышается, если ночью относительно прохладно (10–15 °С), а днем тепло. Для повышения урожайности сахарной свеклы важно, чтобы в период роста температура превышала 20 °С, а во время образования в свекле сахара была ниже этого значения [Вайсберг, 1980].

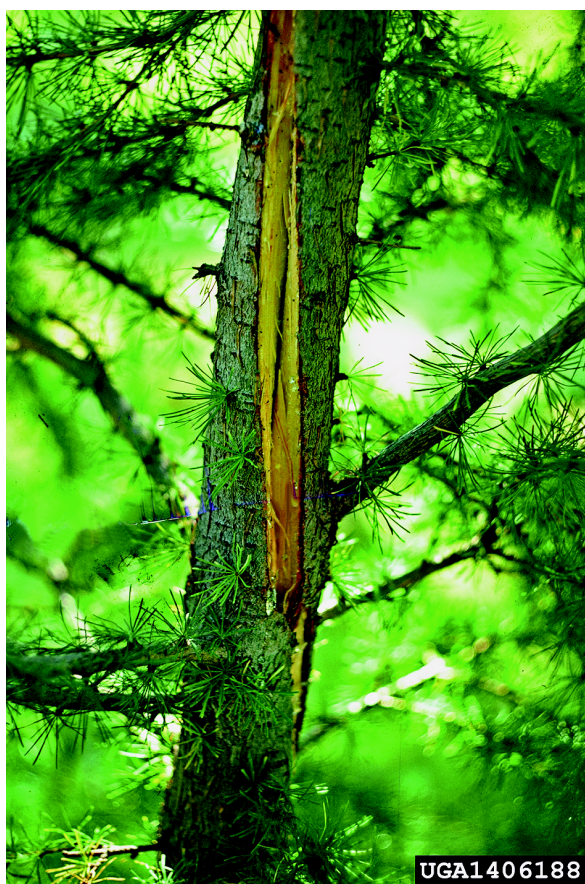


Рис. 7. Морозобойная трещина в стволе европейской черной сосны (*Pinus nigra* Arnold). Фото Лесной службы США

Температурный режим важен для растений и с точки зрения условий развития вредных насекомых и возбудителей болезней растений. Например, у саранчи продолжительность развития от стадии личинки до взрослого насекомого при температуре воздуха 22–27 °С длится около 50 дней, а при температуре 32–39 °С – лишь 20 дней. Гусеница лугового мотылька, повреждающего сахарную свеклу, подсолнечник, бахчевые и т.д., при 15 °С развивается 29 дней, а при 32 °С – 6 дней [Чирков, 1988].

Большое значение для растений имеет резкое колебание температур. Например, зимой это часто приводит к образованию морозобойных трещин в стволах деревьев (рис. 7). Причина кроется в разной теплопроводности периферийной зоны и внутренней части ствола. Теплопроводность сердцевины хуже, и она сохраняет прежний объем, в то время как периферийная часть ствола подвергается термическому сжатию. Этот процесс широко распространен. В Европейской части России его интенсивность

возрастает с юго-запада на северо-восток. Так, в лесах Брянской обл. число поврежденных стволов составляет 11 %, Тульской – 17, Республики Чувашия – 32, Республики Марий Эл – до 50 % [Тихонов, Набатов, 1995].

Многие организмы имеют низкую сопротивляемость к действию низких или высоких температур. Например, критической температурой для миссисипского аллигатора является +4 °С, глоксинии (род многолетних трав семейства геспериевых) – +3.7 °С, традесканции (род многолетних трав семейства коммелиновых) – +1.4 °С, пчелы медоносной – +1 °С. Максимальную выносливость к низким температурам проявляют полярные организмы. Например, растущая в тундре ложница даже в фазе цветения легко переносит температуру до –40 °С, некоторые виды уток без ущерба для организма в течение часа могут выдержать температуру –100 °С [Троян, 1988].

Атмосферные осадки. Дождь и снег являются для растений основным источником влаги. Наиболее благоприятны обложные дожди, влага которых благодаря равномерности выпадения хорошо впитывается почвой. Ливни из-за кратковременности и большой интенсивности гораздо менее желательны. Почва не успевает впитывать воду, и она стекает в пониженные места, при этом значительная часть осадков не используется растениями.

