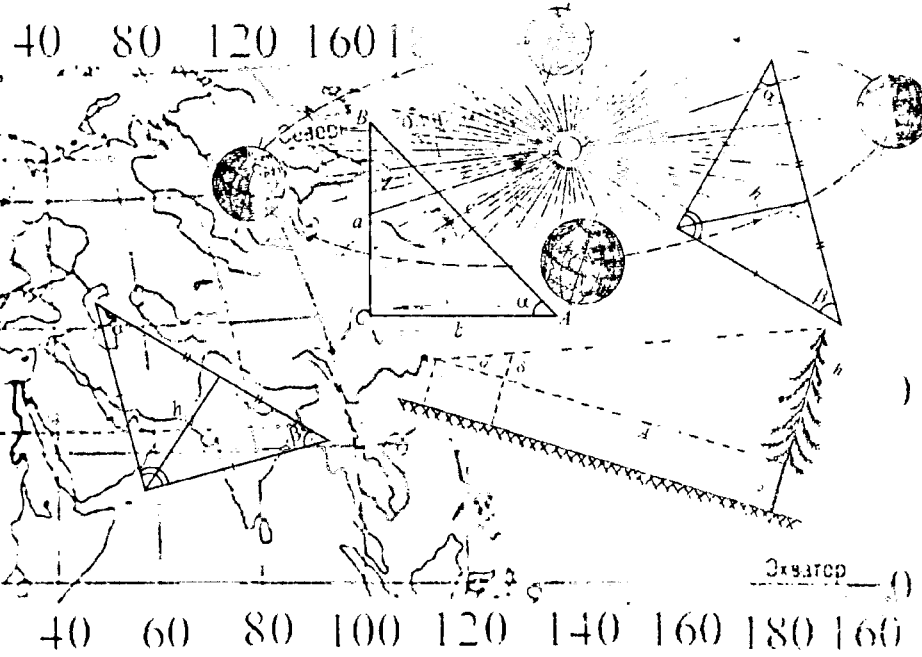


Д. Л. ИВОНОВ

# ГЕОГРАФИЯ

## В задачах и расчетах

### Учебное пособие



Д. Л. Иванов

# ГЕОГРАФИЯ В ЗАДАЧАХ И РАСЧЕТАХ



Минск  
«ИВЦ Минфина»  
2011

УДК 911 (075.3)

ББК 26.8я721

И20

**Рецензенты:**

кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии  
УО «Белорусский государственный педагогический университет имени  
Максима Танка» *О. Ю. Панасюк*;

учитель высшей категории ГУО «Средняя общеобразовательная школа  
№ 184 г. Минска» *Д. А. Воронков*

**Иванов, Д.Л.**

И20 География в задачах и расчетах : учебное пособие / Д. Л. Ива-  
нов. — Минск : ИВЦ Минфина, 2011. — 69 с.

ISBN 978-985-6993-32-2.

Значительная часть учебного пособия содержит материал по общей географии, соответствующий программам поступления на географические и естественные факультеты вузов. Большинство задач повышенной сложности (относится к 4–5-му уровням сложности) и требует хорошей теоретической подготовки, отдельные из них использовались на олимпиадах.

Пособие прошло успешную апробацию на факультативных занятиях по географии с учениками Первомайского района г. Минска на базе ГУО «Средняя общеобразовательная школа № 184 г. Минска».

Адресовано ученикам старших классов средних школ и подготовительных отделений вузов, абитуриентам и студентам младших курсов, может использоваться учителями на уроках географии, факультативных и внешкольных занятиях по географии, а также при подготовке к географическим олимпиадам.

**УДК 911 (075.3)**

**ББК 26.8я721**

**ISBN 978-985-6993-32-2**

© Иванов, Д. Л., 2011

© Оформление.

УП «ИВЦ Минфина», 2011

Анализ качества знаний и практических навыков учеников, абитуриентов и студентов первых курсов географических факультетов показывает существенные пробелы в отношении практического использования полученных знаний. Фактически абитуриенты при поступлении на естественнонаучные факультеты вузов владеют практическими навыками по географии на уровне учеников 6–7 классов. Наибольшую сложность для школьников представляют задания, требующие использования теоретических знаний при решении задач. С данной проблемой сталкиваются и абитуриенты на централизованном тестировании, когда не могут решить географические задачи не только 4–5-го, но и 2–3-го уровней сложности. Возникают затруднения и у учеников старших классов на предметных олимпиадах и студентов первых курсов.

Школьная программа предусматривает изучение общих географических закономерностей и компонентов географической оболочки при изучении начального курса географии. Однако, ученики 6–7 классов еще не изучают физику, химию, геометрию, астрономию и другие дисциплины, знание основных законов которых позволило бы успешно справиться с поставленной задачей.

Дальнейшее взросление и формирование личности подростка, накопление и углубление знаний о фундаментальных законах природы, подводят к необходимости более высокого уровня познания и осмысления окружающего мира, закономерностей его строения и развития. Однако учебные программы по географии в 8–9 классах в силу специфики изучения отдельных регионов и стран не предусматривают решение задач, связанных с общими закономерностями в области географии. Курс общей географии в 11 классе в значительной степени является повторением начального курса географии и не уделяет должного внимания вопросам практического применения общегеографических знаний учащихся на практике.

Введение при поступлении в вуз централизованного тестирования также негативно отразилось на качестве знаний, поскольку в тесты включаются только вопросы, на которые есть прямые ответы в учебнике, чем отвергается необходимость творческого подхода и логического мышления при обучении в школе. При этом объем необходимой гео-

графической информации фактически ограничивается школьным учебником.

Таким образом, выпускники школ обладают практическими навыками в решении общегеографических задач, выполнении аналитических заданий и расчетов на уровне 6–7 класса. В итоге разрыв между знаниями, полученными по географии в школе, и требованиями, предъявляемыми в вузе, постоянно увеличивается. Такое положение дел и уровень знания географии сегодня не может быть достаточным.

Предлагаемое учебное пособие не повторяет и не дополняет школьный курс общей географии и призвано в какой-то мере расширить географический кругозор и углубить практические навыки учащихся, а также уменьшить разрыв между школьной и вузовской географией.

В пособии предлагаются типовые общегеографические задачи как физико-, так и экономико-географического содержания. Они адресованы ученикам старших классов, знакомых с курсами физики, химии, геометрии, астрономии, знание которых поможет успешно справиться с задачей.

В зависимости от содержания задачи разбиты на отдельные блоки. В начале каждого блока приводится перечень необходимых терминов и понятий по различным предметам, без знания которых справиться с задачей будет весьма проблематично. В конце пособия дается список литературных источников, изучив которые, в случае затруднения с поставленными в задаче вопросами, можно успешно с ними справиться и ознакомиться с вопросом более детально и углубленно.

Для каждой задачи приводится не только ответ, но и ход ее решения. Следует обратить внимание на то, что ход решения задачи, предлагаемый в ответе далеко не единственный. Большинство задач имеет несколько способов решения, поэтому можно предложить свой вариант решения.

В конце пособия в виде приложения даны некоторые таблицы, формулы и разъяснения, необходимые для решения тех или иных задач.

Пособие позволит абитуриентам успешно подготовиться к решению географических задач на централизованном тестировании.

Использование пособия студентами младших курсов географических факультетов высших учебных заведений позволит проверить свои практические навыки и успешно сдать экзамены.

# 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

---

## 1.1. Глобус и карта

*Термины и понятия. Масштаб. Виды масштаба. Географические координаты. Долгота и широта. Меридианы и параллели. Направления и расстояния на карте. Азимут. Стороны горизонта. Тропики, полярные круги. Теорема Пифагора. Решение прямоугольных треугольников. Длина окружности. Площадь шара (сферы), изотахи, горизонтали, высота сечения рельефа, заложение, крутизна склона.*

**Задача 1.** Какую длину имеет дуга меридиана в 5 градусов на карте масштабом 1:1 000 000?

*Решение.* Длина дуги 1 градуса равна примерно 111,3 км; в 5 градусах — 556,5 км.

В 1 см — 10 км, следовательно, в масштабе —  $556,5/10 = 55,65$  см.

**Задача 2.** На празднике, посвященном дню города, был выполнен его точный макет, занимающий пространство в 50 м (в диаметре). Используя масштаб имеющейся картосхемы, посетители определили, что площадь самого города составляет  $490,625 \text{ км}^2$ . Определите масштаб, в котором выполнен макет города, если он занимает пространство, близкое к окружности. Напишите его в численном и именованном виде.

*Решение.*

Зная площадь города (площадь круга  $S = \pi R^2$ ), находим его радиус:

1)  $490,625 \text{ км}^2 / 3,14 = 156,25 \text{ км}$ ;

2)  $\sqrt{156,25} = 12,5 \text{ км}$ .

Следовательно, диаметр города составит 25 км. Отсюда масштаб картосхемы составит  $25 \text{ км} / 50 \text{ м} = 500$ ; т. е. В 1 м — 500 м или в 1 см 50 000 см; т. е. 1:50 000.

**Задача 3.** Определите, каким должен быть угол наклона земной оси к плоскости орбиты, чтобы через Минск проходил: а) северный тропик; б) северный полярный круг.

*Решение:*

а) Минск находится на широте приблизительно  $54^\circ$  северной широты. Нынешний уровень наклона земной оси составляет  $66^\circ 30'$ . Расстояние между Минском и северным тропиком составляет  $30^\circ 30' = (54^\circ - 23^\circ 30')$ . Следовательно, если через Минск будет проходить северный тропик, наклон земной оси должен составлять  $(66^\circ 30' - 30^\circ 30') = 36^\circ$ ;

б) нынешний уровень наклона земной оси составляет  $66^\circ 30'$ . Расстояние между Минском и северным полярным кругом составляет  $12^\circ 30' = (66^\circ 30' - 54^\circ)$ . Следовательно, если через Минск будет проходить северный полярный круг, наклон земной оси должен составлять  $(66^\circ 30' - 12^\circ 30') = 54^\circ$ .

**Задача 4.** Определите, на какой широте будут располагаться: а) Южный тропик; б) Северный тропик; в) Южный полярный круг; г) Северный полярный круг; д) Южный полюс; е) Северный полюс, ж) Экватор, если наклон земной оси к плоскости орбиты будет составлять:

- 1)  $48^\circ$ ;
- 2)  $72^\circ$ .

*Ответы:*

1) а —  $42^\circ$  южной широты; б —  $42^\circ$  северной широты; в —  $48^\circ$  южной широты; г —  $48^\circ$  северной широты; д —  $90^\circ$  южной широты; е —  $90^\circ$  северной широты; ж —  $0^\circ$ ;

2) а —  $18^\circ$  южной широты; б —  $18^\circ$  северной широты; в —  $72^\circ$  южной широты; г —  $72^\circ$  северной широты; д —  $90^\circ$  южной широты; е —  $90^\circ$  северной широты; ж —  $0^\circ$ .

**Задача 5.** Человек прошел 1 км на юг, 1 км на восток и 1 км на север, после чего оказался в том же месте, откуда вышел. Возможно ли это? Где может быть это место? Выберите ответ и докажите его правильность:

- а) на Северном полюсе и в Антарктиде близ Южного полюса;
- б) только на Северном полюсе;
- в) только на экваторе;
- г) такого места на земном шаре нет.

*Правильный ответ — а.*

На Северном полюсе это возможно, так как человек идет от полюса на юг (а оттуда, в каком бы направлении ни шел по прямой, обязательно пойдешь на юг), потом по параллели 1 км на восток (это будет примерно  $57,3'$  по дуге окружности), а потом 1 км к полюсу (рис. 1.1).

В Антарктиде близ Южного полюса такое возможно, поскольку там подобных мест

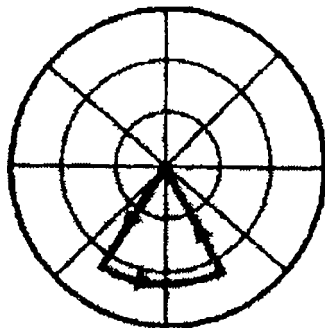


Рис. 1.1. Северный полюс

бесконечное множество: они находятся на определенном удалении от Южного полюса. Не доходя до южного полюса можно достичь определенной точки и пойти на восток, идя вокруг полюса. Сделать полный круг и пойти на север, т. е. вернуться в исходную точку (рис. 1.2).

Аналогично можно еще больше приблизиться к полюсу сделать 2, 3 и более кругов. Кроме того, так как исходная точка маршрута может быть на любом меридиане, число таких точек практически может приблизиться к бесконечности.

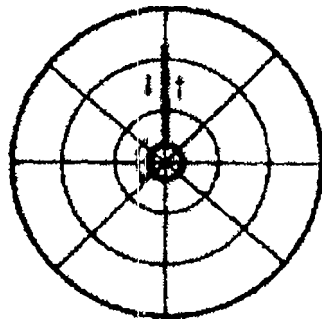


Рис. 1.2. Южный полюс

**Задача 6.** В течение многих десятилетий все расстояния между городами измеряли от зданий почтамтов. Сравнительно недавно в ряде государств были приняты постановления об установке новых точек отсчета на главных площадях столиц. В Минске такой знак находится на Октябрьской площади.

Представим себе, что приглашенный специально для этой цели топограф сделал на брусчатке площади отметку для будущей точки отсчета, определив при помощи GPS ее координаты с точностью до сунды ( $53^{\circ}54'30''$  северной широты и  $27^{\circ}35'20''$  восточной долготы) и уехал в отпуск. Рабочие, которым надо было установить в этой точке специальный знак, не нашли данной отметки. Пришлось срочно вызывать другого топографа, который по имеющимся координатам (их оставил первый топограф) сделал новую отметку. Установите, на каком максимальном расстоянии могли оказаться две отметки?

*Решение.* Разбежка на местности обуславливается тем, что координаты, даже определенные с точностью до сунды, на местности соответствуют не точке, а определенному отрезку. Начнем с широты. Она отсчитывается от экватора. Известно, что  $1''$  широты равен  $111,3$  км. Значит  $1''$  широты при движении вдоль меридиана соответствует  $111,3 / 60 / 60 = 30,92$  м.

Долгота отсчитывается от нулевого (Гринвичского) меридиана. Длина дуги  $1''$  параллели на широте Минска равна  $111,3$  км (длина дуги в  $1''$  на экваторе)  $\cdot \cos 53^{\circ}54'30''$ ; т. е.  $111,3 \cdot 0,594 = 66,11$  км.

Следовательно, одна сунда широты при движении вдоль параллели будет равна примерно  $66,11$  км /  $60 / 60 = 18,36$  м. Таким образом, считаем, что максимальная возможная ошибка составляет  $1''$  по широте и  $1''$  по долготе.

По теореме Пифагора вычисляем гипотенузу прямоугольного треугольника с катетами  $30,92$  м и  $18,36$  м. Получаем, что максимальное расстояние между отметками не превосходит:

$$x^2 = 30,92^2 + 18,36^2;$$



$$x = \sqrt{956,05 + 337,09} = 35,96 \text{ м.}$$

Ответ: максимальная разбежка может составить около 36 м.

**Задача 7.** Человек прошел 100 км на север, 100 км на восток и 100 км на юг, после чего очутился ровно в 100 км от исходной точки. Возможно ли такое и где может быть это место? Выберите ответ и докажите его правильность:

- а) в любом месте земного шара;
- б) в 150 км от Северного полюса;
- в) в 50 км южнее экватора;
- г) в 100 км от Южного полюса;
- д) в 50 км южнее экватора и на льду Северного Ледовитого океана.

*Правильный ответ — д.*

Такое возможно в 50 км южнее экватора, поскольку меридианы после экватора снова сходятся на Южном полюсе. Симметричный путь получается, если он начат в 50 км южнее экватора. В любом другом случае человек окажется от исходной точки либо дальше, чем в 100 км (в Северном полушарии), либо ближе (в Южном полушарии) (рис. 1.3).

На льду Северного Ледовитого океана это возможно, так как недалеко от Северного полюса (но дальше, чем в 100 км от него) подобных точек бесконечное множество. Если пройти от этой исходной точки 100 км на север, а потом на восток по кругу вокруг полюса и, пройдя 100 км, повернуть на юг по меридиану, то через 100 км можно очутиться от исходной точки ровно в 100 км (рис. 1.4).

Таких точек бесчисленное множество, поскольку, оказавшись ближе к полюсу и пройдя на восток 100 км, можно описать уже полную окружность вокруг полюса, пересечь свой след и пройти по дуге окружности еще какое-либо расстояние (такое же, какое человек не дошел до своего следа в предыдущем случае). Далее, повернув на юг и пройдя 100 км вдоль меридиана, снова оказываемся в 100 км от исходной точки.

Аналогично можно еще больше приблизиться к полюсу, сделать 2, 3 и более

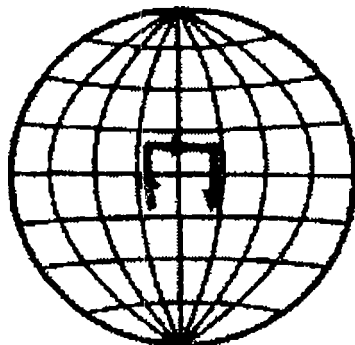


Рис. 1.3. Экватор

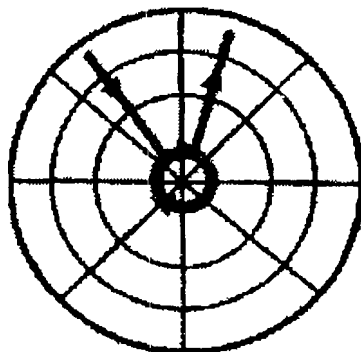


Рис. 1.4. Северный полюс

кругов. Кроме того, так как исходная точка маршрута может быть на любом меридиане, число таких точек даже практически может приблизиться к бесконечности.

**Задача 8.** Определите расстояние между городами (в градусах и километрах), если известно, что они находятся на одном меридиане, но в разных полушариях и вблизи от каждого из них проходит условная линия, над которой Солнце только раз в году стоит в зените?

*Решение.* Поскольку города находятся у северного и южного тропиков, расстояние между ними  $(23,5 + 23,5) = 47^\circ$ . Длину дуги меридиана составляет примерно 111 км, поэтому расстояние между городами в километрах составит:  $111 \text{ км} \cdot 47 = 7\,217 \text{ км}$ .

**Задача 9.** Средняя скорость движения самолетов аэропорта Минск-2 — около 880 км/ч, а высота полета — около 10,5 км. С какой скоростью и на какой высоте над поверхностью глобуса двигался бы самолет, если показать его высоту и скорость в масштабе глобуса 1 : 50 000 000?

*Решение.* Высота полета самолета в масштабе глобуса составит:  $1 / 500 \times 10,5 = 0,021 \text{ см}$ . Скорость самолета в масштабе глобуса составит  $1 / 500 \times 880 = 1,76 \text{ см/ч}$ .

**Задача 10.** Определите расстояние между двумя городами, если расстояние между ними на глобусе 5 см, а радиус глобуса составляет 12,74 см.

*Решение.*

1. Находим длину окружности глобуса. Она равна  $2\pi R$ :

$$2 \cdot 3,14 \cdot 12,74 = 80 \text{ см.}$$

2. Находим масштаб глобуса:

$$80 \text{ см} : 4\,000\,000\,000 \text{ (длина экватора в сантиметрах)} = 1:50\,000\,000.$$

3. Находим расстояние между двумя городами:

$$5 \cdot 500 \text{ км} = 2500 \text{ км.}$$

**Задача 11.** Определите максимальный перепад высот (амплитуду высот между самой высокой и самой низкой точками планеты) на рельефном глобусе с диаметром 50,96 см.

*Решение.*

1. Находим длину окружности глобуса (равна  $\pi d$ ):

$$3,14 \cdot 50,96 = 160 \text{ см.}$$

2. Находим масштаб глобуса:

$$160 \text{ см} : 4\,000\,000\,000 \text{ (длина экватора в сантиметрах)} = \\ = 1:25\,000\,000 \text{ (т. е. в 1 см 250 км).}$$

3. Находим максимальную амплитуду высот на планете:

8 848 м (гора Джомолунгма) + 11 022 м (Марианская впадина) = 19 870 км.

4. Вычисляем амплитуду в масштабе глобуса:  $19\,870 / 250 = 0,08$  см. Таким образом, на глобусе это выглядело бы почти плоской поверхностью.

**Задача 12.** Длина экватора на каждом из полушарий карты — 80 см. Каким будет расстояние на этой карте между Мурманском и Херсоном, если реальное расстояние между ними составляет 2500 км?

*Решение.* Масштаб карты будет равен  $80 / 2\,000\,000\,000$  (половина длины экватора) =  $1 : 25\,000\,000$  (т. е. в 1 см 250 км). Следовательно,  $2500 / 250 = 10$  см.

