

**ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ, НА КОТОРОЙ МЫ ЖИВЕМ.
К 80-ЛЕТИЮ ОБРАЗОВАНИЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ****В. И. Федотов***Воронежский государственный университет, Россия**Поступила в редакцию 28 марта 2014 г.*

Аннотация: В статье обращено внимание на самые важные астрофизические параметры планеты Земля. Отмечены главные географические следствия, зависящие от годового движения планеты вокруг Солнца и вращения Земли вокруг оси.

Ключевые слова: планета, Земля, Солнце, географические следствия.

Abstract: The article is devoted to the most important astrophysical parameters of the Earth. The main geographic investigations, which depend on the annual motion of the planet around the Sun and the Earth's rotation around its axis are marked out here.

Key words: planet, the Earth, the Sun, the geographic investigations.

Из типовой программы по географии средних общеобразовательных учреждений давно исчезли разделы математической географии. Знания о планете, на которой мы живем, у большинства людей стали случайными, не системными, а в ряде случаев и вовсе искаженными. Вот почему компенсировать дефицит астрофизических знаний нами предлагается при изучении родиноведческого (краеведческого) материала.

Воронежская область занимает срединное положение в умеренном географическом поясе. Ее административный центр город Воронеж расположен между 51 и 52 градусом северной широты. Каждый житель области в течение дня ощущает яркий свет ближайшей к Земле звезды – Солнца.

Солнце – газообразное, раскаленное небесное тело шарообразной формы. Температура поверхности Солнца достигает 6000 градусов, а в ее центральных слоях она равна 15 млн. Обладая огромной массой (332400 масс Земли), Солнце удерживает вокруг себя 9 больших планет – Меркурий, Венеру, Землю, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон и 42 их спутника, 50-60 тыс. малых планет (астероидов), около ста миллиардов комет и множество метеорных тел. Вся эта совокупность небесных объектов называется Солнечной системой. Солнце – центр системы.

Все большие планеты движутся вокруг Солнца в одном направлении по почти круговым орби-

там. Одновременно все планеты вращаются вокруг своей оси.

Планеты Солнечной системы по своим размерам, химическому составу подразделяются на две группы: планеты типа Земля и планеты типа Юпитер. В первую, наиболее близкую к Солнцу, «земную» группу входят Меркурий, Венера, Земля, Марс. Среднее расстояние Земли, ставшей эталоном первой группы, до Солнца составляет 149,6 млн км. Планеты «земной» группы небольшие по размерам обладают высокой плотностью вещества, расслаивающегося на четыре концентрических оболочки: металлическое ядро, мантию, земную кору и газово-водную оболочку (исключая Меркурий).

**Размер и форма Земли,
географические следствия**

По результатам наземных и спутниковых измерений Земля имеет следующие основные параметры: площадь поверхности равна 510,1 млн км²; экваториальный радиус имеет протяженность 6378,254 км, а полярный (от центра Земли до полюсов) на 21,382 км меньше. Средняя плотность слагающих планету пород равна 5,52 г/см³. Важный параметр – масса Земли, составляющая 5,976·10²³ кг [1].

Масса Земли имеет решающее значение «нашей прикрепленности к Земле». Масса планеты играет важнейшую роль в устойчивости атмосферы. Как показывают расчеты при существующей

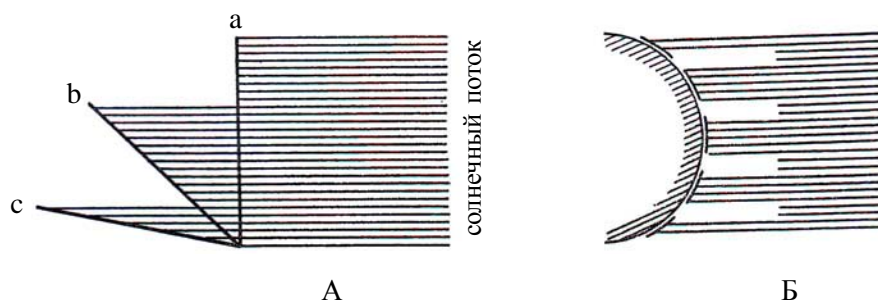


Рис. 1. Зависимость нагревания поверхности от угла падения солнечных лучей (А) и их распределение на шарообразной поверхности Земли (Б)

величине массы планета может удерживать кислородо-азотную атмосферу в течение нескольких миллиардов лет.