Известно также удобряющее свойство снега. Он поставляет на поверхность земли аэрозоли, содержащие нитраты, которые после весеннего снеготаяния оказываются в почве. Благодаря этому азотнокислые элементы доставляются растениям в период особенно острой необходимости в них [Рамад, 1981]. Однако выпадение атмосферных частиц при снегопадах отнюдь не избирательно, поэтому вместе с полезными компонентами к земле доставляется масса нежелательных для растений веществ.

Солнечная радиация. Она является главным фактором роста растений, поскольку регулирует как активность фотосинтеза (через продолжительность светового дня, т.е. количество часов с солнечным светом), так и транспирацию (через величину поступившей тепловой энергии) растений. В комплексе климатических факторов радиация наряду с температурой воздуха является важнейшим компонентом, влияющим на рост растений. Слишком продолжительное и сильное облучение приводит к задержке фотосинтеза, распаду хлорофилла, в результате чего происходит пожелтение листьев и их гибель. Достаточно типичны случаи ожога коры деревьев.

Ветер. Он играет важную роль, осуществляя теплообмен, понижая температуру растений при сильной солнечной радиации или, наоборот, повышая ее при подводе теплого воздуха с соседних, более нагретых участков. В некоторой степени ветер способствует снабжению растений диоксидом углерода, однако при определенном усилении ветра большинство растений закрывает устьица, что приводит к ухудшению фотосинтеза [Вальтер, 1982]. В связи с этим при сильном ветре, дующем в одном направлении, условия роста на наветренной стороне дерева менее благоприятны, чем на подветренной.

При штормах и ураганах возможны также механические повреждения растений. Постоянный сильный ветер вызывает деформацию кроны, которая на защищенной от ветра стороне обычно развита лучше. Ветер во многом определяет скорость и направление распространения пожаров, распределение загрязнения атмосферного воздуха (может или усугубить загрязнение, или снизить его концентрацию). Сильные ветры нередко приводят к гибели лесных массивов (рис. 8).

Ветер способствует опылению растений, переносу семян дикорастущих деревьев и трав. Анемохория – распространение организмов с ветром – является важным способом заселения новых территорий. Южные ветры переносят на берега Северного моря тропические и альпийские виды диатомовых водорослей. Споры мхов переносятся на расстояния до 2 тыс. км. Пауки встречаются в море на расстоянии до 400 км от берега.



Рис. 8. Ветровал на Урале в августе 2004 г. Фото В. Кантора (Гринпис, Россия)

Некоторые стрекозы в Тихом океане преодолевают при благоприятном ветре расстояния между островами до 900 км.

У ряда степных растений (курай, рогачка, качим, катран) есть форма распространения «перекати-поле». Высыхая летом, они скручиваются и, перемещаемые ветром, сцепляются друг с другом, формируя шарообразные или цилиндрические образования. Под действием ветра эти шары перекатываются до тех пор, пока не попадут в более влажные места, где и начинают расти [Троян, 1988]. Семена других растений также распространяются преимущественно ветром. У них семена или исключительно мелкие и легкие, свободно держащиеся в воздухе (заразиха), или снабжены крыловидными придатками, разнообразным опушением (осот полевой, салат дикий, одуванчик и т.д.).

Грозы. Их воздействие на растительность проявляется, главным образом, через повреждение деревьев ударами молний и неодинаково для разных деревьев. Крупные деревья, являясь более длинными электродами, принимают большее участие в процессах электрических разрядов и поэтому чаще поражаются молнией. У деревьев с гладкой корой (береза, бук) электрический ток проходит по воде, стекающей по стволу, и повреждения оказываются минимальными, например в виде облома ветвей. У деревьев с грубой корой (например, у дуба) влагоудерживающая способность выше, и они более уязвимы. Вода в сосудах ствола таких деревьев мгновенно превращается в пар, что приводит к более чем тысячекратному увеличению его объема. Пар отщепляет часть ствола или ломает его (рис. 9). Иногда на месте удара молнии формируется яма-котлован с выброшенным с корнем деревом [Тихонов, Набатов, 1995].

По данным А.Е. Шейдеггера [1981], молнии чаще ударяют в деревья с шероховатой корой, чем с гладкой. Например, в Германии был проведен анализ поражений молниями одного лесного массива. За 11-летний период молния ударила в 56 дубов, 20 елей и не тронула ни одного бука, хотя лес на 70 % состоял именно из него [Силы природы..., 1998]. Удары молний нередко приводят к лесным пожарам. Представление о частоте их возникновения по этой причине дает табл. 2.