**Задача 13.** Каким будет расстояние на глобусе между Минском и Дублином, находящимися на одной параллели, если измерять его вдоль параллели, когда реальное расстояние между городами составляет около 2125 км, а длина окружности 54 параллели на глобусе составляет 60 см.

*Решение.*

1. Находим реальную длину окружности 54 параллели:

$$40\,000 \text{ км (длина окружности экватора)} \cdot \cos 54^\circ = \\ = 40\,000 \cdot 0,588 = 23\,520 \text{ км.}$$

2. Находим масштаб глобуса:

$$23\,520 \text{ км} / 60 \text{ см} = 0,00255; \text{ т. е. в } 1 \text{ см } 392 \text{ км.}$$

3. Находим расстояние между Минском и Дублином вдоль 54 параллели:

$$2125 / 392 = 5,4 \text{ см.}$$

**Задача 14.** Определите глубину шахты Старобинского местонахождения калийных солей в масштабе глобуса, если ее реальная глубина составляет 450 м, а площадь поверхности глобуса составляет 5671,625 см<sup>2</sup>.

*Решение.*

1. Чтобы найти масштаб глобуса можно:

1) соотнести площадь поверхности глобуса и земного шара;

2) соотнести радиусы глобуса и земного шара:

а) площадь поверхности шара:  $S = 4\pi R^2$ ;

б) отсюда  $R^2 = S / 4\pi = 21,25$  см.

2. Зная средний радиус Земли (6371 км), находим масштаб глобуса:

$$6371 / 21,25 = 300 \text{ (в } 1 \text{ см } 300 \text{ км).}$$

3. Глубина шахты в масштабе глобуса составит

$$1 / 300 \cdot 0,45 = 0,0015 \text{ см.}$$

**Задача 15.** Определите крутизну склона участка карты (рис. 1.4) между точками С—D при условии, что расстояние на карте между ними составляет 2,5 см.

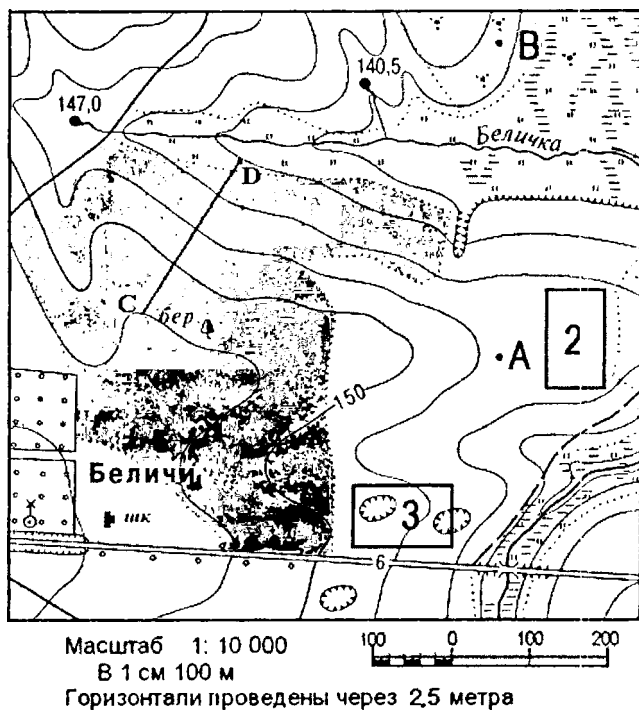


Рис. 1.5. Карта

*Решение.* Угол наклона поверхности (крутизна склона) определяется по формуле  $\operatorname{tg} \alpha = h/b$ ; где  $h$  — высота сечения рельефа;  $b$  — расстояние (заложение) по горизонтали. Отсюда  $h/b = 10/250 = 0,04$ . Находим угол по тангенсу данной величины (приложение 1). Он составит примерно  $2^{\circ}30''$ .

**Задача 16.** На склоне крутизной 30 градусов, на линии наибольшего уклона, расположены две точки на расстоянии 580 м одна от другой. Абсолютная высота верхней точки — 1070 м. Сколько горизонталей должно быть проведено на карте между точками (горизонталы на карте проведены через 50 м)?

*Решение.* Находим величину сечения  $h$  из формулы  $\operatorname{tg} \alpha = h/b$ ; отсюда  $h = \operatorname{tg} \alpha \cdot b$ . Значение тангенса угла в  $30^{\circ}$  (приложение 1) составит  $0,5774 \cdot 580 = 334,9$  м, т. е. величина сечения между точками равна 335 м. Следовательно, точки на карте должны быть разделены  $335/50 = 6,7$ ; т. е. 6 полных горизонталей и еще 0,7 горизонтали (35 м).

**Задача 17.** На склоне крутизной 20 градусов, на линии наибольшего уклона, расположены две точки на расстоянии 400 м одна от другой. Абсолютная высота верхней точки — 820 м. Определите абсолютную высоту нижней точки (горизонталы на карте проведены через 20 м)?

*Решение.* Находим величину сечения  $h$  из формулы  $\operatorname{tg} \alpha = h / b$ ; отсюда  $h = \operatorname{tg} \alpha \cdot b$ ; Значение тангенса угла в  $20^\circ$  (приложение 1) составит  $0,3640 \cdot 400 = 145,6$  м, т. е. величина сечения между точками равна 145,6 м. Следовательно, нижняя точка будет иметь абсолютную высоту  $820 \text{ м} - 145,6 \text{ м} = 674,4 \text{ м}$ .

**Задача 18.** Склон крутизной 20 градусов по линии наибольшего уклона обозначен на карте двумя точками. Первая находится в верхней части и имеет абсолютную высоту 750 м, а вторая — ниже первой ровно на 11 горизонталей, располагается у подножья. Определите масштаб карты и найдите длину склона, если горизонталы на карте проведены через 50 м, а расстояние между точками на карте составляет 3,022 см.

*Решение.*

1. Величина сечения  $h$  между точками составит  $11 \cdot 50 = 550$  м. Используя формулу  $\operatorname{tg} \alpha = h / b$ , находим величину заложения (расстояние) между горизонталями:  $b = h / \operatorname{tg} \alpha = 550 / 0,3640 = 1511$  м. Масштаб карты:  $1511 / 3,022 = 500$  (в 1 см 500 м).

2. Длина склона рассчитывается как гипотенуза в прямоугольном треугольнике:  $c = h / \sin \alpha = 550 / 0,32 = 1608$  м, где  $c$  — гипотенуза треугольника;  $h$  — высота;  $\alpha$  — угол. Таким образом, длина склона — 1608 м.

## 1.2. Физико-географические задачи метеорологического содержания

*Термины и понятия, знания. Относительная и абсолютная высоты. Амплитуда высот. Температура воздуха. Определение амплитуд температур. Изменение температуры с высотой и глубиной. Геотермическая ступень. Геотермический градиент. Определение температуры на различных высотах над уровнем моря. Приведение средних температур воздуха к одинаковым периодам. Солнечная радиация. Прямая, рассеянная и поглощенная радиация. Единицы измерения Солнечной радиации. Распределение по Земной поверхности. Альbedo.*

**Задача 1.** Определите, какова разница абсолютных высот горных вершин А и Б, если известно, что у подножья горы А, находящегося на высоте 652 м над уровнем моря, температура воздуха равна  $+24,6^\circ\text{C}$ . Поднявшись на вершину горы А, воздух охладился до  $+4,2^\circ\text{C}$ . У под-

ножья горы Б на высоте 350 м температура воздуха равна  $+16,8^{\circ}\text{C}$ , а при поднятии на вершину температура воздуха понизилась до  $-4,8^{\circ}\text{C}$ .

*Решение.*

1. Определим разность температур у подножья и на вершине горы А:

$$24,6^{\circ} - 4,2^{\circ} = 20,4^{\circ}\text{C}.$$

2. Температура воздуха при поднятии на каждые 100 м понижается на  $0,6^{\circ}\text{C}$ , следовательно, по разнице температур можно определить относительную высоту горы А:

$$20,4^{\circ}\text{C} / 0,6^{\circ}\text{C} \cdot 100\text{ м} = 3400\text{ м}.$$

3. Абсолютная высота горы А равна:

$$3400\text{ м} + 652\text{ м} = 4052\text{ м}.$$

4. Определим разность температур у подножья и на вершине горы Б:

$$16,8^{\circ}\text{C} + 4,8^{\circ}\text{C} = 21,6^{\circ}\text{C}.$$

5. По разнице температур определим относительную высоту горы Б:

$$21,6^{\circ}\text{C} / 0,6^{\circ}\text{C} \cdot 100\text{ м} = 3600\text{ м}.$$

6. Абсолютная высота горы Б:

$$3600\text{ м} + 350\text{ м} = 3950\text{ м}.$$

7. Разница абсолютных высот гор А и Б:

$$4052 - 3950 = 102\text{ м}.$$

*Ответ.* Разница абсолютных высот гор А и Б составляет 102 м.

**Задача 2.** Определите, какова разница абсолютных высот подножий горных вершин А и Б, если известно, что на вершине горы А, находящейся на высоте 2600 м над уровнем моря температура воздуха, равна  $+10,6^{\circ}\text{C}$ . Опускаясь по склону горы А, воздух нагревается до  $+24,2^{\circ}\text{C}$ . На вершине горы Б на высоте 2100 м температура воздуха равна  $+16,4^{\circ}\text{C}$ , а при опускании вниз по склону температура воздуха повышается до  $+24,8^{\circ}\text{C}$ .

*Решение.*

1. Определим разность температур у подножья и на вершине горы А:

$$24,2^{\circ}\text{C} - 10,6^{\circ}\text{C} = 13,8^{\circ}\text{C}.$$

2. С понижением температура воздуха на каждые 100 м возрастает на  $0,6^{\circ}\text{C}$ . Относительная высота горы А:

$$13,8^{\circ}\text{C} / 0,6^{\circ}\text{C} \cdot 100\text{ м} = 2300\text{ м}.$$

3. Абсолютная высота подножья горы А будет иметь высоту:

$$2600\text{ м} - 2300\text{ м} = 400\text{ м}.$$

4. Определим разность температур у подножья и на вершине горы Б:

$$24,8^{\circ}\text{C} - 16,4^{\circ}\text{C} = 8,4^{\circ}\text{C}.$$

5. По разнице температур определим относительную высоту горы Б:

$$8,4 \text{ }^\circ\text{C} / 0,6 \text{ }^\circ\text{C} \cdot 100 \text{ м} = 1400 \text{ м.}$$

6. Подножие горы Б будет иметь абсолютную высоту:

$$2100 \text{ м} - 1400 \text{ м} = 700 \text{ м.}$$

7. Разница абсолютных высот подножий вершин А и Б:

$$700 - 400 = 300 \text{ м.}$$

*Ответ.* Разница абсолютных высот горы А и Б составляет 300 м.

**Задача 3.** Определите, какова разница температур на горных вершинах А и Б, если известно, что относительная высота вершины горы А на 200 м выше вершины Б, а абсолютная высота подножья горы Б на 1200 м ниже абсолютной высоты подножья горы А.

*Решение.*

1. Разница температур воздуха у подножья вершин составит:

$$1200 / 100 \cdot 0,6 = 7,2 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Таким образом, температура у подножья горы А на 7,2 ниже, чем у подножья горы Б.

2. Если относительная высота вершины А на 200 м выше вершины Б, то температура на вершине А будет ниже чем на вершине Б на:

$$200 / 100 \cdot 0,6 = 1,2 \text{ }^\circ\text{C.}$$

3. Отсюда без нахождения значений абсолютных высот вершин А и Б разница температур на их вершинах составит:

$$7,2 + 1,2 = 8,4 \text{ }^\circ\text{C.}$$

**Задача 4.** Горы Бальбоа и Аракс тянутся вдоль морского побережья, располагаясь на 45 градусе широты. Абсолютная высота подножья горы Бальбоа на 1200 м выше абсолютной высоты подножья горы Аракс. При этом температура воздуха у подножья горы Б на 9 °С ниже, чем на уровне моря, где зафиксировано нормальное атмосферное давление. Определите разницу температур на вершине и у подножья горы Аракс, если ее относительная высота составляет 2500 м.

*Решение.*

1. Определим абсолютную высоту подножья горы Б:

$$9 / 0,6 \text{ }^\circ\text{C} \cdot 100 \text{ м} = 1500 \text{ м.}$$

2. Абсолютная высота подножья горы А составит:

$$1500 - 1200 = 300 \text{ м.}$$

3. Температура на уровне моря на 45 градусе широты при нормальном давлении равна 0°С; у подножья горы А она составит:

$$0 + (-0,6 \cdot 300) / 100 = -1,8 \text{ }^\circ\text{C.}$$

4. Абсолютная высота горы А составит:

$$2500 + 300 = 2800 \text{ м.}$$

5. Температура на вершине составит:

$$(-0,6 \cdot 2800)/100 = -16,8.$$

6. Находим разницу температур:

$$-16,8 - (-1,8) = -15 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Кроме того, зная разницу высот между вершиной и подножием, можно сразу найти разницу температур:

$$(-0,6 \cdot 2500)/100 = -15 \text{ }^\circ\text{C}.$$

**Задача 5.** Метеостанция В работает в течение 30 лет, с 1977 по 2007 г., средняя температура воздуха на станции составляет  $+4,2 \text{ }^\circ\text{C}$ . Метеостанция А работает только 10 лет: с 1997 по 2007 г. Средняя температура воздуха за период наблюдений на станции А равна  $+3,8 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определите температуру воздуха на станции А за 30 лет (с 1977 по 2007 г.), путем приведения температур к одинаковым периодам, если известно, что температура воздуха на станции В за 10 лет (с 1997 по 2007 г.) равна  $3,6 \text{ }^\circ\text{C}$ , а станции находятся в аналогичных природных условиях и на расстоянии не более 300 км.

*Решение.* Для приведения температур двух станций к одинаковым периодам пользуются формулой

$$\begin{aligned} B_{30} - B_{10} &= A_{30} - A_{10}; \\ 4,2 \text{ }^\circ\text{C} - 3,6 \text{ }^\circ\text{C} &= A_{30} - 3,8 \text{ }^\circ\text{C}; \\ A_{30} &= 4,2 \text{ }^\circ\text{C} - 3,6 \text{ }^\circ\text{C} + 3,8 \text{ }^\circ\text{C} = 4,4 \text{ }^\circ\text{C}. \end{aligned}$$

**Задача 6.** Определите суммарную солнечную радиацию ( $Q$ ), если прямая радиация на перпендикулярную поверхность ( $S$ ) при высоте Солнца ( $h$ )  $30^\circ$  составляет  $0,75 \text{ кВт/м}^2$ , а рассеянная радиация ( $D$ ) равна  $0,17 \text{ кВт/м}^2$ .

*Решение.* Суммарная солнечная радиация  $Q = S \cdot \sin h + D$ . На горизонтальной поверхности  $S' = S \cdot \sin h = 0,75 \text{ кВт/м}^2 \cdot \sin 30$ . Отсюда  $Q = 0,375 + 0,17 = 0,545 \text{ кВт/м}^2$ .

### 1.3. Физико-географические задачи на определение параметров формы земного шара

*Термины и понятия, знания и умения.* Форма и размеры Земли. Диаметр Земли. Полярный и экваториальный радиусы. Длина окружности экватора. Расчет протяженности отдельных параллелей; определение географической широты и долготы. Географические координаты. Длина дуги меридиана.



**Задача 1.** Путешественник N совершает кругосветное путешествие на самолете по экватору (скорость самолета — 800 км/ч), а путешественник M совершает кругосветное путешествие на лыжах по 89° северной широты (скорость 10 км/ч). Кто из них и на сколько времени завершит свой круиз раньше, если самолет вынужден делать через каждые 8 тыс. км дозаправку с перерывом по 4 ч, а лыжник движется только по 12 ч в сутки?

*Решение.*

1. Длина экватора — 40 000 км.

2. Длина параллели 89° северной широты =  $40\,000 \cdot \cos 89^\circ = 40\,000 \times 0,0175 = 700$  км.

3. Время, за которое можно облететь экватор:

$$40\,000 \text{ км} / 800 \text{ км/ч} = 50 \text{ ч.}$$

4. Время, потраченное на дозаправки:

$$40\,000 \text{ км} / 8\,000 \text{ км} \cdot 4 \text{ ч} = 20 \text{ ч.}$$

5. Время круиза пассажира N:

$$50 \text{ ч} + 20 \text{ ч} = 70 \text{ ч.}$$

6. Время лыжника M:

$$700 \text{ км} / 10 \text{ км/ч} = 70 \text{ ч.}$$

С учетом времени на отдых это составит

$$70 \text{ ч} \cdot 2 = 140 \text{ ч.}$$

7. Находим разницу:

$$140 \text{ ч} - 70 \text{ ч} = 70 \text{ ч.}$$

**Задача 2.** Насколько устье Волги дальше от центра Земли, чем исток, если известно, что Волга берет начало под 57° северной широты на высоте 260 м над уровнем моря, а впадает под 46° северной широты. При этом уровень Каспийского моря на 28 м ниже уровня мирового океана. Ответ дайте с точностью до метра.

*Решение.*

1. Зная форму и размеры Земли, находим, что расстояние от поверхности до ее центра увеличивается от полюса к экватору на 233 м на градус широты (21 000 м / 90°).

2. Разница между истоком и устьем по широте:

$$57^\circ - 46^\circ = 11^\circ.$$

3. При этом расстояние до центра увеличится на:

$$233 \text{ м} \cdot 11^\circ = 2563 \text{ м.}$$

4. Находим разницу абсолютных высот между истоком и устьем:

$$260 \text{ м} - (-28 \text{ м}) = 288 \text{ м.}$$

5. Находим, насколько устье Волги дальше от центра Земли, чем исток:

$$2563 \text{ м} - 288 \text{ м} = 2275 \text{ м.}$$

**Задача 3.** Определите по карте координаты высших точек Южной Америки и Африки. Определите, какая из них имеет большее удаление от центра Земли и насколько оно больше.

*Решение.*

Координаты высшей точки Южной Америки (гора Акснкауа)  $33^\circ$  южной широты,  $69^\circ$  западной долготы, а высшей точки Африки (вулкан Килиманджаро)  $4^\circ$  южной широты,  $37^\circ$  восточной долготы.

1. Высшая точка Южной Америки — гора Акснкауа (6960 м), а высшая точка Африки — гора Килиманджаро (5895 м).

2. Известно, что полярный радиус ( $R_p$ ) = 6357 км, а экваториальный ( $R_e$ ) = 6378 км, следовательно, расстояние до центра Земли зависит не только от высоты вершины, но и от географической широты.

3. Будем считать, что по мере удаления от экватора к полюсам радиус уменьшается равномерно. На каждый градус широты радиус уменьшается на:

$$6\ 378\ 000\ \text{м} - 6\ 357\ 000\ \text{м} / 90 = 21000 / 90 = 233\ \text{м}.$$

4. Определим расстояние каждой точки до центра Земли:

гора Килиманджаро:  $6\ 378\ 000 - 233 \cdot 4 + 5895 = 6\ 382\ 963\ \text{м}$ .

гора Акснкауа:  $6\ 378\ 000 - 233 \cdot 33 + 6960 = 6\ 377\ 271\ \text{м}$ .

4. Находим разницу:  $6\ 382\ 963\ \text{м} - 6\ 377\ 271\ \text{м} = 5692$ .

*Ответ:* гора Килиманджаро больше всего удалена от центра Земли на 5692 м.

**Задача 4.** Самолет, вылетевший из Минска (координаты  $54^\circ$  северной широты и  $27^\circ 30'$  восточной долготы), в полдень по поясному времени приземлился в Дублине (координаты  $54^\circ$  северной широты  $5^\circ$  западной долготы) в полдень по поясному времени этого города. Вычислите среднюю скорость самолета.

*Решение.* Оба города находятся примерно на  $54^\circ$  северной широты.

1. Расстояние между городами можно найти по формуле

$$111,2 \text{ (это длина дуги в } 1^\circ \text{ экватора)} \cdot \cos 54^\circ = 111,2 \cdot 0,588 = 65,38 \text{ км}.$$

Или находим, чему равна дуга в  $1^\circ$  на широте  $50^\circ$  (71,7 км) и на широте  $60^\circ$  (55,8 км), следовательно,

$$\Delta l = (71,7 - 55,8) / 10 = 1,59 \text{ км} \approx 1,6 \text{ км}.$$

Тогда на широте  $54^\circ$  длина дуги составит  $71,7 - 4^\circ \cdot 1,59 = 65,34 \text{ км}$ .

2. Расстояние между Минском и Дублином будет равно  $5^\circ$  западной долготы +  $27^\circ 30'$  восточной долготы =  $32^\circ 30' = 65,34 \text{ км} \cdot 32,5' = 2123,55 \text{ км}$ .