Существованием устойчивой атмосферы объясняется наличие на Земле водной оболочки. Атмосфера регулирует поступление тепловой энергии, а ее озоновый экран защищает живые организмы (прежде всего микроорганизмы) от губительного воздействия избытка ультрафиолетовых лучей. Не будь атмосферы, средняя годовая температура понизилась бы на материках до $-23,6^{\circ}\text{C}$ и океанах до -20°C вместо $+14,4$ и $+17,4^{\circ}\text{C}$ в настоящее время.

С шарообразной формой Земли связано важное географическое явление – неравномерное распределение солнечной энергии по широтам. Такой вывод нетрудно проверить, если проведем несложный эксперимент. Расположим три одинаковые по площади пластины (а, b, c) под разными углами (рис. 1А). Из рисунка видно, что идущие от Солнца параллельные лучи не только падают на пластины под разными углами, но и количество их не одинаково. Чем больше угол падения, тем большее количество лучей соприкасается с пластинами ($a > b > c$). А каждый луч это определенная величина солнечной энергии.

Теперь распределим те же самые пластины на экваторе в средних и высоких широтах (рис. 1Б). По аналогии с рассмотренным вариантом наглядно видно, что вблизи экватора приходится максимум солнечного тепла, а чем дальше от него к северу и к югу, тем его меньше на единицу горизонтальной плоскости.

Инструментально измеренная величина солнечной радиации практически не нарушает только что выдвинутой нами закономерности. Максимум тепла ($7542-9218$ МДж/м², или $180-200$ ккал/см²) приходится на тропические широты, несколько ниже за счет высокой облачности на экваторе (5866 МДж/м², или 140 ккал/см²), а в высоких ши-

ротах оно снижается до (2514 МДж/м², или 60 ккал/см²). При этом отмечается одна особенность в снижении среднегодового тепла в направлении полюсов: в экваториальных и тропических широтах уменьшение солнечной энергии происходит очень медленно, а в умеренных и субполярных широтах резко возрастает.

Неодинаковое поступление солнечного тепла на разных широтах сказывается на особенностях обменных процессов в атмосфере и водной оболочке Земли. В настоящее время известно, что на глобальный водоворот Мирового океана, движимый ветром, дополнительно накладывается циркуляция, «движимая Солнцем». Течения, энергия которых непосредственно обусловлена солнечным излучением, по сравнению с ветровыми менее интенсивны. Их скорость, как правило, не превышает 10 см/с, а ветровые течения – Бразильское, Самолийское, Восточно-Австралийское и другие перемещаются со скоростью $25-50$ см/с, а места-ми в 2-3 раза быстрее.

Движение Земли вокруг Солнца и связанные с ним географические следствия

У жителя Земли, плохо изучавшего в школьные годы географию, создается впечатление, что Солнце движется вокруг нашей планеты. На самом же деле Земля со сверхкосмической скоростью почти 30 км/с, что почти в три раза превышает вторую космическую скорость, равную $11,2$ км/с, движется по вытянутой орбите вокруг Солнца. В самой удаленной от светила точке расстояние до Солнца составляет 152 млн км и приходится на 5 июля, а спустя полгода это расстояние уменьшается на 5 млн км.