Рис. 9. Ветровал на Урале в августе 2004 г. Фото В. Кантора, Гринпис, Россия

Таблица 2. Частота возникновения пожаров вследствие ударов молний

Район	Количество пожаров	Число пожаров вследствие удара молний, %	Источник
Западные штаты США:			
Аризона	1486	84	[Goudie, 1997]
Калифорния	3608	26	
Колорадо	413	36	
Айдахо	1458	69	
Монтана	852	71	
Невада	86	34	
Нью-Мексико	614	79	
Орегон	1860	52	
Южная Дакота	173	62	
Юта	236	35	
Вашингтон	1807	28	
Вайоминг	157	62	
В целом	12 750	49	
9 западных штатов США 1986–1996 гг.	—	60	[Ropig, Ferguson, 2002]
Крупнейшие лесные пожары США 1988–1997 гг.	32 704	65.3	www.nwcg.gov
Все лесные пожары США		9	[Hildebrand, 2003]
Горная саванна, Белиз (Центральная Америка)	66	59	[Booyesen, Tainton, 1984]
Бушлэнд Австралии	—	8	
Юго-запад ЮАР	—	27.4	
Финляндия, 1996–2002 гг.	—	10	[Larjavaara et al., 2005]
Новая Зеландия, 2000 г.	2944	0.17	[Craig, 2001]
Центральная Европа	—	0.1–0.7	[Стойко, Третьяк, 1983]
Крайний север России	—	50	[Потанова, 2003]
Заповедник «Аскания-Нова»	—	Более 50	[Гавриленко, 2005]

При совпадении ряда условий (длительная засуха, мощный грозовой фронт и т.д.) пожары от молний могут возникать в массовом порядке (рис. 10). Так, 12 июля 1940 г. в лесах штатов Монтана и Айдахо (США) по этой причине возникло 335 пожаров [Смит, 1978]. Особенно опасны так называемые сухие грозы, когда разряды атмосферного электричества между облаками и землей не сопровождаются выпадениями дождя. В частности, такие случаи многократно наблюдались летом 1979 г. в Иркутской обл. и Бурятии [Астапенко, 1986].

Цифры ежегодного количества лесных пожаров, обусловленных молниями, существенно отличаются. По одним данным, ежегодно по всему земному шару молнии являются причиной возникновения около 20 тыс. [Кондратьев и др., 2005], по другим – 50 тыс. лесных пожаров [Снурр, Барнес, 1984]. В среднем плотность ударов молний в тропических лесах и лесах умеренной зоны составляет соответственно 50 и 5 ударов на 1 км^2 в год [Говорушко, 2009]. Районирование земного шара по частоте ударов молний приведено на рис. 11.

Солнечная радиация. Ее поступление является главным фактором роста растений, поскольку она регулирует как активность фотосинтеза (через продолжительность светового дня, т.е. через количество часов с солнечным светом), так и транспирацию (через величину поступившей тепловой энергии) растений. В целом растения очень чувствительны к солнечной радиации. Слишком продолжительное и сильное облучение приводит к задержке фотосинтеза, распаду хлорофилла, в результате чего происходит пожелтение листьев и их гибель. Достаточно типичны также случаи ожога коры деревьев.