3. Поскольку время вылета совпадает со временем прилета, следовательно, скорость самолета была таковой, что время полета было равно интервалу, на который необходимо было перевести часы в связи с пересечением границ чых поясов 2 ч:

Минск: 2-часовой пояс ( $N = 2$ );

Дублин: 0-часовой пояс ( $N = 0$ ).

$$4. v = S/t = 2123,55 \text{ км} / 2 = 1061,775 \text{ км/ч}.$$

**Задача 5.** Высота вышек для передачи сигналов операторов мобильной связи МТС и Velcom составляет 200 и 180 м соответственно. На них установлены ретрансляторы, зона покрытия которых равна 50 км. Сделав соответствующие расчеты, руководство компании МТС решило заменить свой ретранслятор на более мощный, а руководство компании Velcom посчитало это нецелесообразным и оставило прежний ретранслятор. Сделайте соответствующие расчеты и установите, какая компания поступила правильно.

*Решение.* Поскольку Земля имеет форму шара — расстояние до линии горизонта будет зависеть от высоты объекта. Следовательно, необходимо установить зону максимального покрытия при данной высоте вышек.

Отрезок прямой от вершины вышки до самой удаленной видимой точки на поверхности (считаем Землю идеальным шаром) образует прямой угол с радиусом Земли, проведенным в ту же точку. Принимаем радиус Земли приближенно равным 6400 км (рис. 1.6). Получаем, что в прямоугольном треугольнике гипотенуза равна:

1) для первой вышки —  $6\,371 + 0,2$  км;

2) для второй вышки —  $6\,371 + 0,18$  км.

Один из катетов нам известен и равен 6371 км, а другой находим по теореме Пифагора:

1) для первой вышки:

$$x^2 + 6371 = (6371 + 0,2)^2 \text{ или } x^2 + 6371 = 6\,371^2 + 2 \cdot 6\,371 \cdot 0,2 + 0,04$$

$$x^2 = 40\,592\,189,44 - 40\,589\,641$$

$$x^2 = 2\,548,44$$

$$x = 50,48 \text{ км;}$$

2) для второй вышки:

$$x^2 + 6371 = (6371 + 0,185)^2 \text{ или } x^2 + 6\,371 =$$

$$= 6371^2 + 2 \cdot 6\,371 \cdot 0,185 + 0,034225$$

$$x^2 = 40\,591\,998,304 - 40\,589\,641$$

$$x^2 = 2\,357,304$$

$$x = 48,55 \text{ км.}$$

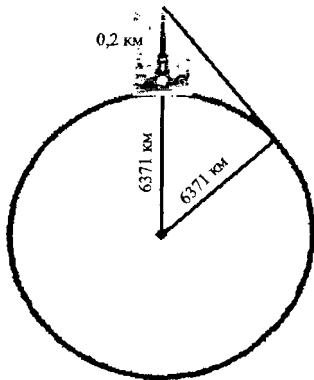


Рис. 1.6. Схема расчета

*Ответ.* Компания МТС поступила неправильно, так как мощность ее ретранслятора охватывает всю зону (даже с некоторым избытком) максимального покрытия при такой высоте вышки. Компания Velcom поступает правильно.

**Задача 6.** Самолет выполняет задачу патрулирования территории. Поднявшись с аэродрома (координаты  $69^\circ$  северной широты  $33'$  восточной долготы), он взял курс на север вдоль меридиана и летел со скоростью  $1669,5$  км/ч  $40$  мин. Затем он повернул на восток и летел такое же время с той же скоростью вдоль параллели, после чего повернул на юг и преодолел такое же расстояние вдоль меридиана и вновь повернул на запад. Пролетев с той же скоростью такое же расстояние вдоль параллели, самолет приземлился. Определите координаты точки приземления и укажите, на каком расстоянии находится точка посадки от точки взлета.

*Решение.*

1. За  $40$  мин самолет пролетит  $1113$  км. Расстояние в  $1^\circ$  по меридиану составляет в среднем около  $111,3$  км. Следовательно, двигаясь  $40$  мин на север, самолет оказался в точке севернее изначальной на  $10'$  ( $1113 / 111,3 = 10'$ ); т. е. на  $79^\circ$  северной широты.

2. На  $79^\circ$  северной широты длина дуги в  $1^\circ$  составит:  $111,3 \cdot \cos 79^\circ = 21,236$  км. Следовательно, на восток по  $79$  параллели самолет пролетит  $52'24''$  ( $1113 : 21,236 = 52,4 = 52'24''$ ) и окажется на меридиане  $85'24''$  восточной долготы ( $33' + 52'24''$ ).

3. Пролетев на юг по этому меридиану  $10'$  ( $1113 / 111,3 = 10'$ ), он снова окажется на  $69^\circ$  северной широты.

4. На  $69^\circ$  северной широты длина дуги в  $1^\circ$  составит:  $111,3 \cdot \cos 69^\circ = 39,85$  км. Следовательно, на восток по  $69$  параллели самолет пролетит  $27'54''$  ( $1113 : 39,85 = 27,9 = 27'54''$ ) и окажется на меридиане  $85'24''$  ( $85'24'' - 27'54'' = 57'30''$  восточной долготы).

Таким образом, координаты точки посадки:  $69^\circ$  северной широты и  $57'30''$  восточной долготы.

5. Координаты точки посадки на  $24'30''$  ( $57'30'' - 33'$ ) восточнее точки взлета, в километрах это составит:  $24,5 \cdot (111,3 \cdot \cos 69^\circ) = 24,5 \cdot 39,85$  км =  $976,3$  км (т. е. это другой аэродром).

**Задача 6.** Регата воздушных шаров началась в г. Либревиль  $15$  мая вдоль экватора к устью Амазонки. Координаты г. Либревиль  $0^\circ30'$  северной широты и  $10^\circ$  восточной долготы. Через  $200$  ч плавания на шаре А местное время составляло  $20$  ч  $36$  мин, а на шаре Б —  $20$  ч  $22$  мин. В Гринвиче в это же время часы показывали  $22$  ч  $10$  мин. Определите, на сколько километров в час средняя скорость шара Б была больше средней скорости шара А.

*Решение.*

1. Находим местопребывание 1-го шара:

1)  $22$  ч  $10$  мин –  $20$  ч  $36$  мин =  $1$  ч  $34$  мин;

2) учитывая скорость вращения Земли ( $1^\circ$  за  $4$  мин), находим положение 1-го шара:  $1$  ч  $34$  мин /  $4$  мин =  $28,5'$ ;

3) поскольку регата стартовала с  $10^\circ$  восточной долготы, первый шар пролетел за  $200 \text{ ч}$   $(28,5 - 10) = 18,5^\circ \cdot 111 \text{ км} = 2053,5 \text{ км}$ . Его средняя скорость  $2053,5 / 200 = 10,27 \text{ км/ч}$ .

2. Находим местопребывание 2-го шара:

1)  $22 \text{ ч } 10 \text{ мин} - 20 \text{ ч } 22 \text{ мин} = 1 \text{ ч } 48 \text{ мин}$ ;

2) учитывая скорость вращения Земли ( $1^\circ$  за 4 мин), находим положение 2-го шара:  $1 \text{ ч } 48 \text{ мин} / 4 \text{ мин} = 32^\circ$ ;

3) так как регата стартовала с  $10^\circ$  восточной долготы, второй шар пролетел за  $200 \text{ ч}$ :  $22^\circ \cdot 111 \text{ км} = 2442 \text{ км}$ . Его средняя скорость составляла  $2442 : 200 = 12,21 \text{ км/ч}$ .

Разница в скорости:  $12,21 - 10,27 = 1,94 \text{ км/ч}$ .

2-й способ решения.

1. Разница в показаниях времен для шаров равна:

$$20 \text{ ч } 36 \text{ мин} - 20 \text{ ч } 22 \text{ мин} = 14 \text{ мин.}$$

2. Учитывая скорость вращения Земли ( $1^\circ$  за 4 мин), находим расстояние между шарами в градусах:  $14 \text{ мин} / 4 \text{ мин} = 3,5^\circ$  (разница в градусах между яхтами).

3) Находим разницу в километрах и разницу в скоростях  $(3,5^\circ \cdot 111) / 200 = 1,94 \text{ км/ч}$ .

## 1.4. Физико-географические задачи на определение давления и влажности воздуха

**Термины и понятия, знания.** *Атмосферное давление. Изменение атмосферного давления с высотой. Барическая ступень. Парообразование и конденсация. Насыщенный и ненасыщенный пар. Водяной пар в атмосфере. Определение атмосферного давления на различных высотах над уровнем моря. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Определение вероятности выпадения и количества атмосферных осадков.*

**Задача 1.** Определите, какова разница абсолютных высот горных вершин А и Б, если известно что у подножья горы А, находящемся на высоте 450 м над уровнем моря, атмосферное давление составляет 980 мб (миллибар). На вершине горы А давление понизилось до 665 мм. У подножья горы Б на высоте 350 м давление составляло 1000 мб, а при поднятии на вершину оно понизилось до 700 мм.

*Решение.*

1. Определим разность давлений у подножья и на вершине горы А.

$$980 \text{ мб} \cdot 0,75 = 735 \text{ мм};$$

$$735 \text{ мм} - 665 \text{ мм} = 70 \text{ мм.}$$

2. Давление при поднятии на каждые 100 м понижается на 10 мм, следовательно, по разнице давлений можно определить относительную высоту горы А:

$$70 \text{ мм} / 10 \cdot 100 \text{ м} = 700 \text{ м.}$$

3. Абсолютная высота горы А равна:

$$450 \text{ м} + 700 \text{ м} = 1150 \text{ м.}$$

4. Определим разность давлений у подножья и на вершине горы Б:

$$750 \text{ мм} - 700 \text{ мм} = 50 \text{ мм.}$$

5. По разнице давлений определим относительную высоту горы Б:

$$50 \text{ мм} / 10 \cdot 100 \text{ м} = 500 \text{ м.}$$

6. Абсолютная высота горы Б равна:

$$350 \text{ м} + 500 \text{ м} = 850 \text{ м.}$$

7. Разница абсолютных высот гор А и Б:

$$1150 - 850 = 330 \text{ м.}$$

**Задача 2.** На метеопосту в г. Гродно (90 м над уровнем моря) барометр показывает давление 980 мб. Каково показание барометра в это же время на горе Дзержинская (с точностью до 1 мм рт. ст.), если Гродно и гора Дзержинская одинаково удалены от центра циклона, который находится на территории Литвы и имеет правильную сферическую форму?

*Решение.*

1. Находим разницу абсолютных высот:

$$345 \text{ м} - 90 \text{ м} = 255 \text{ м.}$$

2. С поднятием вверх давление понижается на 10 мм на каждые 100 м (или на 10 мб на 75 м). Следовательно, давление изменится на:

$$(255 / 100) \cdot 10 \text{ мм} = 25,5 \text{ мм.}$$

3. Для горы Дзержинская оно составит:

$$980 \text{ мб} = 735 \text{ мм рт. ст.} (980 \cdot 0,75);$$

$$735 \text{ мм} - 25,5 \text{ мм} = 709 \text{ мм рт. ст.}$$

**Задача 3.** Размеры школьного класса  $10 \times 10 \times 3 \text{ м}$ . Исходная температура воздуха в классе  $+20^\circ\text{C}$ , максимальная влажность воздуха при такой температуре составляет  $17 \text{ г/м}^3$ . В воздухе содержится  $4590 \text{ г}$  воды. Рассчитайте относительную влажность воздуха.

*Решение.*

Объем класса —  $300 \text{ м}^3$ . При максимальной влажности он может содержать воды:

$$300 \cdot 17 = 5100 \text{ г.}$$

Отсюда находим относительную влажность:

$$5100 / 100 \% = 4590 / x$$

$$x = 4590 / 5100 \cdot 100 \% = 90 \%.$$

**Задача 4.** Размеры аудитории для централизованного тестирования  $15 \times 10 \times 5$  м. Исходная температура воздуха в ней  $+22^\circ\text{C}$  при относительной влажности 90 %. Определите, сколько граммов росы выпадет при проветривании аудитории, если температура понизилась до  $+18^\circ\text{C}$ , при этом абсолютная влажность при  $+22^\circ\text{C}$  составляла  $20 \text{ г/м}^3$ , а при  $+18^\circ\text{C}$  —  $15 \text{ г/м}^3$ .

*Решение.*

Объем класса —  $750 \text{ м}^3$ . В воздухе класса содержится  $750 \cdot 20 \cdot 0,9 \text{ г}$  воды =  $13\,500 \text{ г}$ . При температуре  $+18^\circ\text{C}$  может быть максимум  $11\,250 \text{ г}$ , т. е. росы выпадет  $13\,500 - 11\,250 \text{ г} = 2\,250 \text{ г}$ .

**Задача 5.** Какова упругость водяных паров ( $e$ ) (абсолютная влажность), если относительная влажность  $f(r)$  составляет 40 %, а максимальная ( $E$ ) —  $38,9 \text{ гПа}$ ?

*Решение.* Находим плотность водяного пара по формуле

$$e = r \cdot E / 100 \%,$$

где  $e$  — плотность водяного пара;  $E$  — максимальная упругость (влажность);  $r(f)$  — относительная плотность (упругость) водяного пара.

Таким образом, упругость водяного пара равна  $(40 \% \cdot 38,9 \text{ гПа}) / 100 \% = 15,56 \text{ гПа}$ .

**Задача 6.** Какова максимальная упругость водяных паров ( $E$ ) (максимальная влажность), если относительная влажность  $f(r)$  составляет 73 %, а упругость водяных паров ( $e$ ) (абсолютная влажность) —  $11,6 \text{ гПа}$ ?

*Решение.* Находим максимальную упругость водяных паров по формуле

$$E = e / r \cdot 100 \%,$$

где  $e$  — плотность водяного пара;  $E$  — максимальная упругость (влажность);  $r(f)$  — относительная плотность (упругость) водяного пара.

Следовательно, максимальная влажность равна  $(11,6 \text{ гПа} / 73 \%) \cdot 100 \% = 15,89 \text{ гПа}$ .

**Задача 7.** Определите дефицит влажности, если известны максимальная упругость водяных паров ( $E = 26 \text{ гПа}$ ) и абсолютная влажность (упругость водяных паров) ( $e = 8,4 \text{ гПа}$ ).

*Решение.*

1. Находим относительную плотность (влажность) водяного пара:

$$r = e / E \cdot 100 \%;$$

$$(8,4 \text{ гПа} / 26 \text{ гПа}) \cdot 100 \% = 32 \%.$$

2. Находим дефицит влажности:

$$100 \% - 32 \% = 68 \%.$$

**Задача 8.** По данным табл. 1.1 постройте график зависимости максимальной упругости паров  $E$  от температуры воздуха. Определите, как и насколько изменится относительная влажность воздуха  $f(r)$ , если в 9 ч утра температура воздуха ( $t_1$ ) составляла  $+4,1^\circ\text{C}$ , плотность (упругость = абсолютная влажность) водяного пара ( $e_1$ ) —  $4,1$  гПа. К 15 часам температура ( $t_2$ ) повысилась до  $+9,4^\circ\text{C}$ , а плотность водяного пара ( $e_2$ ) — до  $5,2$  гПа.

Таблица 1.1. Значения упругости в зависимости от температуры

Температура $t, ^\circ\text{C}$	Максимальная упругость $E$ , гПа
-40	0,1
-30	0,5
-20	1,2
-10	2,8
0	6,1
10	12,3
20	23,3
30	42,4
40	73,7

*Решение.* Находим относительную упругость водяного пара по формуле

$$f = (e / E) \cdot 100 \%,$$

где  $f$  — относительная плотность (упругость) водяного пара;  $e$  — плотность водяного пара;  $E$  — максимальная упругость (влажность).

По табл. 1.1 на основании температур находим максимальную влажность. Она составит 8,19 и 11,79 соответственно. Следовательно:

1) утром относительная влажность:

$$f_1 = 4,1 / 8,19 \cdot 100 = 50 \%;$$

2) в 15 ч она будет:

$$f_2 = 5,2 / 11,79 \cdot 100 = 44 \%;$$

3) разница составит:

$$f_1 - f_2 = 50 \% - 44 \% = 6 \%.$$

*Ответ.* К 15 ч относительная влажность уменьшится на 6 %.

**Задача 9.** На метеорологической станции, высота которой над уровнем моря составляет 200 м, атмосферное давление равно 1000 гПа, барическая ступень составляет 8 м / 1 гПа. Укажите, какое давление будет над уровнем моря.



*Решение.* Барическая ступень — это разность высот двух точек на одной вертикали, соответствующих разности атмосферного давления в 1 мб между этими точками. Барическая ступень тем больше, чем ниже давление, поэтому с высотой она увеличивается. На уровне моря при стандартном давлении в 1000 мб и температуре 0°C барическая ступень равна 8 м на 1 мб. На высоте около 5 км давление в два раза ниже и барическая ступень составляет около 15 м на 1 мб.

*Ответ.* На высоте 200 м атмосферное давление равно 1000 гПа, барическая ступень составляет 8 м / 1 гПа. Давление с высотой в атмосфере падает. Таким образом, над уровнем моря давление будет 1025 гПа ( $200 / 8 = 25$  гПа;  $1000 + 25 = 1025$  гПа).

**Задача 10.** Альпинист спускался с вершины и, сделав привал, вскипятил воду. Опустив термометр, он сделал небольшие расчеты и понял, что он находится на высоте 1600 м. Как он это определил? Какую температуру показывал термометр, если барическую ступень считать равной 10 мм / 1000 м?

*Решение.* При нормальном давлении 760 мм рт. ст. = 1013 гПа (1 мм рт. ст. = 0,75 гПа) температура кипения воды равна +100°C, при давлении в 610 Па вода кипит при 0°C. Отсюда находим барический градиент кипения воды:

$$(101300 - 610) / 100 = 1006,9 \text{ Па} = 10,069 \text{ гПа} = 7,552 \text{ мм},$$

т. е. с понижением давления на каждые 7,552 мм температура кипения понижается на 1°C.

Зная барическую ступень и высоту привала, определим на привале перепад атмосферного давления по отношению к уровню моря:

$$(1600/1000) \cdot 100 = 160 \text{ мм}.$$

Определяем температуру кипения воды на привале:

$$1) 160 / 7,552 = 21,2^\circ\text{C};$$

$$2) 100 - 21,2 = 79,8.$$

*Ответ.* Температура кипения воды при указанной барической ступени составит +79,8°C.

## 1.5. Географические задачи гидрологического содержания

*Термины и понятия.* Скорость течения, площадь поперечного сечения, расход воды, объем и величина стока, уклон и падение русла. Изобатический градиент. Термический режим. Термический градиент. Коэффициент извилистости (меандрирования).

**Задача 1.** Скорость течения реки Неман в районе деревни Синявская Слобода составляет 0,8 м/с. Ширина реки на рассматриваемом участке

равна 15 м, а средняя глубина — 1,2 м. Определите объем стока реки за год. Результат округлите до кубических метров.

*Решение.*

1. Находим площадь поперечного сечения реки:

$$15 \text{ м} \cdot 1,2 \text{ м} = 18 \text{ м}^2.$$

2. Находим расход воды:

$$18 \text{ м}^2 \cdot 0,8 \text{ м/с} = 14,4 \text{ м}^3/\text{с}.$$

3. Находим объем стока за год:

$$14,4 \text{ м}^3 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365 = 454 \, 118 \, 400 \text{ м}^3 = 454 \text{ км}^3.$$

**Задача 2.** Река А берет свое начало из горного ледника, расположенного на высоте 3270 м и впадает в море. При этом на протяжении 394 км она имеет горный характер, а на протяжении 2476 км — равнинный. Река Б длиной 785 км имеет исток на высоте 4958 м и впадает в высокогорное озеро, расположенное на высоте 2843 м. Определите, на сколько отличаются средний уклон и падение у рек А и Б?

*Решение.*

1. Падение реки — разность между истоком и устьем. У реки А, которая впадает в море, падение равно 3270 м. У реки Б падение равно  $4958 - 2843 = 2115$  м.

2. Уклон реки — отношение падения к длине. У реки А общая длина составляет  $394 \text{ км} + 2476 \text{ км} = 2870 \text{ км}$ . Уклон реки А равен  $3270 \text{ м} / 2870 \text{ км} = 1,14 \text{ м/км}$ . У реки Б уклон равен  $2115 \text{ м} / 785 \text{ км} = 2,69 \text{ м/км}$ .

3. Разница падения рек:  $3270 - 2115 = 1155$  м.

4. Разница среднего уклона рек:  $2,69 - 1,14 = 1,55 \text{ м/км}$ .

*Ответ.* Река А имеет большее падение, чем река Б на 1155 м. Река Б имеет больший уклон, чем река А на 1,55 м/км.