Полный оборот Земли вокруг Солнца происходит за один год. Различают звездный год и год тропический. Год звездный – интервал времени между двумя следующими друг за другом положениями Солнца среди неподвижных звезд. Год

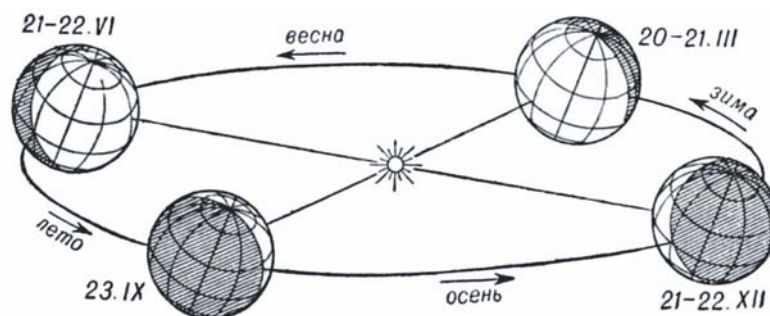


Рис. 2. Знаменательные точки на орбите Земли:
 20-21 марта день весеннего равноденствия;
 23 сентября день осеннего равноденствия;
 21 или 22 июня день летнего солнцестояния;
 21 или 22 декабря день зимнего солнцестояния

тропический – интервал времени, за который Солнце возвращается в точку весеннего равноденствия.

На протяжении 8 веков на Руси начало нового года связывали практически с наступлением весеннего или осеннего равноденствия. С X по XV век начало нового года отсчитывали с 1 марта, а в XV веке Новый год был перенесен на 1 сентября. Только в 1699 году Петр I издал указ, по которому наступление Нового года стали считать с 1 января.

Важным моментом при рассмотрении годового движения Земли является неизменно наклонное положение земной оси, когда она постоянно остается параллельной самой себе. Угол наклона к плоскости орбиты составляет $66^{\circ}33'$. Наклон оси оказывает существенную роль в неравномерном распределении солнечной радиации по земной поверхности. Для большей наглядности рассмотрим положение оси вращения в наиболее характерные сроки (рис. 2).

Например, наклон оси в дни равноденствий 20 или 21 марта и 23 сентября оказывается нейтральным по отношению к Солнцу, а обращенные к нему участки планеты равномерно освещены от полюса до полюса. На всех широтах в эти сроки продолжительность дня и ночи равна 12 часам¹. Солнечные лучи на экваторе падают отвесно. В день летнего солнцестояния 21 июня Земля занимает такое положение, что северный конец ее оси наклонен в сторону Солнца. И лучи падают отвесно уже не на экватор, а на северный тропик, широта которого равна $23^{\circ}27'$. Круглые сутки освещенными оказываются не только приполюсные районы, но и пространство за ними до широты $66^{\circ}33'$ (Полярный круг). В южном полушарии в это время

освещенной оказывается лишь та ее часть, которая лежит между экватором и южным Полярным кругом ($66^{\circ}33'$). За ним 21 июня земная поверхность не освещается.

В день зимнего солнцестояния 22 декабря все происходит наоборот. Солнечные лучи уже отвесно падают на южный тропик. Освещенными в южном полушарии оказываются участки, лежащие не только между экватором и тропиком, но и вокруг южного полюса. Такое положение продолжается до 21 марта, когда наступает день весеннего равноденствия.

Годовое движение Земли вокруг Солнца при постоянном наклоне оси вращения ведет к регулярной смене времен года. Зиме, весне, лету и осени в северном полушарии соответствует лето, осень, зима и весна в южном. Продолжительность астрономических времен года по срокам развития природы существенно отличаются в разных географических поясах, что связано с неравным делением орбиты Земли в дни равноденствий и солнцестояний, а значит для них необходимы и разные сроки преодоления этих расстояний.

Вращение Земли вокруг оси

Это еще одно важное свойство, которым обладает наша планета. Период, за который Земля оборачивается вокруг своей оси, называется сутками. Ось вращения планеты отклонена на $23^{\circ}27'$ от перпендикуляра к плоскости орбиты Земли. На поверхности Земли образуются несколько уникальных точек и линий. Так, точки пересечения оси вращения Земли с поверхностью планеты принято именовать географическими полюсами. Один условно назван Северным полюсом, а другой Южным. Если провести плоскость через центр Земли перпендикулярно оси вращения, то эта плоскость бу-

¹ В 2014 году день весеннего равноденствия наступит 20 марта, а осеннего, традиционно будет 23 сентября.