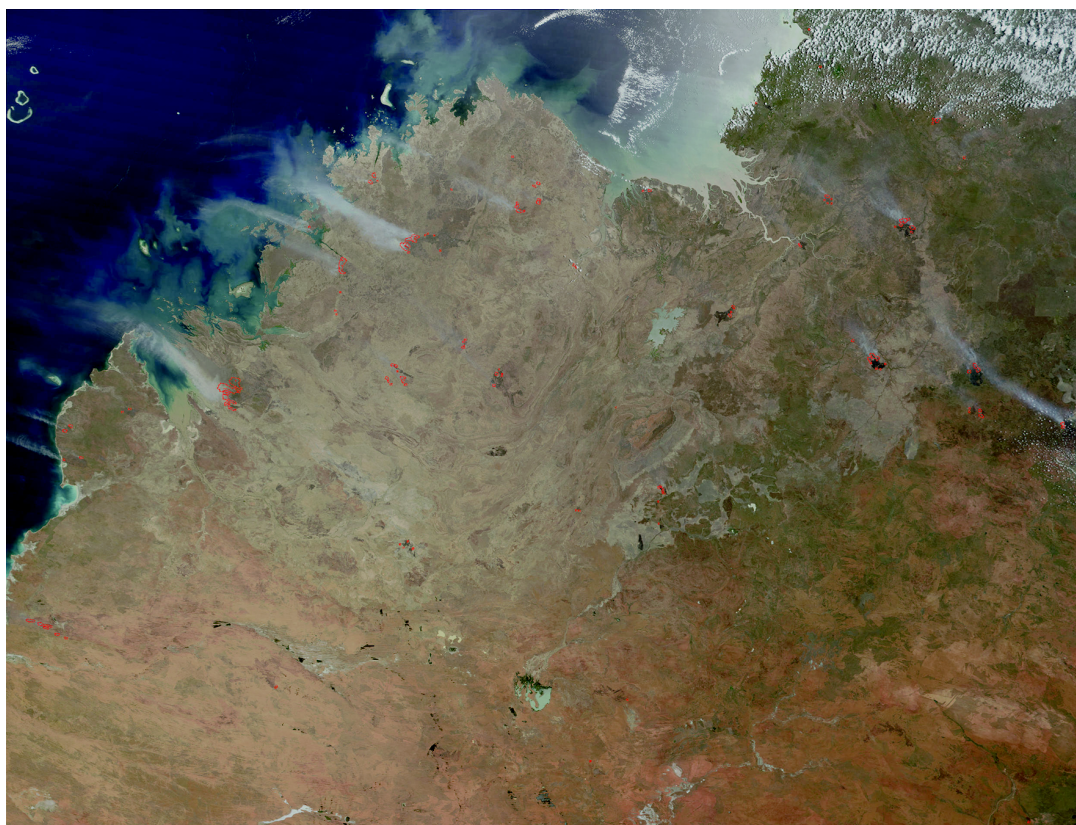


Рис. 10. Пожары в Западной Австралии, возникшие при прохождении сухих гроз во время продолжительной весенней засухи. Космоснимок Национального управления по аэронавтике и изучению космического пространства США, 26 октября 2001 г.

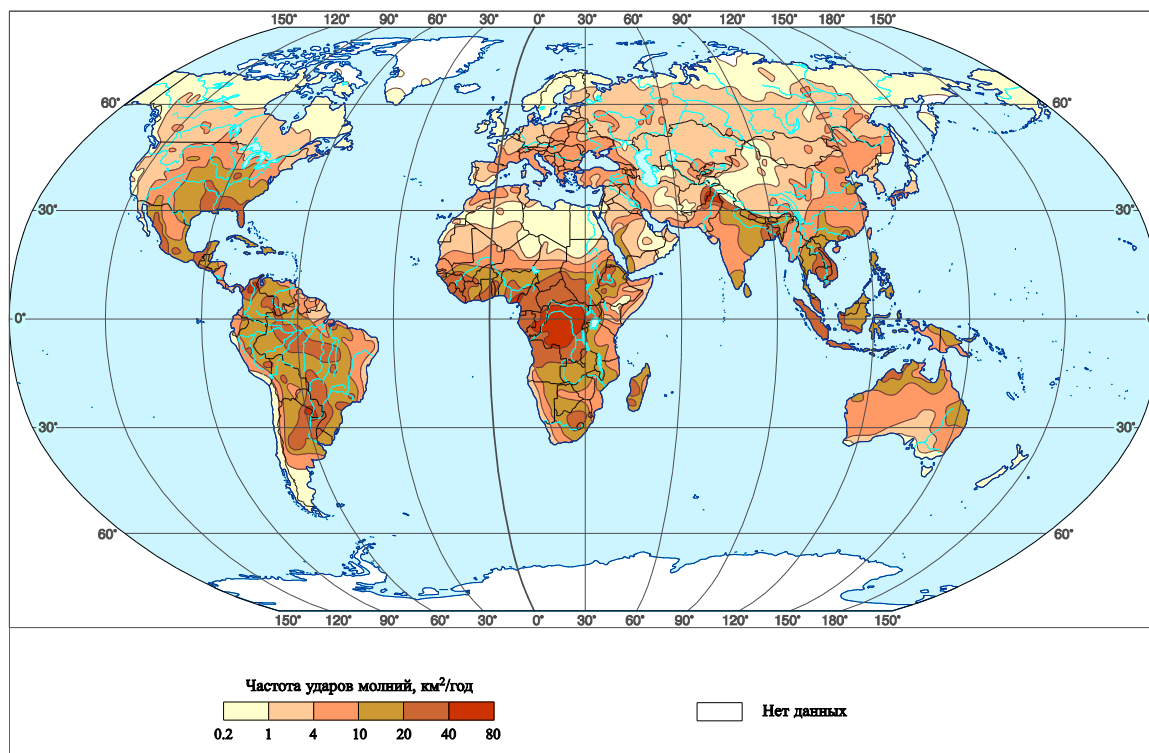


Рис. 11. Районирование земного шара по частоте ударов молний [World map..., 2009]