**Задача 3.** Истоки Днепра и Волги находятся на высотах 250 и 260 м соответственно, длина рек составляет 3700 и 2280 км, при этом устье Волги на 28 м ниже уровня мирового океана. Насколько раньше вода истока Днепра достигнет его устья, чем вода Волги, если принять, что водохранилища на реках отсутствуют, а скорость течения прямо пропорциональна величине падения и возрастает на 0,1 м/с на каждую промилле падения? Время округлите до целых суток.

*Решение.*

1. Находим среднее падение рек:

$$\text{для Волги: } (260 \text{ м} + 28 \text{ м}) / 3700 \text{ км} = 7,8 \text{ ‰};$$

$$\text{для Днепра: } 250 / 2280 = 10,9 \text{ ‰}.$$

2. Скорость течения рек составит:

$$\text{для Волги: } 7,8 \cdot 0,1 = 0,78 \text{ м/с (2,808 км/ч)};$$

для Днепра:  $10,9 \cdot 0,1 = 1,09$  м/с (3,934 км/ч).

3. Время в пути:

для Волги:  $3700 \text{ км} / 2,808 \text{ км/ч} = 1317,66 \text{ ч}$ ;

для Днепра:  $2280 / 3,934 = 579,56 \text{ ч}$ .

4. Разница составит:

$$1317,66 \text{ ч} - 579,56 \text{ ч} = 738,1 \text{ ч} (\sim 31 \text{ суток}).$$

**Задача 4.** Река, берущая начало в горах, протекает через озеро Белое и впадает в озеро Голубое, абсолютная высота водного зеркала которого равна 376 м. По характеру течения реку между двумя озерами можно разделить на три участка: первый (протяженностью 230 км) имеет средний уклон 3,4 ‰; второй (протяженностью 148 км) имеет средний уклон 2,5 ‰, третий (протяженностью 726 км) имеет средний уклон 0,8 ‰. Определите абсолютную высоту истока реки, если он располагается на 120 м выше озера Белое.

*Решение.*

1. Чтобы узнать абсолютную высоту истока необходимо знать падение реки на всем протяжении:

1)  $230 \cdot 3,4 = 782 \text{ м}$ ;

2)  $148 \cdot 2,5 = 370 \text{ м}$ ;

3)  $726 \cdot 0,8 = 580,8$ .

2. Таким образом, общее падение составит:  $782 + 370 + 580,8 = 1732,8 \text{ м}$ .

3. Находим абсолютную высоту истока:  $376 + 1732,8 + 120 = 2228,8 \text{ м}$ .

**Задача 5.** Кратчайшее расстояние между истоком и устьем у реки Белая Натопа 22 км. Коэффициент извилистости реки составляет 1,3, а уклон реки — составляет 0,25 ‰. Найдите общее падение реки.

*Решение.*

Общее падение реки — это превышение истока над устьем. Его можно вычислить через уклон реки:

$$i = h / L,$$

где  $i$  — уклон реки;  $h$  — общее падение;  $L$  — длина реки.

Таким образом,  $h = L \cdot i$ .

Находим длину реки:  $22 \cdot 1,3 = 28,6 \text{ км}$ .

Находим общее падение:  $28,6 \text{ км} \cdot 0,25 \text{ ‰} = 7,15 \text{ м}$ .

**Задача 6.** Каким будет коэффициент извилистости реки Черная Натопа, если известно, что кратчайшее расстояние между истоком и устьем равно 36 км. Высота уреза воды в устье реки составляет 165 м, а при впадении в реку Сож она имеет высоту уреза воды 152 м, а уклон реки составляет 0,27 ‰.

*Решение.*

Общую длину реки можно найти, зная ее уклон и падение:

Падение составит:  $165 \text{ м} - 152 \text{ м} = 13 \text{ м}$ .

Находим общую длину реки:

$$i = h/L,$$

где  $i$  — уклон реки;  $h$  — общее падение;  $L$  — длина реки.

Таким образом,  $L = h/i$ , т. е.  $13 / 0,27 = 48,15$ .

Коэффициент извилистости составит:  $48,15 / 36 = 1,34$ .

**Задача 7.** Пользуясь данными табл. 1.2, постройте графики распределения стока рек по месяцам, по построенным графикам рассчитайте:

- 1) падение и уклон рек;
- 2) какая из рек протекает в:
  - а) экваториальном климатическом поясе,
  - б) субэкваториальном поясе;
- 3) у какой реки большая скорость течения.

Таблица 1.2. Показатели, характеризующие обе реки

№ рек	Длина реки, км	Абсолютная высота, м		Распределение стока по месяцам, м <sup>3</sup> /с											
		Исток	Устье	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	3925	4370	728	160	170	340	520	660	3960	5460	4200	1200	440	320	210
2	3280	6264	0	2960	3270	3810	4280	3950	3110	3230	3740	4160	3980	3350	

*Ответ.*

1. Падение первой реки:  $h_1 = (4370 - 728) = 3642$  м.

Падение второй реки:  $h_2 = (6264 - 0) = 6264$  м.

Уклон первой реки:  $i_1 = 3642 \text{ м} / 3925 \text{ км} = 0,93 \text{ м/км}$  или 0,93‰ (промилле).

Уклон второй реки:  $i_2 = 6264 \text{ м} / 3280 \text{ км} = 1,91 \text{ м/км}$  или 1,91‰ (промилле).

2. Первая — в субэкваториальном поясе.

Вторая — в экваториальном.

3. Скорость течения зависит от уклона реки и прямо связана с ним, поэтому у второй реки она в два раза выше ( $1,91 / 0,93 = 2,05$ ).

Самостоятельно рассчитайте процентное распределение стока по сезонам года.

**Задача 8.** Глубина озера — 54,0 м. Летом температура воды на поверхности прогрелась до +22°C. Показателем термического режима озера является значение термического градиента. Определите значение температуры воды у дна (на глубине 12 м) и значение термического градиента с точностью до сотых (0,00).

*Решение.*

Термический градиент определяется как изменение температуры воды на 1 м глубины.

Температура воды на дне всегда +4 °C (температура максимальной плотности воды), значение градиента:  $22 - 4 = 18 / 50,0 \text{ м} = 0,36^\circ\text{C}$  на 1 м. На 12 м это

составит  $+4,32$  °С. Следовательно, на глубине 12 м исходя из термического градиента температура воды равна  $22 - 4,32 = +17,68$  °С.

**Задача 9.** Скорость течения реки, вытекающей из горного озера, составляет  $1,5$  м/с, ширина реки —  $20$  м, средняя глубина —  $1,8$  м. Определите, каким должен быть расход воды в водопаде ( $\text{м}^3/\text{с}$ ), впадающем в озеро, чтобы поверхность горного озера примерной площадью  $150 \text{ км}^2$  сохранялась на одном уровне, если средний слой испарения за год составляет  $1,5$  м.

*Решение.*

Полный объем испаряемой воды в озере составит:  $1,5 \cdot 10^8 \text{ м}^2 \cdot 1,5 \text{ м} = 2,25 \cdot 10^8 \text{ м}^3$  в год.

Следовательно, в секунду:  $2,25 \cdot 10^8 \text{ м}^3 / 365 / 24 / 60 / 60 = 7 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Находим площадь поперечного сечения реки:  $20 \text{ м} \cdot 1,8 \text{ м} = 36 \text{ м}^2$

Расход воды в вытекающей реке составит:  $36 \text{ м}^2 \cdot 1,5 \text{ м/с} = 54 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Таким образом, для компенсации общих потерь воды и поддержания уровня воды в озере каждую секунду водопад должен приносить  $7 \text{ м}^3/\text{с} + 54 \text{ м}^3/\text{с} = 61 \text{ м}^3/\text{с}$  воды.

**Задача 10.** Как определить ширину русла реки при отсутствии переправы?

*Решение.*

С задачей подобного рода исследователю приходится часто сталкиваться в полевых условиях. Однако рассчитать это можно достаточно точно и быстро (рис. 1.7).

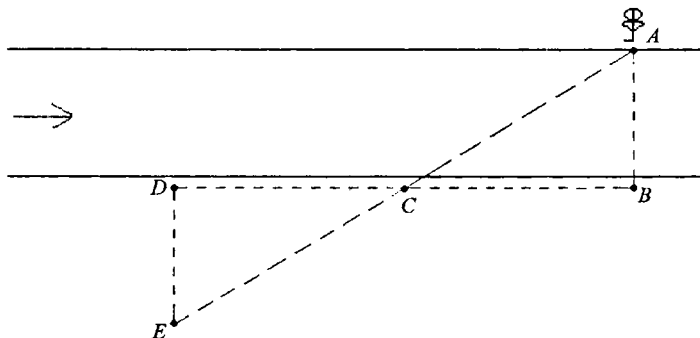


Рис. 1.7. Определение ширины русла реки

1. Для измерения ширины русла намечаем на противоположном берегу какой-либо предмет, по линии перпендикулярной ширине русла (в данном случае это дерево, отрезок  $AB$ ).

2. Откладываем определенный отрезок, перпендикулярный отрезку  $AB$ , вдоль русла ( $BC$ ).
3. Откладываем отрезок такой же длины, как и  $BC$ , в том же направлении ( $CD$ ).
4. Из точки  $D$  движемся в направлении от русла, перпендикулярно отрезку  $CD$  до тех пор, пока точки  $E - C - A$  не станут на прямой линии ( $AE$ ).
5. Отрезок  $DE$  будет показывать ширину реки, поскольку он равен отрезку  $AB$ .

## 1.6. Задачи астрономического содержания

*Термины и понятия, знания. Движение Земли вокруг Солнца. Полярный день и полярная ночь. Осевое вращение Земли. Линейная и угловая скорость вращения земли. Счет времени и чье пояса Земли. Среднесолнечное время. Местное и поясное время. Линия перемены дат.*

**Задача 1.** Определите с точностью до мин, на какую величину отличается продолжительность светового дня в населенных пунктах  $A$  и  $B$  северного полушария, если в один и тот же день восход Солнца в пункте  $A$  был зафиксирован по азимуту  $72^\circ$ , а в пункте  $B$  — по азимуту  $66^\circ$ ; закат — по азимуту  $288^\circ$  и  $306^\circ$  соответственно.

*Решение.*

1. Определим угловое расстояние между восходом и закатом Солнца в пунктах  $A$  и  $B$ :

$$A: 288^\circ - 72^\circ = 216^\circ;$$

$$B: 306^\circ - 66^\circ = 240^\circ.$$

2. Полный оборот вокруг оси Земля делает за 24 ч, следовательно,  $1^\circ$  Солнце по горизонту проходит за 4 мин.

3. Определим продолжительность дня в пунктах:

$$A: 216^\circ \cdot 4 = 864 \text{ мин};$$

$$B: 240^\circ \cdot 4 = 960 \text{ мин}.$$

4. Находим разницу:

$$960 - 864 = 96 \text{ мин} = 1 \text{ ч } 36 \text{ мин}.$$

**Задача 2.** Определите азимут заката Солнца и пору года в Минске (находится на параллели  $54^\circ$  северной широты), если продолжительность светового дня составила 15 ч 36 мин, а восход Солнца был зафиксирован по азимуту  $69^\circ$ .

*Решение.*

Земля при суточном вращении поворачивается за 1 ч на  $15'$  (или на  $1^\circ$  за 4 мин).

Находим на сколько градусов она повернется за световой день: 15 ч 36 мин ( $15,6 \text{ ч}$ )  $\cdot 15 = 234^\circ$ .

Следовательно, закат солнца будет зафиксирован по азимуту  $303^\circ$  ( $234^\circ + 69^\circ$ ).

**Задача 3.** Определите с точностью до минут разницу в местном (среднесолнечном) времени между городами, расположенными на экваторе, если расстояние между городами А и Б, измеренное по карте масштаба 1:1 500 000, равно 17,8 см. Карты построены в проекции, не имеющей искажений длин линий.

*Решение.*

1. Находим исходя из масштаба карты расстояние между городами:

$$17,8 \text{ см} \cdot 15 \text{ км} = 267 \text{ км.}$$

2. Вычисляем это расстояние в градусах:

$$267 / 111,3 = 2^{\circ}40'.$$

3. Зная, что 1° солнце проходит за 4 мин, находим разницу во времени:

$$4 \cdot 2^{\circ}40' = 8^{\circ}16' = 10^{\circ}40' \\ 9,6' = 2^{\circ}36''$$

**Задача 4.** Назовите, какая пора года может быть в населенном пункте С, расположенном в северном полушарии, если в один и тот же день восход Солнца в пункте А был зафиксирован по азимуту 70°, а закат — по азимуту 245° соответственно.

*Решение.*

1. Определим угловое расстояние между восходом и закатом Солнца в пункте Б:

$$225^{\circ} - 105^{\circ} = 120^{\circ}.$$

2. Полный оборот вокруг оси Земля делает за 24 ч, следовательно, 1° Солнце по горизонту проходит за 4 мин.

3. Определим продолжительность дня в пункте А:

$$120^{\circ} \cdot 4 = 480 \text{ мин.}$$

Таким образом, продолжительность светового дня составит:

$$720 \text{ мин} / 60 = 8 \text{ ч.}$$

*Ответ.* Пора года — зима.

**Задача 5.** Рассчитайте, на сколько времени фактически раньше Солнце восходит в Могилеве (координаты 53°55' северной широты; 30°53' восточной долготы), чем в Минске (координаты 54° северной широты и 27°30' восточной долготы).

*Решение.*

1. Разность по долготе между городами равна:

$$30^{\circ}53' - 27^{\circ}30' = 3^{\circ}23'.$$

2. За 1 ч Земля поворачивается на 15° (360° / 24 ч), т. е. 1 ч соответствует 15°, а 1° — 4 мин (60/15).

3. Следовательно, на 3°23' Земля повернется за:

$$4 \text{ мин} \cdot 3 \text{ и } 23/60 = 13 \text{ мин } 32 \text{ с.}$$

**Задача 6.** Насколько раньше взойдет Солнце в восточных пригородах Минска (координаты  $54^\circ$  северной широты и  $28^\circ$  восточной долготы) по сравнению с западными пригородами, если расстояние между ними составляет 20 км?

*Решение.*

1. Расстояние в  $1^\circ$  долготы на широте Минска составит:

$$111,2 \cdot \cos 54^\circ = 111,2 \cdot 0,588 = 65,39 \text{ км.}$$

2. Земля проходит  $1^\circ$  за 4 мин, поэтому, чтобы повернуться на расстояние 20 км ей необходимо:

$$65,39 \text{ км} / 240 \text{ с} = 20 \text{ км} / x = 240 \cdot 20 / 65,39 = 73,4 \text{ с} = 1 \text{ мин } 13 \text{ с.}$$

**Задача 7.** Рассчитайте, на сколько времени фактически раньше Новый год наступит в Могилеве (координаты  $53^\circ 55'$  северной широты;  $30^\circ 53'$  восточной долготы), чем в Бресте (координаты  $52^\circ 10'$  северной широты;  $23^\circ 55'$  восточной долготы).

*Решение.*

1. Разность по долготе между городами равна:

$$30^\circ 53' - 23^\circ 55' = 6^\circ 58'.$$

2. За 1 ч Земля поворачивается на  $15^\circ$  ( $360^\circ / 24 \text{ ч}$ ), т. е. 1 ч соответствует  $15^\circ$ , а  $1^\circ$  — 4 мин ( $60/15$ ).

3. Следовательно, на  $6^\circ 58'$  Земля повернется за:

$$4 \text{ мин} \cdot 6 \text{ и } 58 / 60 = 27 \text{ мин } 52 \text{ с.}$$

**Задача 8.** Назовите пору года в населенном пункте А, расположенном в северном полушарии, если в один и тот же день восход Солнца в пункте А был зафиксирован по азимуту  $72^\circ$ , а закат — соответственно по азимуту  $288^\circ$ .

*Решение.*

1. Определим угловое расстояние между восходом и закатом Солнца в пункте А:

$$288^\circ - 72^\circ = 216^\circ.$$

2. Полный оборот вокруг оси Земля делает за 24 ч, следовательно,  $1^\circ$  Солнце по горизонту проходит за 4 мин.

3. Определим продолжительность дня в пункте А:

$$216^\circ \cdot 4 = 864 \text{ мин.}$$

Таким образом, продолжительность светового дня составит:

$$864 \text{ мин} / 60 = 14,4 \text{ ч.}$$

*Ответ.* Пору года — лето.

**Задача 9.** Назовите, какая пора года может быть в населенном пункте Б, расположенном в северном полушарии, если в один и тот же день



восход Солнца в пункте А был зафиксирован по азимуту  $95^\circ$ , а закат — соответственно по азимуту  $275^\circ$ .

*Решение.*

1. Определим угловое расстояние между восходом и закатом Солнца в пункте В:

$$275^\circ - 95^\circ = 180^\circ.$$

2. Полный оборот вокруг оси Земля делает за 24 ч, следовательно,  $1^\circ$  Солнце по горизонту проходит за 4 мин.

3. Определим продолжительность дня в пункте А:

$$180^\circ \cdot 4 = 720 \text{ мин.}$$

Таким образом, продолжительность светового дня составит:

$$720 \text{ мин} / 60 = 12 \text{ ч.}$$

*Ответ.* Пора года — весна (осень).

**Задача 10.** Самолет вылетел из Москвы в 7 ч по московскому времени и приземлился в Нью-Йорке в 13 ч по нью-йоркскому времени. Обрато он вылетел в 3 ч по нью-йоркскому времени и приземлился в Москве в 21 ч по московскому времени. Определите разницу в часовых поясах между Москвой и Нью-Йорком.

*Решение.*

1. Находим время самолета в пути:

$$13 - 7 = 6 \text{ ч;}$$

$$21 - 3 = 18 \text{ ч.}$$

2. Находим разницу в часовых поясах:

$$(18 + 6) / 2 = 12 \text{ ч.}$$

**Задача 11.** Определите с точностью до минут разницу в местном (среднесолнечном) времени между городами, расположенными на экваторе, если расстояние между городами А и Б, измеренное по карте М 1:1 500 000, равно 15,8 см. Карты построены в проекции, не имеющей искажений длин линий.

*Решение.*

1. Находим (исходя из масштаба карты) расстояние между городами:

$$15,8 \text{ см} \cdot 15 \text{ км} = 237 \text{ км.}$$

2. Вычисляем расстояние в градусах:

$$237 / 111,3 = 2'13'.$$

3. Зная, что  $1^\circ$  солнце проходит за 4 мин, находим разницу во времени:

$$4 \cdot 2'13' = 8'52'.$$

**Задача 12.** Какова должна быть скорость военного самолета (с точностью до 1 км), летящего из Минска (координаты  $54^\circ$  северной широты и  $27^\circ 30'$  восточной долготы) строго в западном направлении, чтобы для пилотов время двигалось в обратном направлении с той же «скоростью», как обычно движется вперед (за каждый ч пути — стрелки необходимо переводить на 2 ч назад)?

*Решение.*

1. Находим скорость вращения Земли на  $54^\circ$  северной широты

$$111,2 \cdot \cos 54^\circ \cdot 15 = 111,2 \cdot 0,588 \cdot 15 = 980,784 \text{ км/ч.}$$

2. При скорости самолета, вдвое превышающей скорость вращения Земли (найденная величина), время для пассажиров будет двигаться в обратном направлении с той же «скоростью», как обычно движется вперед:

$$980,784 \text{ км/ч} \cdot 2 = 1962 \text{ км/ч.}$$

**Задача 13.** Насколько отличается поясное и среднее солнечное время между Брестом и Костюковичами, если долгота Бреста составляет  $23^\circ 42'$ , а Костюкович —  $32^\circ 08'$ ?

*Решение.*

Поскольку оба города находятся в одном часовом поясе (долгота Бреста —  $23^\circ 42'$ , Костюкович —  $32^\circ 08'$ ), поясное время между ними не отличается.

Среднее солнечное время зависит от значения долготы ( $8^\circ 26'$ ), переведенного в разницу времени — 33 мин 44 с.

**Задача 14.** Определите географическую долготу местонахождения корабля с точностью до минут если известно, что местное солнечное время на корабле 15 апреля составляет 19 ч 42 мин, а по Гринвичу в это время уже 16 апреля 0 ч 16 мин.

*Решение.*

1. Разница во времени между кораблем и Гринвичем составляет 0 ч 16 мин — 19 ч 42 мин = 4 ч 34 мин.

2. Поскольку угловая скорость вращения Земли составляет  $1^\circ$  за 4 мин, расстояние в градусах между кораблем и Гринвичем составит  $4 \text{ ч } 34 \text{ мин} / 4 = 68,5'$ , т. е.  $68^\circ 30'$ . На корабле местное время меньше, следовательно, он находится западнее, т. е.  $68^\circ 30'$  западной долготы.