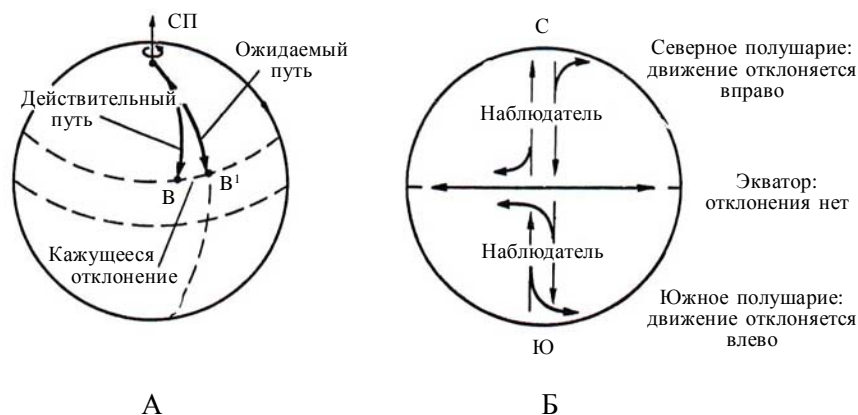


Рис. 3. Сила Кориолиса (А) и результат ее действия на разных широтах (Б)

дет называться экваториальной плоскостью, а линия пересечения с поверхностью планеты образует экватор, т.е. линию экватора. От экватора в направлении Северного полюса находится северное полушарие, а в направлении Южного полюса южное полушарие.

Плоскости, проходящие через полюса перпендикулярно экваториальной плоскости, называются меридианами, а следы их пересечения с поверхностью Земли именуются линиями меридианов. Через любой географический пункт можно провести меридиан и отсчитать в градусах отрезок дуги от этого пункта до экватора. Измеренный отрезок дуги называется широтой пункта, а все равноудаленные от плоскости экватора точки образуют круг широт. На круге широт находится первая географическая координата. Вторая координата - долгота. Ее величина определяется как дуга, отсчитанная в градусах от начального меридиана по кругу широт до географического пункта. За нулевой меридиан принято считать меридиан, проходящий через обсерваторию Гринвич около Лондона (Великобритания).

Долгота может быть западной или восточной, а широта северной или южной. Долготы ограничены интервалом 0° (меридиан Гринвича - 180° , а широта 0° (экватор) - 90° (полюса). Например, координаты города Воронежа равны $51^\circ 40' 18''$ северной широты (с.ш.) и $39^\circ 12' 38''$ восточной долготы (в.д.).

Если смотреть с северного полюса, то вращение Земли происходит против часовой стрелки, как принято считать с запада на восток. С осевым вращением Земли связано несколько географических следствий.

Первое следствие относится к сжатию фигуры Земли у полюсов и расширению ее у экватора. Эти изменения фигуры небесного тела объясня-

ются тем, что на любую точку вращающейся вокруг оси планеты действуют две силы. Одна направлена к центру планеты, а вторая перпендикулярно оси вращения. От сложения этих двух сил образуется третья, направленная в сторону экватора. Вот почему под ее влиянием Земля становится выпуклой вблизи экватора и сплюснутой у полюсов.

Второе следствие - смена дня и ночи. Оно характеризуется чередованием нагрева и охлаждения земной поверхности и приземного слоя воздуха в течение дня и ночи. Максимум температуры отмечается в середине дня, а минимум ее приходится на предрассветные часы. С чередованием освещенности и тепла связаны такие процессы как жизнедеятельность организмов, выветривание, температурный режим водоемов, движение воздуха (ночной и дневной бриз), испарение воды, изменение атмосферного давления и другие.

Третье следствие имеет не менее существенное значение, которое связано с появлением при вращении Земли так называемой поворотной силой, или силой Кориолиса. Она была в XIX веке впервые рассчитана французским ученым в области механики Г. Кориолисом.