Влияние погодных условий на другие природные компоненты

Погодно-климатические условия влияют и на другие природные компоненты. Например, при **грозах** происходит образование оксидов азота из кислорода и азота. При их дальнейшем взаимодействии с водой, находящейся в атмосфере в виде паров, образуется азотная кислота, которая может стать причиной кислотных дождей [Высоцкий, 1997]. При выпадении кислотных осадков азотная кислота, вступая в реакцию с почвой, образует нитраты. Количество выпадающего азота составляет от 2 до 10 кг/га в год [Горшков, 2001]. Общее ежегодное поступление азота в биосферу составляет 10 млн т [Химическое загрязнение..., 1991].

Дожди вносят большой вклад в очистку атмосферы от загрязнения. Одна капля дождя массой 50 мг, падая с высоты 1 км, как бы оmyвает 16.3 л воздуха, что обеспечивает охват 1 л дождевой воды 3.26 тыс. м³ воздуха [Оксенгендлер, 1992]. Благодаря этому дожди вымывают из атмосферы большинство загрязнителей как чисто механическим путем, так и вследствие растворения в каплях отдельных газов и твердых частиц.

Понижение **атмосферного давления** приводит к расширению почвенного воздуха, который переходит в нижние слои атмосферы, а это связано с попаданием в приземный слой воздуха радона, являющегося причиной 20 тыс. смертей в год [Высоцкий, 1997]. Атмосферное давление влияет и на интенсивность космического излучения: с повышением давления интенсивность космического излучения падает [Ассман, 1966].

Засухи снижают качество воздуха и воды, способствуют эрозии почвы. Некоторые из воздействий – краткосрочные. После окончания засухи условия, ею вызванные, быстро возвращаются к нормальным. Другие экологические воздействия могут быть

долгосрочными. Например, при интенсификации почвенной эрозии ущерб может стать постоянным.

Заключение

Таким образом, погодно-климатические условия чрезвычайно важны для протекания биосферных процессов. Нередко они являются прямой или косвенной причиной человеческой смертности. Ряд метеорологических факторов или их сочетаний приводят к ухудшению самочувствия и заболеваниям людей. Погодно-климатические условия во многом определяют развитие животных и растений. Они также влияют на состояние некоторых абиотических компонентов.

Литература

- Ассман Д. Чувствительность человека к погоде. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 247 с.
- Астапенко П.Д. Вопросы о погоде. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 392 с.
- Борисенков Е.П., Пасецкий В.М. Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы. М.: Мысль, 1988. 522 с.
- Вайсберг Дж. Погода на Земле: Метеорология. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 246 с.
- Вальтер Г. Общая геоботаника. М.: Мир, 1982. 261 с.
- Вовченко П. О погоде – для всех. Ростов н/Д: Ростов. кн. изд-во, 1985. 143 с.
- Высоцкий В.И. О природных факторах риска // Труды Профессорского клуба. 1997. № 1. С. 38–48.
- Гавриленко В. Степной пожар в биосферном заповеднике «Аскания-Нова» имени Ф.Э. Фальц-цейна // Степной бюллетень. 2005. № 19. С. 26–28.
- Говорушко С.М. Влияние геологических, геоморфологических, метеорологических и гидрологических процессов на человеческую деятельность: Ил. справочное пособие. М.: Акад. проект, 2007. 685 с.
- Говорушко С.М. Экологическое значение лесных пожаров // Проблемы региональной экологии. 2009. № 5. С. 9–14.
- Горишков С.П. Эколого-географические основы охраны природы. М.: Изд-во МГУ, 1992. 124 с.
- Горишков С.П. Концептуальные основы геоэкологии. М.: Желдориздат, 2001. 592 с.
- Журавлев В.П., Серпокровлов Н.С., Пушенко С.Л. Охрана окружающей среды в строительстве. М.: АСВ, 1995. 328 с.
- Кондратьев К.Я., Крапивин В.Ф., Назарян А.Н., Солдатов В.Ю. Эволюция биосферы и природные катастрофы // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. 2005. № 6. С. 3–12.
- Кулаков Ю.В., Каминский Ю.В. Метеогеофизический стресс и пути его преодоления. Владивосток: Медицина ДВ, 2003. 200 с.
- Мягков С.М. География природного риска. М.: Изд-во МГУ, 1995. 222 с.
- Оксенгендлер Г.И. Химические аварии // Природа. 1992. № 2. С. 31–40.
- Потапова Т. Лесные пожары в России // В мире науки. 2003. № 3. Режим доступа: <http://www.sciam.ru/2003/3/sreda1-p.shtml>
- Рамад Ф. Основы прикладной экологии: Воздействие человека на биосферу. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 543 с.
- Русин Н.П. Прикладная актинометрия. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 232 с.
- Силы природы. М.: ТЕРРА-Книжный клуб, 1998. 144 с.