**Задача 15.** Из Минска на самолете в Эдмонтон (Канада) с двумя промежуточными посадками вылетела сборная спортсменов. Рассчитайте точную дату и поясное время прибытия экспедиции в каждый из аэропортов, если известно, что самолет вылетел из Минска 25 марта в 10:00 по местному времени и совершил первую посадку в Новосибирске че-

рез 4 ч после взлета. На заправку потребовалось 2 ч, после чего полет длился 5 ч, и самолет приземлился в Петропавловске-Камчатском. Через 2 ч самолет вновь взлетел и за 6 ч преодолел расстояние до конечного пункта перелета. Скорость самолета примерно равна скорости вращения Земли.

*Решение.*

Если скорость самолета примерно равна скорости вращения Земли, то при полете с востока на запад местное время не меняется, а при полете с запада на восток — за 1 ч полета увеличивается на 2 ч. В Канаде не действует декретное время, поэтому местное время там отстает от принятого в Петропавловске-Камчатском (кроме поправки на чье пояса) еще на один час. Между Эдмонтоном и Петропавловском-Камчатским самолет пересекает линию перемены дат, при полете на запад число месяца увеличивается на единицу, при полете на восток — уменьшается. Расчет времени приведен в табл. 1.3.

Таблица 1.3. Расчет времени

Город	Дата	Прилет	Вылет
Минск	25 марта	—	10
Новосибирск	25 марта	18	20
Петропавловск-Камчатский	26 марта	6	8
Эдмонтон	25 марта	20	—

**Задача 16.** Рассчитайте точную дату и поясное время прибытия сборной в каждый из аэропортов, если она будет перелетать из Эдмонтона в Минск в те же дни, что и в задаче 15, с тем же графиком, но в обратном направлении.

*Решение.*

Расчет времени приведен в табл. 1.4.

Таблица 1.3. Расчет времени

Город	Дата	Прилет	Вылет
Эдмонтон	25 марта	—	10
Петропавловск-Камчатский	26 марта	11	13
Новосибирск	26 марта	13	15
Минск	26 марта	15	—

**Задача 17.** Определите, между какими парами городов, расположенных на экваторе, местное (среднесолнечное) время различается на большую величину. Рассчитайте разницу в местном времени с точностью

до минут. Расстояние между городами А и Б, измеренное по карте М 1:12 500 000 равно 17,8 см, а расстояние между городами В и Г, измеренное по карте М 1:75 000 000 составляет 4,3 см. Карты построены в проекции, не имеющей искажений длин линий.

*Решение.*

1. Находим расстояние на местности между городами:

$$АБ: 125 \text{ км} \cdot 17,8 = 2225 \text{ км};$$

$$ВГ: 750 \text{ км} \cdot 4,3 = 3225 \text{ км}.$$

2. Находим расстояние между городами в градусах:

$$АБ: 2225 \text{ км} / 111,3 = 20^\circ;$$

$$ВГ: 3225 \text{ км} / 111,3 = 30^\circ.$$

Поскольку при вращении Земли время различается на 4 мин за  $1^\circ$ , разница во времени для городов составит:

$$АБ: 20 \cdot 4 = 80 \text{ мин};$$

$$ВГ: 30 \cdot 4 = 120 \text{ мин}.$$

**Задача 18.** Определите высоту Солнца над горизонтом в день летнего солнцестояния в полдень в Санкт-Петербурге. Где еще на Земле в этот день в полдень Солнце будет находиться на такой же высоте над горизонтом?

*Решение.*

1. Полуденная высота Солнца над горизонтом на данной параллели равна разности между высотой Солнца над параллелью, над которой оно стоит в зените, и разницей в широте между этими параллелями. Так как в день летнего солнцестояния Солнце в полдень находится в зените над северным тропиком (параллель  $23,5^\circ$  северной широты), высота Солнца над горизонтом в Санкт-Петербурге в день летнего солнцестояния составит  $90^\circ - (60^\circ - 23,5^\circ) = 53,5^\circ$ .

2. Полуденная высота Солнца над горизонтом одинакова на параллелях, расположенных на одинаковом расстоянии (выраженном в градусах) от параллели, над которой Солнце стоит в зените. Санкт-Петербург находится от тропика на расстоянии  $60^\circ - 23,5^\circ = 36,5^\circ$ . На расстоянии  $36,5^\circ$  от северного тропика расположена параллель  $23,5^\circ - 36,5^\circ = -13^\circ$  (параллель  $13^\circ$  южной широты).

**Задача 19.** На какой из параллелей ( $30^\circ$  северной широты,  $10^\circ$  северной широты, на экваторе,  $10^\circ$  южной широты,  $30^\circ$  южной широты) Солнце в полдень будет находиться ниже всего над горизонтом в день, когда Земля находится на орбите в положении 1, показанном на рис. 1.8? Свой ответ обоснуйте.

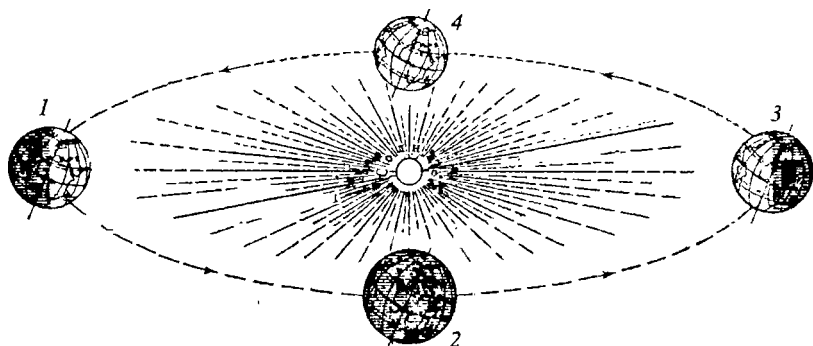


Рис. 1.8

Ответ.  $30^\circ$  южной широты.

В этот день Солнце находится в зените над Северным тропиком — день летнего солнцестояния. Полуденная высота Солнца на любой параллели зависит от удаленности от параллели, на которой в этот день Солнце стоит в зените. Дальше всего от Северного тропика расположена параллель  $30^\circ$  южной широты.

**Задача 20.** На какой из параллелей ( $20^\circ$  северной широты,  $10^\circ$  северной широты, на экваторе,  $10^\circ$  южной широты,  $20^\circ$  южной широты) будет наблюдаться максимальная продолжительность дня в день, когда Земля находится на орбите в положении 3, показанном на рис. 1.9? Свой ответ обоснуйте.

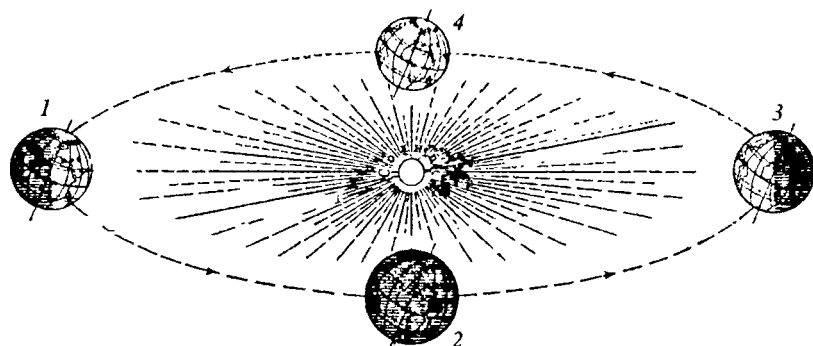


Рис. 1.9

Ответ.  $20^\circ$  южной широты.

В этот день Солнце находится в зените над Южным тропиком — день летнего солнцестояния для Южного полушария. В этот день продолжительность

дня с удалением от экватора возрастает в Южном полушарии и уменьшается — в Северном. Поскольку параллель  $20^\circ$  южной широты по условию задачи расположена дальше всего от Экватора, продолжительность дня на ней максимальна.

**Задача 21.** На какой из параллелей ( $40^\circ$  северной широты,  $20^\circ$  северной широты, на экваторе,  $20^\circ$  южной широты,  $50^\circ$  южной широты) будет наблюдаться минимальная продолжительность дня в день, когда Земля находится на орбите в положении 3, показанном на рис. 1.10? Свой ответ обоснуйте.

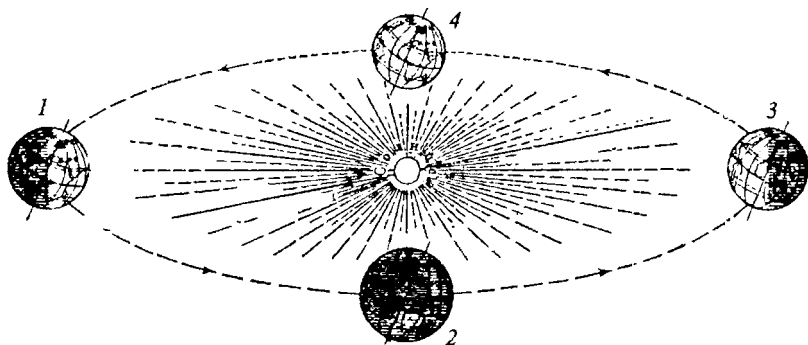


Рис. 1.10

*Ответ.*  $40^\circ$  северной широты

Это день зимнего солнцестояния для Северного полушария. Следовательно, Земля обращена к Солнцу южным полушарием и продолжительность дня с удалением от экватора возрастает в Южном полушарии и уменьшается — в Северном. День уменьшается при движении от Южного полярного круга к северному полярному кругу. Поскольку параллель  $40^\circ$  южной широты по условию задачи расположена дальше всего от Южного полярного круга, продолжительность дня на ней минимальна.

**Задача 22.** Назовите отрезки меридианов, на которых 22 июня в полночь по Гринвичу тень от Солнца будет падать на юг.

*Ответ.* Таких отрезков два. Первый — в Северном полушарии на нулевом меридиане между Северным полюсом и Северным полярным кругом. Второй — на  $180$ -м меридиане между Северным тропиком и южным полярным кругом.

**Задача 23.** Определите по карте, в столице какого европейского государства будут праздновать Новый год, если в этот момент в Петропавловске-Камчатском Солнце будет находиться в зените.

*Решение.*

Разница во времени составляет 12 ч, т. е. 12 часовых поясов. Поскольку Петропавловск-Камчатский находится в 11 часовом поясе, искомый город должен быть в 23 часовом поясе. Следовательно, это Рейкьявик (Исландия).

**Задача 24.** В каком из обозначенных на карте Северного полушария пунктов (рис. 1.11) Солнце будет находиться над горизонтом выше всего в 15 ч по Гринвичу? Свой ответ обоснуйте.

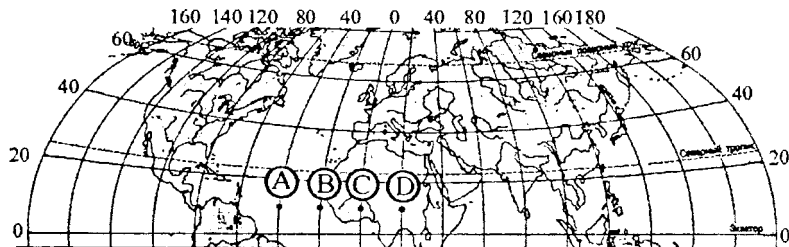


Рис. 1.11. Карта Северного полушария

*Ответ.* В пункте А, поскольку в этот момент на меридиане 45° западной долготы — полдень, а пункт А расположен ближе всего к меридиану 45° западной долготы, где Солнце в это время находится в зените.

**Задача 25.** Определите, в каком из обозначенных буквами на карте Северного полушария (рис. 1.12) пунктов стран (А, В или С) 22 декабря Солнце раньше (по Гринвичу) поднимется над горизонтом. Ход ваших рассуждений обоснуйте.

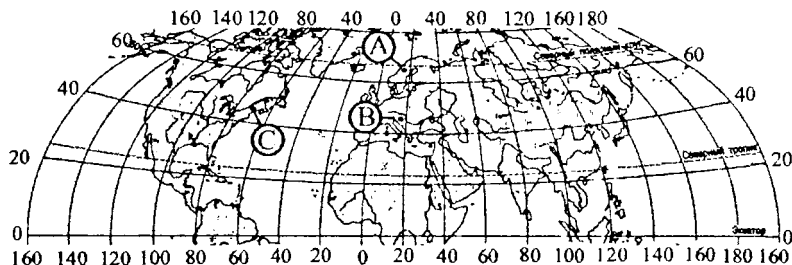


Рис. 1.12. Карта Северного полушария

*Ответ.* Раньше всего Солнце поднимется над горизонтом в пункте В, так как пункт В расположен южнее пункта А и восточнее пункта С.

**Задача 26.** Определите, в каком из пунктов, обозначенных буквами на карте Евразии (рис. 1.13), 1 августа Солнце будет находиться ниже

всего над горизонтом в 9 ч по солнечному времени Гринвичского меридиана. Свой ответ обоснуйте.

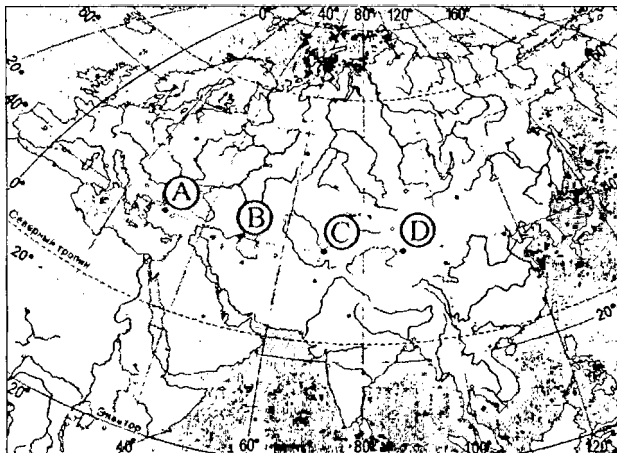


Рис. 1.13. Карта Евразии

Ответ. В пункте D, так как в этот момент на меридиане  $45^\circ$  восточной долготы — полдень (полуденный меридиан вычисляем как  $(12 - 9) \cdot 15^\circ$ ), а пункт D расположен дальше всего от полуденного меридиана

## 1.7. Географические задачи с геометрическим содержанием на определение угла падения солнечных лучей и высоты Солнца над горизонтом

*Термины и понятия, знания. Экватор. Тропики, полярные круги, день летнего и зимнего солнцестояния, день равноденствия. Основные теоретические понятия геометрии. Смежные и вертикальные углы. Признаки равенства треугольников. Сумма углов треугольника. Определение синуса, косинуса, тангенса угла. Теорема Пифагора. Решение треугольников. Окружность. Длина окружности. Площадь круга. Шар. Сечение шара плоскостью. Объем шара.*

**Задача 1.** Вычислите длину тени Национальной библиотеки в Минске (высота 72,6 м) в полдень 22 июня, зная, что примерные координаты Минска составляют  $54^\circ$  северной широты и  $27^\circ 30'$  восточной долготы. Результат округлите до метра.



*Решение.*

Длина тени будет равна высоте предмета, деленной на тангенс угла падения солнечных лучей.

1. Находим высоту солнца в Минске 22 июня.

1) разница по широте между Минском и северным тропиком, на котором в этот день солнце находится в зените, составит:

$$54^\circ - 23^\circ 30' = 30^\circ 30';$$

2) угол падения составит:

$$90^\circ - 30^\circ 30' = 59^\circ 30'.$$

2. Находим длину тени:

$$72,6 \text{ м} / \text{tg } 59^\circ 30' = 43 \text{ м}.$$

**Задача 2.** Вычислите широту местности, если в полдень 22 декабря длина тени 10-метрового дерева равна высоте самого дерева.

*Решение.*

1. Широта местности определяется по углу падения солнечных лучей:

1) исходя из решения прямоугольного треугольника, угол падения солнечных лучей будет равен тангенсу длины тени, деленному на высоту дерева:

$$\text{tg} \alpha = b / a;$$

$$\text{tg} \alpha = 10 / 10 = \text{tg } 45^\circ;$$

2) Солнце в это время находится в зените над южным тропиком.

2. На северном тропике угол падения составит:

$$90^\circ - 23^\circ 30' - 23^\circ 30' = 43^\circ.$$

Исходя из угла падения лучей, наше дерево будет находиться на  $2'$  ( $45^\circ - 43^\circ = 2'$ ) ближе к экватору, чем северный тропик, т. е.  $23^\circ 30'$  северной широты  $- 2' = 21^\circ 30'$  северной широты.

**Задача 3.** Вычислите высоту труб Минской ТЭЦ-4 (координаты —  $54^\circ$  северной широты и  $27^\circ 30'$  восточной долготы) и укажите азимут, в котором они будут отбрасывать тень, если в полдень 21 марта длина их тени составила 247,7 м. Результат округлите до метра.

*Решение.*

1. Находим угол падения солнечных лучей. Поскольку на экваторе в это время он составит  $90^\circ$ , то в Минске:

$$90^\circ - 54^\circ = 36^\circ.$$

2. Исходя из решения прямоугольного треугольника высота ( $a$ ) будет равна длине тени ( $b$ ), умноженной на тангенс угла падения лучей:

$$a = 247,7 \cdot \text{tg } 36^\circ = 180 \text{ м}.$$

*Ответ.* 180 м. 21 марта — день равноденствия. В полдень Солнце будет на юге, следовательно, тень будет указывать на север, т. е. азимут  $360^\circ (0^\circ)$ .

**Задача 4.** Определите широту в северном полушарии, на которой в полдень 22 июня солнце будет на такой же высоте над горизонтом, как в это же время на экваторе; назовите эту высоту.

*Решение.*

1. Находим высоту солнца на экваторе в полдень летнего солнцестояния:

$$90^\circ - 23^\circ 30' = 66^\circ 30'.$$

2. Находим широту, где высота Солнца такая же, как над экватором:

$$90^\circ - x + 23^\circ 30' = 66^\circ 30'$$

$$x = 90^\circ - 66^\circ 30' + 23^\circ 30' = 47^\circ \text{ северной широты.}$$

**Задача 5.** Определите разницу в длине тени Национальной библиотеки (высота 72,6 м) в Минске в полдень 22 декабря и Останкинской башни (высота 540 м) в полдень 22 июня, если координаты Минска —  $54^\circ$  северной широты и  $27^\circ 30'$  восточной долготы, а координаты Москвы —  $\sim 56^\circ$  северной широты и  $37^\circ 30'$  восточной долготы.

*Решение.*

Длина тени будет равна высоте предмета, деленной на тангенс угла падения солнечных лучей.

1. Находим угол падения лучей солнца в Минске 22 декабря. Солнце в это время находится в зените над южным тропиком. На экваторе угол падения составит:

$$90^\circ - 23^\circ 30' = 66^\circ 30'.$$

2. Разница по широте между Минском и экватором будет равна  $54^\circ$ . Угол падения составит:

$$66^\circ 30' - 54^\circ = 12^\circ 30'.$$

3. Находим длину тени Национальной библиотеки 22 декабря:

$$72,6 \text{ м} / \text{tg } 12^\circ 30' = 72,6 \text{ м} / 0,22 = 345,5 \text{ м.}$$

4. Находим угол падения лучей солнца в Москве 22 июня. Солнце в это время находится в зените над северным тропиком, где угол падения лучей  $90^\circ$

5. Разница по широте между Москвой и северным тропиком будет равна:  $56^\circ - 23^\circ 30' = 32^\circ 30'$ . Таким образом, на широте Москвы солнечные лучи будут иметь угол:

$$90^\circ - 32^\circ 30' = 57^\circ 30'.$$

6. Находим длину тени Останкинской башни 22 июня:

$$540 \text{ м} / \text{tg } 57^\circ 30' = 540 \text{ м} / 1,56 = 346,2 \text{ м}$$

7. Разница составит:

$$346,2 \text{ м} - 345,5 \text{ м} = 0,7 \text{ м.}$$

*Ответ.* Длина тени Национальной библиотеки в Минске 22 декабря будет короче тени Останкинской башни в Москве 22 июня всего на 0,7 м.

**Задача 6.** Путешественник, меняя виды транспорта, движется в меридиональном направлении, определяя свое местоположение по Солнцу, преодолевая в среднем по 100 км в день. Конечным пунктом путешествия

является точка с координатами  $28^\circ$  восточной долготы на экваторе. Произведенные им измерения показали, что высота солнца в полдень составляет  $42^\circ$ . Установите местонахождение путешественника и укажите, через сколько дней он достигнет конечной цели, если солнце на момент проведения расчетов находилось в зените  $15^\circ$  южной широты.