Силу Кориолиса и ее влияние на некоторые изменения на поверхности Земли можно объяснить следующим образом. Допустим, что некоторое тело движется с определенной скоростью по меридиану со стороны северного полюса к экватору (рис. 3А). Через некоторое время оно должно будет оказаться в точке В, находящейся на более низкой широте. Значит, тело перемещается из широт, где каждая точка движется с меньшей линейной скоростью, в широты с большей линейной скоростью точек. Так как Земля вращается с запада на восток, то за время, пока тело движется к точке В, она уже переместится в положение В'. Нетрудно установить, что тело отклонилось вправо. Если же

тело будет двигаться в обратном направлении на север, то оно будет пересекать широты с меньшей скоростью точек и также отклонится вправо в северном полушарии. Те же причины будут влиять на отклонение движущегося тела в южном полушарии, с той лишь разницей, что отклоняется оно в противоположную сторону – влево. Из вышеприведенного объяснения становится ясным, что на экваторе сила Кориолиса равна нулю. Таким образом, всякое движущееся тело в северном полушарии отклоняется вправо, а в южной – влево (рис. 3Б). Это правило не исключение и для тел, перемещающихся в широтном направлении [3].

Действия силы Кориолиса распространяются на многие географические явления. Ее отклоняющий эффект особенно заметен в направлении движения воздушных масс. Под влиянием отклоняющей силы вращения Земли ветры умеренных широт обоих полушарий принимают преимущественно западное направление, а в тропических широтах – восточное (пассатное).

Кориолисовой силой можно объяснить почему правые берега рек северного полушария круче левых, а в южном полушарии – наоборот. В Воронежской области правые долинские склоны значительно круче левых у Дона, Воронежа, Битюга, Потудани, Толучеевки, Черной Калитвы и других.

Географические явления, связанные с наклоном земной оси

Их можно, следуя за М.М. Ермолаевым [1], свести к нескольким закономерностям, относящимся к продолжительности дня и ночи и положению Солнца в определенные отрезки времени.

Первое явление. На полюсах по полгода делятся и полярная ночь, и полярный день.

Второе явление. Есть широты, на которых полярная ночь и полярный день делятся только одни сутки. Эти широты называются полярными кругами – северный полярный круг ($66^{\circ}33'$ с.ш.) и южный полярный круг ($66^{\circ}33'$ ю.ш.).

Третье явление. В направлении к экватору в интервалах широт, ограниченных полярными кругами, фиксирующими угол наклона оси вращения Земли ($23^{\circ}27'$), никогда не бывает полярной ночи или полярного дня. Солнце никогда не стоит в зените.

Четвертое явление. В направлении к экватору есть зоны, которые ограничены кругами широт, где Солнце один раз в году стоит в зените. В северном полушарии это явление находится на Северном тропике ($23^{\circ}27'$ с.ш.), где Солнце достигает зенита 22 июня, а в южном полушарии ана-

логичное явление приурочено к Южному тропику ($23^{\circ}27'$ ю.ш.), здесь Солнце достигает зенита 22 декабря.

Явление пятое. В широтах между северным и южным тропиками, где лежит экватор, здесь Солнце повсюду достигает зенита, хотя бы один раз в году. Дважды оно бывает в зените только на экваторе – в дни равноденствий.

Движение Земли по орбите и вращение планеты вокруг оси и система счета времени

Год, месяц, сутки, час, минута, секунда – самые распространенные отрезки счета времени.

За основу гражданского счета времени принят тропический год, продолжительность которого составляет 365 суток 6 часов 9 минут и 9 секунд. При таком счете времени длительность обычного гражданского года составляет 365 средних солнечных суток, но как видим каждый год теряет более 6 часов. Чтобы максимально компенсировать потерю времени, было решено каждый четвертый год считать високосным, равным 366 суткам. Раз в четыре года в феврале бывает 29 число. Но необходимо иметь в виду, что и в этом случае абсолютно полной компенсации не происходит. Вот почему принято вводить необходимую поправку, суть которой заключается в том, что високосным годом считается нулевой год только того столетия, номер которого не делится на 400. Например, 1900 год был високосным, так как 1900 на 400 не делится, но не високосным был 2000 год – он делится на 400. Так совпало, что в каждый високосный год проводятся летние Олимпийские игры. В 1980 високосном году состоялась летняя Олимпиада в Москве, в 2012 високосном году Олимпиада проходила в Пекине (Китай), а 2016 году летние Олимпийские игры будут принимать Рио-де-Жанейро (Бразилия).