- Смит К. Основы прикладной метеорологии. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 422 с.
- Снег: Справочник. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 751 с.
- Спурр С.Г., Барнес Б.В. Лесная экология. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 477 с.
- Стойко С.М., Третьяк П.Р. Природа – Стихия – Человек. Львов: Вища шк., 1983. 120 с.
- Тихонов А.С., Набатов Н.М. Лесоведение. М.: Экология, 1995. 320 с.
- Троян П. Экологическая биоклиматология. М.: Высш. шк., 1988. 207 с.
- Ультрафиолетовая радиация Солнца и неба / В.А. Белинский, М.П. Гараджа, Л.М. Меженная, Е.И. Назваль. М.: Изд-во МГУ, 1968. 228 с.
- Федюнина Д.Ю. Влияние погодных-климатических факторов на организм человека // Проблемы региональной экологии. 2004. № 2. С. 41–49.
- Фюрон Р. Проблема воды на земном шаре. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 256 с.
- Химическое загрязнение почв и их охрана: Словарь-справочник. М.: Агропромиздат, 1991. 303 с.
- Чирков Ю.И. Основы агрометеорологии. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 248 с.
- Шейдеггер А.Е. Физические аспекты природных катастроф. М., 1981. 232 с.
- Allaby M. Basics of environmental science. L.: Routledge, 1996. 297 p.
- Booyesen P.V. de, Tainton N.M. Ecological effects of fire in South African ecosystems // J. of Arid Environments. 1984. V. 44, Is. 1. P. 77–87.
- Craig A. Wildland fires in New Zealand in the 1990s: Retrospective and challenges // International Forest Fire News. 2001. Is. 26. P. 13–14.
- Goudie A. Human impact on the natural environment. Oxford: Blackwell Publ., 1997. 454 p.
- Govorushko S.M. Natural processes and human impacts: Interaction between humanity and the environment. Dordrecht: Springer, 2012. 678 p.
- Hildebrand D. Lightning tracking an important tool in land management and wildland fire suppression // Vaisala News. 2003. N 162. P. 32–33.
- Knight M.H. Drought-related mortality of wildlife in the Southern Kalahari and the role of man // African J. of Ecology. 2001. V. 39, N 3. P. 377–394.
- Larjavaara M., Kuuluvainen T., Rita H. Spatial distribution of lightning-ignited forest fires in Finland // Forest Ecology and Management. 2005. N 208. P. 177–188.
- Resources and environment: World atlas / Institute of Geography, RAS. Vienna (Austria): Holz, 1998. V. 1. 93 p.; V. 2. 112 p.
- Ropig M.L., Ferguson S.A. The 2000 fire season: Lightning-caused fires // J. of Applied Meteorology. 2002. V. 41. P. 786–791.
- World map of natural hazards / Munich Re-Geospatial Solutions. Munich, 2009. Режим доступа: www.munichre.com/nathan
- Сайт в Интернете: www.nwccg.gov

Сведения об авторе

ГОВОРУШКО Сергей Михайлович – доктор географических наук, главный научный сотрудник, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН. 690041, г. Владивосток, ул. Радио, д. 7. Тел./факс: 8 (423) 231-16-53. E-mail: sgovor@tig.dvo.ru

THE INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON BIOSPHERE PROCESSES

S.M. Govorushko

Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

Abstract. The importance of meteorological processes and phenomena in the functioning of the biosphere is analysed. The influence of different weather conditions on health is shown, the factors and mechanism of their effects are described. Impact of meteorological processes on animals are discussed, the specific examples of such influence are given. The impact of meteorological processes and phenomena on plants in various stages of their lives (pollination, growth, maturation, transport of seeds, damage and death) is shown. The effect of weather conditions on certain abiotic environmental components is discussed. Great significance of weather conditions for the occurrence of biosphere processes is concluded.

Keywords: weather, mortality, diseases, state of health, lightning, wind, biosphere processes.