*Решение.*

1. Поскольку путешествие проходит вдоль меридиана, долгота нам известна —  $28^\circ$  восточной долготы.
2. Координаты широты местопребывания путешественника составят:  
 $90 - \delta$  (поскольку солнце находится в южном полушарии) —  $42 =$   
 $= 33^\circ$  северной широты.
3. Расстояние до конечной цели составит:  
 $111,3 \cdot 33 = 3\,339$  км.
4. Это расстояние путешественник преодолет за:  
 $3339 / 100 = 33,4$  дня.

**Задача 7.** Достаточно часто в полевых условиях приходится определять высоту отдельных объектов или расстояния до них подручными средствами, не измеряя сам объект и не приближаясь к нему.

Определите высоту дерева на глаз с помощью линейки, если высота дерева, отмеченная на линейке, составляет 11 см, а расстояние до него — 25 м.

*Решение.*

Используем рис. 1.13:

$$\delta = 0,11 \text{ м}, A = 25 \text{ м}; x = 1,7 \text{ м}; a = 0,7 \text{ м}.$$

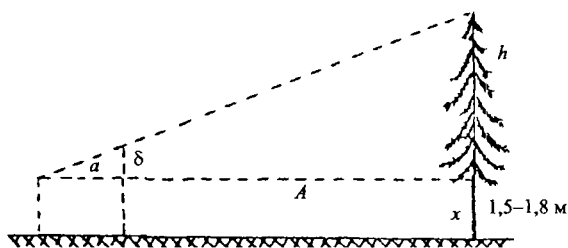


Рис. 1.13. Определение высоты объекта с помощью линейки

Отсюда  $h = 5,63$  м.

$$h = \frac{A \cdot \delta}{a} + x,$$

где  $h$  — высота дерева;  $A$  — расстояние от дерева до наблюдателя;  $a$  — длина руки наблюдателя;  $\delta$  — отмеченное деление на линейке;  $x$  — высота наблюдателя (1,5–1,8 м).

**Задача 8.** Определите расстояние до водонапорной башни, если ее высота, отмеченная на линейке, составляет 1,5 см.

*Решение.*

Стандартная высота водонапорной башни — около 15 м. Используя рис. 1.13 и формулу из задачи 7 зная, что:  $\delta = 0,015$  м;  $x = 1,7$  м;  $a = 0,7$  м;  $h = 15$  м, находим расстояние до башни, т. е.  $A$ :

$$A = \frac{(h - x) \cdot a}{\delta} = 621 \text{ м.}$$

Попробуйте аналогичным способом измерить высоту Национальной библиотеки (или, зная ее высоту, — расстояние до нее)

## 1.8. Географические задачи химического и экологического содержания

*Термины и определения. Химическая формула вещества. Атомно-молекулярное учение. Атомная единица массы. Относительная атомная масса. Относительная молекулярная масса. Массовая доля элемента. Выход химической формулы вещества по известной массовой доле элементов. Количество вещества. Число Авогадро. Молярная масса. Молярный объем газа. Закон Авогадро. Относительная плотность газа. Химическое уравнение реакции. Закон сохранения массы вещества. Решение задач по химическим уравнениям. Растворы. Способы выражения концентрации растворов. Молярная концентрация. Определение химической формулы отдельных минералов, гуминовых кислот и солей.*

**Задача 1.** Сколько теоретически можно получить чугуна, содержащего 2,5 % углерода и 3 % иных примесей из 1 т магнетита, содержащего 73 % железа, если производственные потери составляют 10 %?

*Решение.*

1. В 1 т 730 кг железа (с учетом потерь) — 657 кг чистого железа.
2. Из этого количества получится  $657 \cdot 100 / (100 - 2,5 - 3) = 695$  кг чугуна.

**Задача 2.** Тракторный завод ежеминутно выбрасывает в атмосферу 0,5 кг аммиака. Какую площадь (га) необходимо засадить липами для нейтрализации аммиака в качестве зеленого фильтра, если 1 дерево за 1 ч поглощает 10,8 л аммиака, а норма высева — 3000 деревьев на 1 га.

*Решение.*

1. За 1 ч выбрасывается  $0,5 \cdot 60 = 30$  кг аммиака.
2. Одно дерево за час поглощает 10,2 л  $\text{NH}_3$ . Масса 1 моля  $\text{NH}_3$  равна 17 г. Используя закон Авогадро, находим объем.

1) 1 моль любого газа в нормальных условиях занимает объем 22,4 л, следовательно:

$$17 / 22,4 = x / 10,8 = (17 \cdot 10,8) / 22,4 = 8,2 \text{ г.}$$

Таким образом, одно дерево нейтрализует 8,2 г аммиака.

3. Для нейтрализации 30 кг аммиака понадобится:

$$30\,000 / 8,2 \text{ г} = 3659 \text{ шт.}$$

4. При норме 3000 деревьев на гектар площадь составит:

$$3659 / 3000 = 1,22 \text{ га.}$$

**Задача 3.** В целях планирования мероприятий по снижению поступления радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию необходимо рассчитать запас радионуклидов в пахотном слое, если пахотный слой имеет мощность 30 см, объемную массу 1,3 г/см<sup>3</sup> при удельной активности 16 нКи/кг (нанокюри).

*Решение.*

1. Объем пахотного слоя:

$$1 \text{ км}^2 = 10^{10} \text{ см}^2 \cdot 25 \text{ см} = 3,0 \cdot 10^{11} \text{ см}^3.$$

2. Вес пахотного слоя:

$$1,3 \text{ г/см}^3 \cdot 3,0 \cdot 10^{11} \text{ см}^3 = 3,9 \cdot 10^8 \text{ кг.}$$

3. Запас радионуклидов:

$$3,9 \cdot 10^8 \text{ кг} \cdot 16 \cdot 10^{-9} \text{ Ки/кг} = 6,24 \text{ Ки/км}^2.$$

**Задача 4.** При производстве фосфорных удобрений Гомельский химический комбинат использует апатитовый концентрат Хибинского месторождения. Какое количество фосфорита, содержащего 30 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, потребуется для получения 50 000 т фосфора (атомная масса фосфора 31), если выход составляет 90 % от теоретического?

*Решение.*

1. 1 кг фосфора эквивалентен  $(31 \cdot 2 + 16 \cdot 5) / (31 \cdot 2) = 2,29 \text{ кг P}_2\text{O}_5$ .

2. Это соответствует  $2,29 \cdot 100 / 30 = 7,63 \text{ кг фосфорита}$ . Поскольку 10 % теряется, всего требуется  $7,63 \cdot 100 / 90 = 8,48 \text{ кг фосфорита}$ .

3. Следовательно, для производства 50 000 т фосфора потребуется 424 000 т фосфорита ( $8,48 \cdot 50\,000 \text{ т}$ ).

**Задача 5.** Сколько теоретически нужно внести известковой муки (95 % CaCO<sub>3</sub>) на 1 га пашни для полной нейтрализации кислотности пахотного горизонта, если кислотность составляет 5 мг-экв на 100 г почвы, а вес пахотного слоя на 1 га принято считать равным 3000 т?

*Решение.*

1. Поскольку 1 двухвалентный ион кальция нейтрализует 2 иона водорода, то нейтрализация 1 г водорода требует:

$$100 \text{ (молекулярная масса CaCO}_3 = 40 + 12 + 3 \cdot 16) / 2 = 50 \text{ г CaCO}_3.$$

2. В пахотном слое содержится  $50 \text{ мг/кг} = 50 \text{ г/т} \cdot 3000 \text{ т} = 150 \text{ кг водорода}$ , формирующего почвенную кислотность.

3. Для полной нейтрализации водорода необходимо  $150 \cdot 50$  кг карбоната кальция, т. е. 7,5 т.

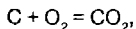
4. Количество известняковой муки составит:

$$7,5 / 0,95 = 7,9 \text{ т.}$$

**Задача 6.** При выплавке стали в доменных печах используется кокс, для горения которого необходимо много кислорода. Рассчитайте, сколько кубометров воздуха необходимо для сжигания 10 кг кокса с содержанием углерода 98 %.

*Решение.*

1. Количество углерода в 10 кг кокса — 9,8 кг.



т. е. для сжигания 9,8 кг углерода необходимо  $9,8 \cdot 32 / 12 = 26,1$  т кислорода.

Вес 22,4 л любого газа — 1 г, т. е.  $1 \text{ м}^3$  весит 1 кг, следовательно, 26,1 кг кислорода займут объем  $26,1 \cdot 22,4 = 585 \text{ м}^3$ .

2. Поскольку содержание кислорода в воздухе 21 %, то воздуха потребуется

$$585 \cdot 100 / 21 = 2786 \text{ м}^3.$$

**Задача 7.** Выберите и экономически обоснуйте наиболее рентабельную из предложенных древесных пород для залесения, если через 60 лет лес будет иметь средние показатели, приведенные в табл. 1.5. Укажите наименее рентабельную породу.

Таблица 1.5. Показатели леса

Порода	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Количество деревьев на 1 га	Цена 1 м <sup>3</sup> древесины, у. е.	Стоимость посадки, ухода за лесом, заготовки, у. е./га
Сосна	32	25	200	30	1800
Береза	24	20	250	20	1300
Ясень	20	15	160	120	2500

*Решение.*

Показатель	Сосна	Береза	Ясень
Средний диаметр, см	32	24	20
Средняя высота, м	25	20	15
Количество стволов на 1 га	200	250	150
Цена 1 м <sup>3</sup> древесины, у. е.	30	20	120
Стоимость посадки, ухода за лесом, заготовки, у. е./га	1800	1300	2500
Всего древесины, м <sup>3</sup>	1600	1200	480
Стоимость валовой продукции, у. е.	48 000	24 000	57 600
Рентабельность, %	2567	1754	2204
Прибыль	46 200	22 800	55 100

**Ответ.** Наиболее рентабельным будет выращивание сосны, наиболее выгодным — ясенья, наименее рентабельным — березы.

## 2. ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

---

### 2.1. Задачи экономико-географического содержания

*Термины и понятия, знания. Показатели ресурсообеспеченности. Условное топливо. Понятие индексного показателя. Индекс развития человеческого потенциала. Основные экономические показатели. Валовый внутренний продукт. Валовый национальный продукт. Сальдо внешней торговли. Внешнеторговый оборот. Внешнеторговая квота. Импортная квота. Экспортная квота. Показатели прибыли и рентабельности производства. Себестоимость продукции. Коэффициент окупаемости. Грузооборот. Показатели статистики сельского хозяйства: урожайность, валовый сбор, условная голова скота. Удельный вес сельскохозяйственных угодий, структура сельскохозяйственных угодий, обеспеченность сельскохозяйственными угодьями, эффективность использования сельскохозяйственных угодий. Отраслевая структура национальной экономики.*

**Задача 1.** Саяно-Шушенская ГЭС вырабатывает ежегодно 27 млрд кВт·ч электроэнергии. Определите, какое количество нефтетоплива ежегодно экономит ГЭС, если на производство 1 кВт·ч электроэнергии расходуется 320 г условного топлива. Коэффициент перевода нефтетоплива в условное топливо составляет 2,45.

*Решение.*

1. Перевести расход удельного топлива на производство 1 кВт·ч в нефтетопливо:

$$320 / 2,45 = 130,1 \text{ г.}$$

2. Определить количество нефтетоплива, необходимое для производства 27 млрд кВт·ч электроэнергии:

$$27 \text{ млрд кВт}\cdot\text{ч} \cdot 130,1 \text{ г} = 3,5127 \text{ млн т} \approx 3,5 \text{ млн т.}$$

**Задача 2.** Рассчитайте годовой экономический эффект перевода с мазута на природный газ Лукомской ГРЭС. Исходные данные:

1) среднегодовая мощность ГРЭС — 2,4 млн кВт·ч;

- 2) годовой фонд рабочего времени ГРЭС — 8 тыс. ч;
- 3) КПД ГРЭС по выработке электроэнергии — 30 %;
- 4) теплотворная способность 1 кг мазута — 10 тыс. ккал;
- 5) теплотворная способность 1 м<sup>3</sup> газа — 8 тыс. ккал;
- 6) 1 кВт·ч электроэнергии по теплотворной способности равен 800 ккал;
- 7) цена 1 т мазута — 150 у. е.;
- 8) цена 1 тыс. м<sup>3</sup> природного газа — 50 у. е.

*Решение.*

1. Определим объем выработки электроэнергии ГРЭС за 1 год:  
 $2,4 \text{ млн кВт}\cdot\text{ч} \cdot 8\,000 \text{ ч} = 19,2 \text{ млрд кВт}\cdot\text{ч}.$
2. Определим теплотворную способность 19,2 млрд кВт·ч электроэнергии:  
 $19,2 \text{ млрд кВт}\cdot\text{ч} \cdot 800 \text{ ккал} = 15\,360 \text{ млрд ккал}.$
3. Определим, какому объему природного газа и мазута эта величина соответствует:
  - а)  $15\,360 \text{ млрд ккал} / 10\,000 \text{ ккал} = 1\,536 \text{ млн кг мазута} = 1,536 \text{ млн т};$
  - б)  $15\,360 \text{ млрд ккал} / 8\,000 \text{ ккал} = 1\,920 \text{ млн м}^3 \text{ природного газа} = 1,920 \text{ млрд м}^3.$
4. Учитывая КПД (30 %) ГРЭС, определим, сколько нужно мазута и природного газа на выработку 19,2 млрд кВт·ч электроэнергии:
  - а)  $1,536 \text{ млн т} \cdot 100 / 30 = 5,12 \text{ млн т мазута};$
  - б)  $1,920 \text{ млрд м}^3 \cdot 100 / 30 = 6,4 \text{ млрд м}^3 \text{ природного газа}.$
5. Определим стоимость мазута и природного газа:
  - а)  $5,12 \text{ млн т} \cdot 150 \text{ у. е.} = 768 \text{ млн у. е.};$
  - б)  $6,4 \text{ млрд м}^3 \cdot 50 \text{ у. е.} = 320 \text{ млн у. е.}$
6. Определим годовой экономический эффект:  
 $768 \text{ млн у. е.} - 320 \text{ млн у. е.} = 448 \text{ млн у. е.}$

**Задача 3.** Рассчитайте уровень рентабельности предприятия по следующим данным: затраты на сырье — 55 млн руб., затраты на топливо — 100 млн руб., затраты на эксплуатацию оборудования — 30 млн руб., расходы на заработную плату — 60 млн руб., расходы на реализацию продукции — 50 млн руб., различные налоги — 55 млн руб., выручка от реализации — 450 млн руб.

*Решение.*

Общие расходы составят 350 млн руб., уровень рентабельности:

$$(450 - 350) / 350 = 28,57 \%$$

**Задача 4.** Стоимость готовой продукции предприятия составляет 300 млн руб., предполагаемые транспортные издержки займут 5 %, а расходы за продажу — 2 % от стоимости. Какую выручку необходимо получить предприятию, чтобы уровень его рентабельности составил 30 %?



*Решение.*

1. Находим окончательную себестоимость продукции для предприятия:

$$2\% + 5\% = 7\%;$$

$$300 \text{ млн руб.} / 100 \cdot 7\% = 21 \text{ млн};$$

$$300 + 21 = 321 \text{ млн.}$$

2. Необходимая выручка составит:

$$321 / 100 \cdot 30 = 96,3 \text{ млн};$$

$$321 + 96,3 = 417,3 \text{ млн руб.}$$

**Задача 5.** В стране с населением 50 млн человек производится 3 млн автомобилей в год. Экспорт составляет 1,2 млн автомобилей. Какова необходимая величина импорта автомобилей при торговом спросе 0,08 автомобиля на 1 человека в год?

*Решение.*

Для страны в 50 млн человек в год требуется  $50 \cdot 0,08$  млн автомобилей, т. е. 4 млн. Для полного обеспечения потребности необходимо импортировать  $4 - (3 - 1,2) = 2,2$  млн автомобилей.

**Задача 6.** Площадь пашни сельскохозяйственного предприятия составляет 0,04 тыс. км<sup>2</sup>. Под зерновые занято 45 % пашни, под картофель — 15 %, под сахарной свеклой — 4 %, под овощами — 5 %. Определите годовой валовой сбор продуктов растениеводства за год, если их урожайность составляла: зерновые — 30 ц/га, картофель — 150 ц/га, сахарная свекла — 250 ц/га, овощи — 200 ц/га.

*Решение.*

1. Площадь пашни сельскохозяйственного предприятия (га):  $0,04 \text{ тыс. км}^2 = 4 \text{ тыс. га}$ .

2. Площадь пашни:

а) под зерновыми культурами:

$$4000 \text{ га} \cdot 45 / 100 = 1800 \text{ га};$$

б) под картофелем:

$$4000 \text{ га} \cdot 15 / 100 = 600 \text{ га};$$

в) под посевами сахарной свеклы:

$$4000 \text{ га} \cdot 4 / 100 = 160 \text{ га};$$

г) под овощами:

$$4000 \text{ га} \cdot 5 / 100 = 200 \text{ га.}$$

3. Определим годовой валовой сбор:

а) зерновых:  $1800 \text{ га} \cdot 30 \text{ ц} = 54\,000 \text{ ц} = 5\,400 \text{ т}$ ;

б) картофеля:  $600 \text{ га} \cdot 150 \text{ ц} = 90\,000 \text{ ц} = 9\,000 \text{ т}$ ;

в) сахарной свеклы:  $160 \text{ га} \cdot 250 \text{ ц} = 40\,000 \text{ ц} = 4\,000 \text{ т}$ ;

г) овощей:  $200 \text{ га} \cdot 200 \text{ ц} = 40\,000 \text{ ц} = 4\,000 \text{ т}$ .

4. Всего годовой валовой сбор продуктов растениеводства составил:

$$5400 + 9000 + 4000 + 4000 = 22\,400 \text{ т.}$$

**Задача 7.** На основе данных табл. 2.1 рассчитайте показатели внешнеторгового оборота и сальдо внешней торговли Республики Беларусь со странами Европейского Союза за 1997–2003 гг. Укажите год с самым высоким (низким) внешнеторговым оборотом и год с самым высоким (низким) сальдо внешней торговли. Составьте графики динамики рассчитанных показателей. Проанализируйте и сделайте выводы.

**Таблица 2.1. Динамика внешней торговли Республики Беларусь со странами ЕС, млн долларов США**

Показатель	Год						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Экспорт	492,6	515,6	526,4	689,5	804,1	1440,2	2279
Импорт	1431,7	1553,5	1321,5	1290,8	1223,8	1481,2	1776,7

*Решение.*

Внешнеторговый оборот рассчитывается сложением показателей экспорта и импорта, сальдо — разница между экспортом и импортом. На основе составленных графиков дается анализ динамики показателей (табл. 2.2).

**Таблица 2.2. Динамика показателей**

Показатель	Год						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Внешнеторговый оборот	1924,3	2069,1	1847,9	1980,3	2028,0	2921,5	4055,7
Сальдо	-939,1	-1037,9	-795,1	-601,3	-419,7	-40,5	502,3

**Задача 8.** Используя представленные в табл. 2.3 данные, определите удельный вес экстенсивных и интенсивных факторов в увеличении производства молока сельскохозяйственного предприятия.

**Таблица 2.3. Данные для определения удельного веса экстенсивных и интенсивных факторов**

Показатель	Базисный год	Отчетный год
Среднегодовой удой от коровы, центнеров	38	42
Размер затрат на содержание одной коровы, тыс. руб.	2660	2750
Количество коров	650	700
Валовое производство молока, центнеров	24 700	29 400

*Решение:*

1. Интенсивным фактором является увеличение затрат на содержание одной коровы, а его результатом — увеличение среднегодового удоя от коровы, который вырос на 4 ц за год ( $42 - 38 = 4$ ).

2. Экстенсивным фактором является увеличение количество коров на 50 голов ( $700 - 650 = 50$ ).

3. Совместным результатом этих двух факторов стало валовое производство молока — на 4 700 ц за год (29 400 – 24 700 = 4 700).

4. Находим, насколько выросло валовое производство молока за счет экстенсивного фактора (без учета интенсивного): 50 коров 38 ц = 1900 ц/год. Это составит:  $(4\,700 / 1\,900) \cdot 100\% = 40,4\%$ .

5. Находим, насколько выросло валовое производство молока за счет интенсивного фактора: 4 ц · 700 коров = 2 800 ц/год. Это составит  $(4\,700 / 2\,800) \times 100\% = 59,6\%$ .

*Ответ.* 40 % — за счет экстенсивных факторов, 60 % — за счет интенсивных факторов.

**Задача 9.** Какова рентабельность фермерского хозяйства, выращивающего овощи, если себестоимость продукции составила 8 млн руб., а выручка от реализации овощей — 10 млн руб.?

*Решение.*

1) 10 млн – 8 млн = 2 млн;

2)  $2 / 8 \cdot 100\% = 25\%$ .