Период полного обращения Земли вокруг оси за 24 часа называют сутками. За один час каждая точка на поверхности Земли передвигается на 15° от ее первоначального положения, а при перемещении с одного меридиана на другой проходит четыре минуты. Эта закономерность была использована канадским инженером С. Флемингом в 1878 году для обоснования *поясного времени* в особой системе счета времени, основанной на разделении поверхности Земли на 24 часовых пояса. В системе поясного времени 24 меридиана, отстоящих по долготе на 15° друг от друга. Счет поясного времени ведется по средним меридианам внутри пояса, отстоящих на $7,5^{\circ}$ к востоку и западу от среднего.

По международному соглашению за начальный меридиан был принят меридиан с долготой 0°, проходящий через обсерваторию Гринвич. Гринвичский часовой пояс считается нулевым, а время этого пояса называется всемирным. Остальным поясам, располагающимся к востоку, присвоены номера от 1 до 23 включительно.

Время, определенное для конкретной долготы, называется *местным* временем (иногда местным временем неправильно называют поясное время в том или другом пункте Земли).

Время некоторых часовых поясов получило особое название. Например, время нулевого пояса называют западноевропейским, 1-го пояса – средневропейским, время 2-го пояса называют восточноевропейским.

В СССР (России) поясное время было введено с 1 июля 1919 года. По территории России до 2011 года проходило 11 часовых поясов от 2-го до 12-го включительно [2]. С 2011 года в законе «Об исчислении времени» вместо термина *часовой пояс* применительно к России вводится термин *часовая зона*. В настоящее время в Российской Федерации 9 часовых зон.

Постановлением правительства СССР от 16 июля 1930 года в целях более рационального использования светлой части суток и перераспределения электроэнергии между бытовым и производственным потреблением было введено так называемое декретное время – стрелки часов были переведены на 1 час вперед по сравнению с поясным временем. Декретное время 2-го часового пояса, в котором находится Москва, на 3 часа опере-

жает всемирное время. Декретное время 2-го часового пояса в России называется московским временем.

Большая часть Воронежской области расположена в 3-м часовом поясе (исключая самый запад в Нижнедевицком районе, находящемся во 2-м часовом поясе), где находятся Архангельск и Волгоград. В 1956-1957 годах была попытка на территории Воронежской области перейти на время 3-го часового пояса, опережающего московское время на 1 час. Однако этот эксперимент был вскоре отменен – вернулись к более привычному московскому времени, хотя на востоке области (Борисоглебск) на 1 час раньше наступает рассвет и на 1 час раньше наступают сумерки.

Так привычные радиосигналы точного времени подаются службами времени с помощью атомных часов. Продолжительность секунды атомного времени ежегодно определяется из астрономических наблюдений [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермолаев М. М. Введение в физическую географию / М. М. Ермолаев. – Ленинград : Издательство Ленинградского государственного университета, 1975. – 260 с.
2. Куликов К. А. Время / К. А. Куликов, В. В. Подобед // Большая Советская энциклопедия / гл. ред. А. М. Прохоров. – 3 изд. – Москва : Советская энциклопедия, 1971. – Т. 5. – С. 434-435.
3. Федотов В. И. Космические и общепланетарные воздействия на географическую оболочку / В. И. Федотов // Общее землеведение / Ф. Н. Мильков. – Москва : Высшая школа, 1990. – С. 45-64.

Федотов Владимир Иванович
доктор географических наук, профессор, декан факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (473)266-07-75, E-mail: root@geogr.vsu.ru

Fedotov Vladimir Ivanovitch
Doctor of Geography, Professor, Dean of the Department of Geography, Geoecology and Tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. (473) 266-07-75, E-mail: root@geogr.vsu.ru