**Задача 10.** Определите, откуда выгоднее возить цемент в Минск — основной пункт потребления цемента (270 км от Волковыска и 380 км от Костюковичей), если себестоимость производства 1 т цемента равна 20 у. е. и 19 у. е. соответственно, а приведенные затраты на перевозку 1 т на 100 км составляют: из Волковыска — 0,3 у. е., а из Костюковичей — 0,4 у. е. Рассчитайте, на каком расстоянии от Минска находится точка, в которую одинаково выгодно доставлять цемент с двух заводов?

*Решение.*

Совокупные затраты на 1 т должны уравновеситься, т. е.  $20 + 0,3x = 19 + 0,4(2,7 + 3,8 - x)$ ;  $2(20,3x = 19 + 2,6 - 0,4x)$ , откуда  $0,3x + 0,4x = 19 + 2,6 - 20 = 1,6$ , следовательно,  $x = 1,6 / 0,7 = 229$  км, или 225 км от Волковыска, т. е. в Минск лучше возить из Костюковичей

**Задача 11.** Определите наилучший вариант размещения Сахарного завода, если расчетная себестоимость 1 т при размещении его в Слуцке, Городее и Скиделе составляет 500, 550 и 580 у. е., удельные капиталовложения — 1500, 1200, 1000 у. е./т, нормативный коэффициент окупаемости капиталовложений — 0,2.

*Решение.*

1. В первом варианте затраты на 1 т составят:

$$1500 \cdot 0,2 + 500 = 800 \text{ у. е.}$$

2. Во втором варианте:

$$1200 \cdot 0,2 + 550 = 790 \text{ у. е.}$$

3. В третьем варианте:

$$1000 \cdot 0,2 + 580 = 780 \text{ у. е.}$$

*Ответ.* Оптимальным является третий вариант.

**Задача 12.** Для доставки 700 тыс. т. нефти из Персидского залива в Роттердам есть два варианта:

1) через Суэцкий канал танкером грузоподъемностью 100 тыс. т (расстояние — 7680 км). Средняя скорость танкера — 32 км/ч, время на загрузку — 6 ч, время на выгрузку — 6 ч, эксплуатационные расходы 7 тыс. у. е. в сутки, энергетические затраты — 0,2 у. е. за 100 т/км;

2) вокруг Африки танкером грузоподъемностью 350 тыс. т (расстояние — 19 344 км). Средняя скорость танкера — 31 км/ч, время на загрузку — 9 ч, время на выгрузку — 9 ч, эксплуатационные расходы — 10 тыс. у. е. в сутки, энергетические затраты — 0,1 у. е. за 100 т/км.

Какой вариант выгоднее?

*Решение.*

1. Рассмотрим первый вариант (через Суэцкий канал):

1) определим время, необходимое на доставку нефти одним рейсом:

$$7680 \text{ км} / 32 \text{ км/ч} = 240 \text{ ч} = 10 \text{ суток};$$

2) определим время, необходимое на доставку всей нефти:

$$700 \text{ тыс. т} / 100 \text{ тыс. т} \cdot 10 = 7 \text{ рейсов} \cdot 10 \text{ суток} = 70 \text{ суток};$$

3) определим время, необходимое на загрузку и выгрузку нефти:

$$(6 \text{ ч} + 6 \text{ ч}) \cdot 7 = 84 \text{ ч} = 3,5 \text{ суток};$$

4) общее время на доставку нефти составит

$$70 + 3,5 = 73,5 \text{ суток};$$

5) определим эксплуатационные расходы:

$$73,5 \text{ суток} \cdot 8 \text{ 000 у. е.} = 588 \text{ 000 у. е.};$$

6) определим энергетические затраты на доставку нефти:

$$\text{а) } 7680 \text{ км} \cdot 700 \text{ тыс. т} = 5 \text{ 376 000 тыс. т/км};$$

$$\text{б) } 5 \text{ 376 000 тыс. т/км} / 10 \text{ тыс. т} \cdot 0,2 \text{ у. е.} = 107 \text{ 500 у. е.};$$

7) общие расходы на доставку нефти через Суэцкий канал составят:

$$588 \text{ 000} + 107 \text{ 500} = 695 \text{ 500 у. е.}$$

2. Рассмотрим второй вариант (вокруг Африки):

1) определим время, необходимое на доставку нефти одним рейсом:

$$19 \text{ 440 км} / 30 \text{ км/ч} = 648 \text{ ч} = 27 \text{ суток};$$

2) определим время, необходимое на доставку всей нефти:

$$700 \text{ тыс. т} / 350 \text{ тыс. т} \cdot 27 = 2 \text{ рейса} \cdot 27 \text{ суток} = 54 \text{ суток};$$

3) определим время, необходимое на загрузку и выгрузку нефти:

$$(9 \text{ ч} + 9 \text{ ч}) \cdot 2 = 36 \text{ ч} = 1,5 \text{ суток};$$

4) общее время на доставку нефти составит

$$54 + 1,5 = 55,5 \text{ суток};$$

5) определим эксплуатационные расходы:

$$\cdot 55, 5 \text{ суток} \cdot 10\,000 \text{ у. е.} = 555\,000 \text{ у. е.};$$

6) определим энергетические затраты на доставку нефти:

$$\text{а) } 19440 \text{ км} \cdot 700 \text{ тыс. т} = 13\,608\,000 \text{ тыс. т/км};$$

$$\text{б) } 13\,608\,000 \text{ тыс.} / 10 \text{ тыс.} \cdot 0,1 \text{ у. е.} = 136\,080 \text{ у. е.};$$

7) общие расходы на доставку нефти вокруг Африки составят:

$$555\,000 + 136\,080 = 691\,080 \text{ у. е.}$$

Следовательно,  $695\,500 - 691\,080 = 4\,420$  у. е. составит разница. Таким образом, доставка нефти вокруг Африки обойдется на  $4\,420$  у. е. дешевле.

**Задача 13.** Земельный фонд сельскохозяйственного предприятия характеризуется следующими показателями (га): пашня — 1720, сенокосы — 414, пастбища — 269, земли под водой — 102 га, земли под многолетними насаждениями (садами и ягодниками) — 15 га, прочие земли — 115 га. Определите удельный вес сельскохозяйственных угодий в общей земельной площади предприятия, структуру сельскохозяйственных угодий, обеспеченность сельскохозяйственными угодьями и пашней на одного занятого и эффективность использования сельскохозяйственных угодий, если известно, что среднесписочная численность занятых в сельском хозяйстве составляет 150 человек, а годовое производство валовой продукции оценивается в 1530 млн руб.

*Решение.*

1. Доля сельскохозяйственных угодий — 91,8 %, пашня в сельскохозяйственных угодьях — 71,1, сенокосы — 17,1, пастбища — 11,1, сады — 0,7 %. На одного человека — 16,1 га сельскохозяйственных угодий га и 11,5 га пашни.

2. Эффективность сельскохозяйственных угодий — 632,7 тыс. руб. на 1 га.

**Задача 14.** В сельском хозяйстве каких из указанных районов Беларуси (Борисовский, Толочинский, Оршанский) выгоднее использовать карбамид из ПО «Азот» или из г. Дорогобужа Смоленской области? Стоимость 1 т белорусского карбамида — 120 у. е., смоленского — 110 у. е., ввозная пошлина — 10 %, железнодорожный тариф — 0,4 у. е./т на 100 км. Расстояние от Гродно до Борисова — 400 км, Толочина — 500 км, Орши — 550 км, из Дорогобужа — 350, 250 и 200 км.

*Решение.*

Стоимость белорусского карбамида уравнивается со смоленским в какой точке, на  $x$  км дальше от Гродно, чем от Дорогобужа, где разница в расстоянии компенсируется разницей в цене, т. е.  $(7,5 - x) - x = [110 \cdot (1 + 0,1) - 120] / 0,4$ , т. е.  $7,5 - 2x = 2,5$ , или  $x = (7,5 - 2,5) / 2 = 2,5$  (или на 250 км дальше от Гродно, чем от Дорогобужа). Таким образом, в Толочине использование карбамида из обоих источников примерно одинаково, в Борисове лучше использовать отечественный карбамид, в Орше — российский.

## 2.2. Задачи, включающие социально-экономические расчеты по статистическим данным

*Термины и понятия, знания. Освоенность территории, виды и показатели освоенности: демографическая освоенность (плотность населения), селитебная освоенность (густота населенных пунктов), транспортная освоенность (густота транспортных путей), сельскохозяйственная и промышленная освоенность. Показатели транспортной работы по видам транспорта. Товаро- и пассажирооборот. Объем грузо- и пассажирооборота. Абсолютная и относительная величина. Доли, проценты, промилле. Экономический рост. Темп роста. Прирост.*

**Задача 1.** На основе данных табл. 2.4 рассчитайте показатели внешне-торгового оборота и сальдо внешней торговли Республики Беларусь со странами Европейского Союза за 1997–2003 гг. Составьте графики динамики рассчитанных показателей. Проанализируйте и сделайте выводы.

Таблица 2.4. Динамика внешней торговли Республики Беларусь со странами ЕС, млн долларов США

Показатель	Год						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Экспорт	492,6	515,6	526,4	689,5	804,1	1440,2	2279
Импорт	1431,7	1553,5	1321,5	1290,8	1223,8	1481,2	1776,7

*Решение.*

Внешнеторговый оборот рассчитывается сложением показателей экспорта и импорта, сальдо — разница между экспортом и импортом (табл. 2.5).

На основе составленных графиков дается анализ динамики показателей.

Таблица 2.5. Расчет показателей

Показатель	Год						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Внешнеторговый оборот	1924,3	2069,1	1847,9	1980,3	2028,0	2921,5	4055,7
Сальдо	-939,1	-1037,9	-795,1	-601,3	-419,7	-40,5	502,3

**Задача 2.** Пассажирский автобус МАЗ (на 35 посадочных мест) выполняет ежедневные рейсы по маршруту Минск — Воложин — Минск, а пассажирский микроавтобус «Фиат» (на 20 посадочных мест) выполняет ежедневные рейсы по маршруту Минск — Березино — Минск. Рассчитайте, на какую величину различается пассажирооборот автобусов, если известно, что расстояние до Воложина составляет 90 км, а средний процент заполняемости мест в летние месяцы равен 75 % а в остальные дни года — 60 %. Расстояние до Березино составляет 100 км,

а средний процент заполняемости мест в летние месяцы равен 100 %, а в остальные дни года — 90 %.

*Решение.*

1. Пассажиरोоборот автобусов в летние месяцы составит:

«МАЗ»:  $35 \cdot 0,75 \cdot 92 \text{ дня} \cdot 180 \text{ км} = 434\,700 \text{ пассажиров/км}$ ;

«Фиат»:  $20 \cdot 92 \text{ дня} \cdot 200 \text{ км} = 368\,000 \text{ пассажиров/км}$ .

2. Пассажирооборот в остальные месяцы года:

«МАЗ»:  $35 \cdot 0,6 \cdot 273 \text{ дня} \cdot 180 \text{ км} = 1\,031\,940 \text{ пассажиров/км}$ ;

«Фиат»:  $20 \cdot 0,9 \cdot 273 \text{ дня} \cdot 200 \text{ км} = 982\,800 \text{ пассажиров/км}$ .

3. Годовой пассажирооборот:

«МАЗ»:  $434\,700 + 1\,031\,940 = 1\,466\,640 \text{ пассажиров/км}$ ;

«Фиат»:  $368\,000 + 982\,800 = 1\,350\,800 \text{ пассажиров/км}$ .

4. Разница в объеме пассажирооборота:

$1\,466\,640 \text{ пассажиров/км} - 1\,350\,800 \text{ пассажиров/км} = 115\,840 \text{ пассажиров/км}$ .

**Задача 3.** Используя предложенные статистические данные, рассчитайте максимальное число показателей, характеризующих уровень освоенности территории по каждому виду ее освоения:

Площадь территории — 68 тыс. км<sup>2</sup>;

- ♦ среднегодовая численность населения — 1 млн 570 тыс. человек;
- ♦ число населенных пунктов — 4 500;
- ♦ площадь сельскохозяйственных угодий — 2 400 тыс. га;
- ♦ площадь пахотных земель — 1 700 тыс. га;
- ♦ поголовье крупного скота — 800 тыс. голов;
- ♦ годовой объем производства промышленной продукции — 5,7 млрд руб.;
- ♦ общая протяженность автомобильных дорог — 11 200 км.

*Ответ.*

Уровень освоенности территории характеризуется относительными статистическими показателями, которые отражают насыщенность единицы площади определенными хозяйственными объектами или удельным весом в общей земельной площади хозяйственно освоенных территорий. Для каждого вида освоения территории характерны свои показатели уровня освоенности. Уровень демографической освоенности характеризуется плотностью населения, селитебной освоенности — густотой населенных пунктов, транспортной освоенности — густотой транспортных путей, сельскохозяйственной освоенности — удельным весом сельскохозяйственных земель и т. д. Исходя из представленных в задании данных, можно рассчитать следующие показатели, характеризующие уровень освоенности территории.

1. Демографическая освоенность: плотность населения — 23 человека/км<sup>2</sup>.

2. Селитебная освоенность: густота населенных пунктов — 6 поселений на 100 км<sup>2</sup>.

3. Сельскохозяйственная освоенность: удельный вес сельскохозяйственных угодий в общей земельной площади — 35,3 % (2 400 тыс. га = 24 тыс. км<sup>2</sup>); рас-

паханность территории — 25 %; плотность поголовья крупного рогатого скота — 33 головы на 100 га сельскохозяйственных угодий.

4. Промышленная освоенность: производство промышленной продукции на 1 км<sup>2</sup> территории — 83 823 тыс. руб/км<sup>2</sup>.

5. Транспортная освоенность: густота автомобильных дорог — 16 км : 100 км<sup>2</sup>.

**Задача 4.** На территории государства, площадью 210 тыс. км<sup>2</sup>, протяженность автомобильных дорог составляет 81 тыс. км, железных дорог — 7,2 тыс. км. Годовой объем перевозок грузов автомобильным транспортом составил 254,5 млн т, железнодорожным — 140,9 млн т. Аналогичные показатели по перевозкам пассажиров составили: автомобильным транспортом — 1 368 млн человек, железнодорожным — 92 600 тыс. человек. Показатель транзитности грузоперевозок железнодорожным транспортом составил 35 %, автомобильным — 13 %. Определите: 1) уровень транспортной освоенности территории; 2) важнейшие показатели транспортной работы по видам транспорта; 3) объемы внутренних грузоперевозок по видам транспорта.

*Ответ.*

Транспортная освоенность территории характеризуется таким показателем, как густота транспортной сети (длина транспортных путей на единицу площади, обычно на 100 км<sup>2</sup>). В нашем случае густота автомобильных дорог составляет 38,6 км/100 км<sup>2</sup>, железных дорог — 3,4 км/100 км<sup>2</sup>.

Важнейшими показателями работы транспорта (помимо названных в задании годовых объемов перевозок грузов и пассажиров) являются грузооборот и пассажирооборот. Рассчитываются как отношение общего годового объема перевезенных грузов и пассажиров к длине соответствующих транспортных путей.

Объемы внутренних перевозок по видам транспорта рассчитываются как разница между общим объемом перевезенных грузов и транзитной составляющей.

**Задача 5.** Проанализируйте данные табл. 2.6 и обоснуйте ответ на вопрос: экономика какой из стран (А, В или С) является более производительной и менее энергоемкой.

Таблица 2.6. Характеристика стран

Страна	ВВП*, млн долларов США	Население, тыс. человек	Потребление всех видов энергоресурсов, млн т у. т.**
А	40 000	10 000	10
В	80 000	16 000	40
С	90 000	9 000	45

\* ВВП — валовой внутренний продукт.

\*\* у. т. — условное топливо.



*Решение.*

Рассчитывается показатель ВВП на душу населения. Экономика страны С наиболее производительная, поскольку ее показатель ВВП на душу населения — 10 тыс. долларов США — максимальный. Показатель энергоёмкости ВВП, который выражается в долларах на тонну условного топлива или килограммах условного топлива на 1 доллар США.

Следовательно, экономика страны А менее энергоёмкая, так как показатель ее энергоёмкости равен 4000 долларов США на тонну у. т. (максимальный) или 0,25 кг у. т. на 1 доллар США (минимальный).

**Задача 6.** Проанализируйте данные табл. 2.7 и обоснуйте ответ на вопрос: в каком из городов (А или В) лучше условия жизни населения?

*Таблица 2.7. Характеристика городов*

Показатель	Город А	Город В
Численность населения, человек	50 000	80 000
Доходы населения, млн руб.	250	480
Численность безработных, человек	500	600
Количество заболевших в течение года, человек	25 000	30 000
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, т	5000	6000
Количество врачей, человек	250	400

*Решение.*

Рассчитываются относительные показатели, характеризующие условия жизни населения (доходы на душу населения, уровень безработицы (%), уровень заболеваемости (%), выбросы загрязняющих веществ на душу населения, количество врачей на 1 тыс. жителей);

*Ответ.* В городе В условия жизни населения лучше. Обеспеченность врачами в обоих городах одинаковая.

## 2.3. Демографические задачи и расчеты<sup>1</sup>

*Термины и понятия.* Уровень рождаемости, уровень смертности, естественный прирост. Типы стран по особенностям воспроизводства населения. Демографические коэффициенты. Коэффициент смертности. Коэффициент рождаемости. Коэффициент естественного прироста населения. Коэффициент фертильности. Показатели миграции населения. Промилле. Миграционное сальдо. Миграционный оборот населения. Уровень урбанизации.

**Задача 1.** Рассчитайте величину годового естественного прироста населения в промилле, если в стране за год родилось 18 500 человек,

<sup>1</sup> Расшифровку основных понятий и подробный ход решения см. в приложении 2.

умерло — 13 200 человек, а численность населения составляла 1 596 тыс. человек.

*Решение.*

$$5\,300 / 1\,596\,000 \cdot 1000 = 3,3 \text{ ‰}.$$

**Задача 2.** Определите коэффициент смертности в стране, если в течение года там родилось 760 человек, естественный прирост составил 4,2 ‰, а численность населения была 52 730 человек.

*Ответ:* 10,2 ‰.

**Задача 3.** Определите численность населения в стране на конец года, если на начало года она составляла 10 480 тыс. человек. За год в стране родилось 112 тыс. человек, а смертность составила 9,1 ‰.

*Ответ:* 10 497 тыс. человек

**Задача 4.** Вычислите, насколько изменится численность населения в стране за год в результате естественного прироста, если на начало года она составляла 136 млн человек, а естественный прирост населения составил 5,6 ‰.

*Ответ:* на 762 тыс. человек.

**Задача 5.** Рассчитайте сальдо миграции за год, если в начале года в стране проживали 10 млн человек, в конце года — 11,5 млн человек, а естественный прирост за год составил 250 тыс. человек.

*Решение.*

Находим сальдо миграции по формуле

$$СМ = ЧН_2 - ЧН_1 - ЕП,$$

где СМ — сальдо миграции; ЧН — численность населения; ЕП — естественный прирост.

*Ответ:* +1,25 млн человек.

**Задача 6.** Определите величину годового естественного прироста населения, если в начале года в стране проживали 6 млн человек, в конце года — 6,2 млн человек, а миграционная убыль составила 40 тыс. человек.

*Ответ:* 10 ‰.

**Задача 7.** Найдите годовое сальдо миграции, если в начале года в стране проживали 7 млн человек, в конце года — 8,5 млн человек, а естественный прирост населения за год составил 26 ‰.

*Ответ:* +1318 тыс. человек.

**Задача 8.** Определите численность населения города на конец года, если в начале года нем проживали 50 000 человек, естественный прирост за год составил 20 ‰, а сальдо миграции +2 800 человек.

*Ответ:* 53 800 человек.

**Задача 9.** В стране  $X$  численность населения на конец 2008 г. составляла 8 500 000 человек. В первой половине 2009 г. родилось 42 500 человек, естественный прирост составил 2 ‰ количество эмигрантов — 20 000 человек, а прибыло в страну на 1000 человек меньше. Какова будет численность населения к концу года, если во второй его половине смертность увеличилась на 2 ‰, а количество иммигрантов уменьшилось на 5 000? Остальные показатели остались прежними.

*Решение.*

1. Находим численность населения за первую половину года:

$$8\,500\,000 / 1000 \cdot 2 = 17\,000;$$

$$8\,500\,000 + 17\,000 - 1000 = 8\,516\,000.$$

2. Если рождаемость в первой половине года была (‰):

$$42\,500 / 8\,500\,000 \cdot 1000 \text{ ‰} = 5 \text{ ‰},$$

то смертность:

$$5 \text{ ‰} - 2 \text{ ‰} = 3 \text{ ‰}.$$

Следовательно, во второй половине года смертность составит:

$$3 \text{ ‰} + 2 \text{ ‰} = 5 \text{ ‰}.$$

3. Естественный прирост за вторую половину года составит:

$$42\,500 - (8\,516\,000 / 1000 \cdot 5) = 42\,500 - 42\,580 (-80 \text{ человек}).$$

4. Если количество мигрантов в первой половине года составляло:

$$20\,000 - 1000 = 19\,000 \text{ человек, то во второй половине года:}$$

$$19\,000 - 5000 = 14\,000 \text{ человек, а сальдо миграции составит:}$$

$$14\,000 - 20\,000 = -6\,000.$$

5. Таким образом, численность населения к концу года составит:

$$8\,516\,000 - 80 - 6000 = 8\,509\,920 \text{ человек.}$$

**Задача 10.** Определите, какова будет численность населения Турции по состоянию на 1 января 2010 г., если по состоянию на 1 января 2007 г. численность населения была 74 млн человек, коэффициент естественного прироста населения на протяжении всего периода оставался на уровне 1,3 ‰, сальдо внешней миграции за весь период составило — 570 тыс. человек.

*Решение.*

Если допустить, что годовой коэффициент естественного прироста населения Турции будет оставаться в указанный период на уровне 1,3 ‰ (или

13 человек на каждую тысячу человек), то ежегодный естественный прирост населения будет составлять:

по состоянию на 01.01.2008 г. — 962 тыс. человек ( $74\,000\,000 \cdot 1,3 / 100$ );

численность населения составит:

74 млн 962 тыс. человек;

на 1 января 2009 г. — 975 тыс. чел. ( $74\,962\,000 \cdot 1,3 / 100$ ), а численность населения составит 75 млн 937 тыс. человек;

по состоянию на 1 января 2010 г. — 987 тыс. чел. ( $75\,937\,000 \cdot 1,3 / 100$ );

численность населения составит:

76 млн 924 тыс. человек.

Общая численность населения (с учетом отрицательного сальдо внешней миграции) составит 76 млн 354 тыс. человек.

**Задача 11.** В 2000 г. численность населения России составила 146 млн человек. По прогнозам, к 2020 г. она составит 131 млн. Рассчитайте в абсолютном выражении и в процентах среднегодовые изменения численности населения России.

*Ответ.* За 20 лет убыль населения составит 15 млн человек, т. е. ежегодно — по 750 тыс. человек (или примерно по 0,5 % в год).

**Задача 12.** Население страны — 40 млн человек. За год родилось 1440 тыс. человек, умерло 480 тыс. человек. Выехало из страны 80 тыс. человек, въехало 40 тыс. человек. Определите основные демографические показатели: коэффициенты рождаемости и смертности, коэффициенты естественного и общего прироста.

*Ответ.* Коэффициент рождаемости — 3,6 %, смертности — 1,2 %, естественный прирост — 96 человек на 1000, общий прирост — 92 человека на 1000.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение 1

Таблица 1. Основные формулы тригонометрии и синусы углов

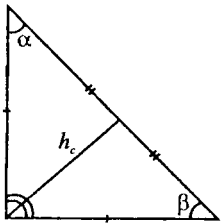
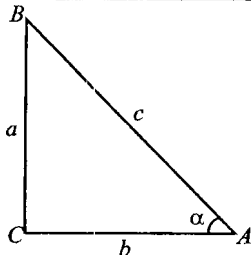
<p style="text-align: center;"><b>Формулы тригонометрии</b></p> $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1;$ $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{1}{\operatorname{ctg} \alpha};$ $\operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{ctg} \alpha = 1;$ $\operatorname{ctg} \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha};$ $1 + \operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha};$ $1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha = \frac{1}{\sin^2 \alpha};$ <p>Формула скалярного произведения двух векторов:</p> $\vec{a} \vec{b} =  \vec{a}   \vec{b}  \cos \alpha.$ <p style="text-align: center;"><b>Решение прямоугольных треугольников</b></p> $\cos \alpha = \frac{b}{c}, \cos \beta = \frac{a}{c}, \sin \alpha = \frac{a}{c}, \sin \beta = \frac{b}{c}.$ $\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{b}, \operatorname{tg} \beta = \frac{b}{a}, \operatorname{ctg} \alpha = \frac{b}{a}, \operatorname{ctg} \beta = \frac{a}{b}.$	 <p style="text-align: center;"><b>Равнобедренный прямоугольный треугольник</b></p>
	$\cos \alpha = \frac{b}{c} \quad b = c \cos \alpha$ $\sin \alpha = \frac{a}{c} \quad a = c \sin \alpha$ $\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{b} \quad a = b \operatorname{tg} \alpha$ $\operatorname{ctg} \alpha = \frac{b}{a} \quad b = c \operatorname{ctg} \alpha$

Таблица 2. Значения величин углов

Градусы	sin	cos	tg	ctg	Градусы
0	0,0000	1,0000	0,0000	—	90
1	0174	0,9998	0175	57,2900	89
2	0349	9994	0349	28,6363	88
3	0523	9986	0524	19,0811	87
4	0698	9976	0699	14,3007	86
5	0,0872	0,9962	0,0875	11,4300	85
6	1045	9945	1051	9,5144	84
7	1219	9926	1228	8,1445	83
8	1392	9903	1405	7,1154	82
9	1564	9877	1584	6,3138	81
10	0,1736	0,9848	0,1763	5,6713	80
11	1908	9816	1944	5,1446	79
12	2079	9782	2126	4,7046	78
13	2250	9744	2309	4,3315	77
14	2419	9703	2493	4,0108	76
15	0,2588	0,9659	0,2680	3,7320	75
16	2756	9613	2868	3,4874	74
17	2924	9563	3057	3,2769	73
18	3090	9511	3249	3,0777	72
19	3256	9455	3443	2,9042	71
20	0,3420	0,9397	0,3640	2,7475	70
21	3584	9336	3839	2,6051	69
22	3746	9272	4040	2,4751	68
23	3907	9205	4245	2,3558	67
24	4067	9136	4452	2,2460	66
25	0,4226	0,9063	0,4663	2,1445	65
26	4384	8988	4877	0503	64
27	4540	8910	5095	1,9626	63
28	4695	8830	5317	8807	62
29	4848	8746	5547	8040	61
30	0,5000	0,8660	0,5774	1,7321	60
31	5150	8572	6009	6643	59
32	5299	8480	6249	6000	68
33	5446	8387	6494	5399	57
34	5592	8290	6745	4826	56

Окончание табл. 2

Градусы	sin	cos	tg	ctg	Градусы
35	0,5736	0,8192	0,7002	1,4281	55
36	5878	8090	7265	3764	54
37	6018	7986	7536	3270	53
36	6157	7880	7813	2799	52
39	6293	7771	8098	2349	51
40	0,6428	0,7660	0,8391	1,1918	50
41	6561	7547	8693	1504	49
42	6691	7431	9004	1106	48
43	6820	7314	9325	0724	47
44	6947	7193	9657	0355	46
45	7071	7071	1,0000	0000	45

## Приложение 2

**Основные демографические понятия.** Основные демографические показатели (рождаемость, смертность, естественный прирост), обычно рассчитываются на 1000 человек населения и выражают в тысячных долях числа, которые называют «промилле» и обозначают ‰. Коэффициент естественного прироста — разность коэффициентов рождаемости и смертности. Положительное значение этого коэффициента указывает на прирост, а отрицательное — на убыль населения. Для более четкого восприятия названных показателей можно представить их в виде формул:

$$K_p = \frac{P}{\text{ЧН}} \cdot 1000;$$

$$K_c = \frac{C}{\text{ЧН}} \cdot 1000;$$

$$K_{\text{еп}} = \frac{P - C}{\text{ЧН}} \cdot 1000 \text{ или } K_{\text{еп}} = K_p - K_c$$

где  $K_p$ ,  $K_c$ ,  $K_{\text{еп}}$  — общие коэффициенты рождаемости, смертности, естественного прироста соответственно;  $P$  — число родившихся за год;  $C$  — число умерших за год;  $\text{ЕП}$  — естественный прирост населения за год;  $\text{ЧН}$  — среднегодовая численность населения.

Данные показатели называются общими коэффициентами (выделяют еще и чтные коэффициенты), поскольку они выражают величину демографических процессов относительно всей (общей) численности

населения. Значения таких коэффициентов в странах мира дают возможность определять типы воспроизводства населения.

Предлагаемые выше демографические задачи связаны с расчетами относительных величин процессов, слагающих естественное движение населения, исходя из абсолютных значений, а также с определением изменения численности населения в ходе воспроизводства.

Численность населения помимо факторов естественного движения зависит от миграции. При изучении миграций, или механического движения населения, в отличие от показателей естественного движения населения, все они относятся к группе абсолютных и характеризуют размеры миграции. Величину оттока определяют числом выбывших (для перемещений из одной страны в другую — эмигрантов) — Э, притока — числом прибывших (иммигрантов) — И.

Разность между количеством прибывших и выбывших за определенный период времени составляет сальдо миграции (СМ):  $СМ = И - Э$ . При преобладании иммиграции над эмиграцией сальдо принимает положительные значения, что указывает на миграционный прирост, т. е. на увеличение численности населения в ходе миграции. В противоположном случае говорят о миграционной убыли населения.

Реальное изменение численности населения за определенный период, например за год, в результате воспроизводства и миграции может быть определено как сумма естественного прироста и сальдо миграции:

$$\text{ЧН}_2 = \text{ЧН}_1 + \text{ЕП} + \text{СМ},$$

где  $\text{ЧН}_1$  — численность населения на начало рассматриваемого периода;  $\text{ЧН}_2$  — численность населения на конец рассматриваемого периода.

Сальдо миграции, как и естественный прирост, может принимать и положительные (если процесс прибытия преобладает над процессом выбытия), и отрицательные значения (если процесс выбытия преобладает над процессом прибытия). Объем миграции — абсолютная сумма количества прибывших и выбывших.

## Приложение 3

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗЕМЛЕ

Среднее расстояние от Земли до Солнца	149 597 870 км
Среднее расстояние от Земли до Луны	384 400 км
Время полного оборота Земли вокруг своей оси (звездные сутки)	23 ч 56 мин 4,09 с
Период обращения Земли вокруг Солнца (тропический год)	365,25 суток



Средняя скорость движения Земли по орбите	29,76 км/с.
Средний радиус Земли, принимаемой за шар	6371,2 км
Длина меридиана	40008,6 км
Длина экватора	40075,7 км
Поверхность Земли	510 100 000 км <sup>2</sup>
Поверхность суши	149 000 000 км <sup>2</sup>
Поверхность воды	361 000 000 км <sup>2</sup>
Наибольшая высота суши над уровнем океана [гора Джомолунгма (Эверест)]	8 848 м
Наибольшая глубина мирового океана (Марианский желоб)	11022 м

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МАТЕРИКАХ

Название материка	Площадь, тыс. км <sup>2</sup>	Координаты крайних точек		Наибольшая высота над уровнем моря	Наименьшая высота от уровня моря
Евразия	54 870	северная — мыс Челюскин	77°43' северной широты 104° 18' восточной долготы	8 848 м гора Джомолунгма (Эверест)	—400 м уровень Мертвого моря
		южная — мыс Пиай	1°16' северной широты 103°30' восточной долготы		
		западная — мыс Рока	3847' северной широты 9°34' западной долготы		
		восточная — мыс Дежнева	66°05' северной широты 16°40' западной долготы		
Африка	30 319	северная — мыс Эль-Абьяд	37°20' северной широты 9°51' восточной долготы	5 895 м вулкан Килиманджаро	—153 м уровень озера Ассаль
		южная — мыс Игольный	34°52' южной широты 19°59' восточной долготы		
		западная — мыс Альмади	14°45' северной широты 17°32' западной долготы		
		восточная — мыс Рас-Хафун	10°26' северной широты 5°23' восточной долготы		

Окончание табл.

Название материка	Площадь, тыс. км <sup>2</sup>	Координаты крайних точек		Наибольшая высота над уровнем моря	Наименьшая высота от уровня моря
Северная Америка		северная — мыс Мерчисон	71°50' северной широты 94°45' западной долготы	6 193 м гора Мак-Кинли	—85 м долина Смерти
		южная — мыс Марьято	7°12' северной широты 80°52' западной долготы		
		восточный — мыс Сент-Чарльз	52°24' северной широты 55°40' западной долготы		
	24 247	западный — мыс Принца Уэльского	65°35' северной широты 168°06' западной долготы		
Южная Америка	17 834	северная — мыс Гальинас	12°25' северной широты 71°35' западной долготы	6960 м гора Аконкагуа	—40 м полуостров <sup>1</sup> Вальдес
		южная — мыс Фроуэрд	53°54' южной широты 71°18' западной долготы		
		восточная — мыс Кабу-Бранку	7°09' южной широты 34°46' западной долготы		
		западная — мыс Париньяс	7°09' южной широты 81°20' западной долготы		
Австралия	7 687	северная — мыс Йорк	10°41' южной широты 142°32' восточной долготы	2 230 м гора Костюшко	—12 м уровень озера Эйр
		южная — мыс Юго-Восточный	39°11' южной широты 146°25' восточной долготы		
		восточная — мыс Байрон	28°38' южной широты 153°39' восточной долготы		
		западная — мыс Стиппойнт	26°09' южной широты 113°09' восточной долготы		
Антарктида	14 100	северная — Антарктический полуостров (мыс Сифре)	63°13' южной широты	5 140 м массив Вимсон	

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Алаев, Э. Б.* Социально-экономическая география. Понятийно-терминологический словарь / Э. Б. Алаев. — М., 1983. — 290 с.
2. *Безруков, А. М.* Занимательная география: книга для учащихся, учителей и родителей / А. М. Безруков, Г. П. Пивоварова. — М.: Арт-Пресс, 2001
3. Введение в демографию / под ред. В. А. Ионцева, А. А. Саградова. — М., 2002. — 636 с.
4. *Галай, И. П.* Пособие по географии для поступающих в вузы / И. П. Галай, Е. Н. Мелешко, С. И. Сидор. — Минск: Вышэйш. школа, 1988. — 448 с.
5. Геаграфічныя паняцці і тэрміны: энцыклапед. слоўнік. — Минск, 1993.
6. География: Большой справочник для школьников и поступающих в вузы / И.И. Баринанова [и др.]. — 3-е изд. Стереотип. — М.: Дрофа, 2001.
7. География: пособие для поступающих в вузы / В.П. Максаковский [и др.]. — М.: Дрофа, 2003. — 480 с.
8. География России: учебник для 8–9 класса средн. школы / под ред. А.В. Даринского. — М., 1995.
9. География: справочные материалы: книга для учащихся среднего и старшего возраста / А. М. Берлянт [и др.]; под ред. В. П. Максаковского. — М.: Просвещение, 1989. — 400 с.
10. География: справ. пособие для старшеклассников и поступающих в вузы. — М.: АСТ-ПРЕСС ШКОЛА, 2002.
11. *Давыдов, Л. К.* Общая гидрология: учеб. пособие / под ред. А. Д. Добровольского, М.И. Львовича. — Л.: Гидрометиздат, 1973. — 462 с.
12. *Даньшин, А. И.* Олимпиады по географии. 6–11 кл.: метод. пособие / под ред. О. А. Климановой, А. С. Наумова. — М.: Дрофа, 2002. — 208 с.
13. Демографический энциклопедический словарь. — М., 1985. — 606 с.
14. *Дроздов, О. А.* Климатология / О. А. Дроздов [и др.]. — Л.: Гидрометиздат, 1989. — 568 с.
15. *Душина, И. В.* Методика преподавания географии / И. В. Душина, Г. А. Понурова. — М., 1996.
16. *Каўрыга, П. А.* Метэаралогія / П. А. Каўрыга. — Минск: БДУ, 2005. — 188 с.

17. *Каўрыга, П. А.* Лабараторны практыкум па метэаралогіі і клімата-логіі / П. А. Каўрыга. — Мінск: БДУ, 1997. — 152 с.
18. *Клебанович, Н. В.* Олимпиады по географии / Н. В. Клебанович, А. И. Зарубов, М. Н. Брилевский. — Минск: Аверсэв, 2008. — 318 с.
19. *Лопух, П. С.* Гідралогія сушы: практыкум для студэнтаў геагр. факультэт / П. С. Лопух, А. А. Макарэвіч. — Мінск: БДУ, 2004. — 152 с.
20. *Максаковский, В. П.* Географическая картина мира: в 2-х кн. / В. П. Максаковский. — М., 2004–2005.
21. *Максаковский, В. П.* Историческая география мира / В. П. Максаковский. — М.: Экспресс, 1997.
22. *Манак Б. А.* Методика экономико-географических исследований / Б. А. Манак. — Минск, 1985. — 156 с.
23. *Матвеев, Л. Т.* Курс общей метеорологии. Физика атмосферы: учеб. пособие / Л. Т. Матвеев. — Л.: Гидрометиздат, 1984. — 751 с.
24. Методика обучения географии в средней школе: пособие для учителя / под ред. И. С. Матрусова. — М.: Просвещение, 1985. — 256 с.
25. *Мильков, Ф. Н.* Терминологический словарь по физической географии / Ф. Н. Мильков, А. В. Бережной, В. Б. Михно. — М., 1993.
26. *Мяшэчка, Я. М.* Вучэбныя экскурсіі і палявыя практыкумы па географіі / Я. М. Мяшэчка. — Мінск: Нар. асвета, 1997. — 111 с.
27. *Пашканг, К. В.* Комплексная физическая география / К. В. Пашканг. — Смоленск, 2000.
28. Пособие по географии для поступающих в вузы / под ред. В. Г. Завриева. — Минск: Вышэйш. школа, 1978. — 304 с.
29. Практические работы по физической географии в школе / под ред. Б. Н. Гурского. — Минск: Нар. асвета, 1990. — 144 с.
30. *Слука, А. Е.* География населения с основами демографии / А. Е. Слука, Н. А. Слука. — М., 2000. — 139 с.
31. *Сухорукова, А. В.* Работа на географической площадке / А. В. Сухорукова. — М.: Просвещение, 1970. — 152 с.
32. Физическая география для подготовительных отделений вузов и поступающих в вузы / под ред. К. В. Пашканга. — М., 1995.
33. *Сиротин, В. И.* Самостоятельные практические работы по географии (6–10 кл.) / В. И. Сиротин. — М., 1997.
34. *Хромов, С. П.* Метеорологический словарь / С. П. Хромов, Л. И. Мамонтова. — Л.: Гидрометиздат, 1974. — 568 с.
35. *Чернихова, Е. Я.* Изучение климата на уроках географии / Е. Я. Чернихова. — М.: Просвещение, 1973. — 158 с.
36. Энциклопедия для детей. География. — М., 1994. — Т. 3.
37. *Яншин, А. Л.* Уроки экологических расчетов / А. Л. Яншин, А. И. Мелуа. — М., 1991.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

---

<b>ОТ АВТОРА .....</b>	<b>3</b>
<b>1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ.....</b>	<b>5</b>
1.1. Глобус и карта.....	5
1.2. Физико-географические задачи метеорологического содержания.....	12
1.3. Физико-географические задачи на определение параметров формы земного шара.....	15
1.4. Физико-географические задачи на определение давления и влажности воздуха.....	20
1.5. Географические задачи гидрологического содержания.....	24
1.6. Задачи астрономического содержания.....	29
1.7. Географические задачи с геометрическим содержанием на определение угла падения солнечных лучей и высоты Солнца над горизонтом.....	39
1.8. Географические задачи химического и экологического содержания.....	43
<b>2. ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНО- ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ .....</b>	<b>46</b>
2.1. Задачи экономико-географического содержания.....	46
2.2. Задачи, включающие социально-экономические расчеты по статистическим данным.....	53
2.3. Демографические задачи и расчеты.....	56
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>60</b>
Приложение 1.....	60
Приложение 2.....	62
Приложение 3.....	63
<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>66</b>

Учебное издание

Иванов Дмитрий Леонидович

# **ГЕОГРАФИЯ В ЗАДАЧАХ И РАСЧЕТАХ**

Учебное пособие

Редактор *О. А. Черва*  
Корректор *И. В. Волчецкая*  
Компьютерная верстка *Н. П. Засулевич*  
Дизайн обложки *Н. П. Засулевич*

Подписано в печать 27.04.2011 г. Формат 60×84/16.  
Бумага офсетная. Гарнитура PetersburgС. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 4,01. Уч.-изд. л. 3,03.  
Тираж 250 экз. Заказ 294.

Республиканское унитарное предприятие «Информационно-  
вычислительный центр Министерства финансов Республики Беларусь».  
ЛИ № 02330/0494336 от 16.03.2009.  
ЛП № 02330/0494120 от 11.03.2009.  
220004, г. Минск, ул. Кальварийская, 17.