

Министерство образования и науки Российской Федерации

Московский государственный университет
геодезии и картографии

М.А. Кузьмина

Английский язык
Сборник научно-технических текстов

Москва
2017

Рецензенты:

кандидат филологических наук, доцент **Н.А. Фёдорова**
(Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте
Российской Федерации);

кандидат педагогических наук, профессор **И.П. Герасимов**
(Московский государственный университет геодезии и картографии)

Составитель: **Кузьмина М. А.**

Английский язык: Сборник научно-технических текстов. –М.: МИИГАиК. 2017,
–106 с.

Сборник научно-технических текстов предназначен для обучения чтению технической литературы на английском языке и переводу текстов с английского языка на русский. Пособие составлено с использованием материалов оригинальных неадаптированных текстов энциклопедии Britannica, а также on-line журнала «GEOInformatics» за 2015–2016гг. Дополнено справочной информацией по грамматическим темам и упражнениями для их закрепления, отобранными в соответствии с рабочей программой по дисциплинам «Профессиональный иностранный язык» и «Иностранный язык для специальности». Также приводятся сведения по проблемам теории перевода, рассматриваемым в ходе учебной работы согласно утверждённым программам. Материалы, представленные в пособии, позволяют студентам решить поставленную перед ними задачу по овладению компетенциями, заявленными в рабочей программе курсов.

Пособие снабжено пояснениями к каждому тексту с расшифровкой сокращений, встречающихся в текстах, а также переводом терминологических единиц.

Для студентов-бакалавров и специалистов II и III курсов геодезического факультета, факультета картографии и геоинформатики, факультета прикладной космонавтики и фотограмметрии.

Электронная версия методических указаний размещена на сайте библиотеки МИИГАиК
<http://library.miiigaik.ru>

Text 1

GEODESY

The scientific objective of geodesy is to determine the size and shape of the Earth. The practical role of geodesy is to provide a network of accurately surveyed points on the Earth's surface, the vertical elevations and geographic positions of which are precisely known and, in turn, may be incorporated in maps. When two geographic coordinates of a control point on the Earth's surface, its latitude and longitude, are known as well as its elevation above sea level, the location of that point is known with accuracy within the limits of error involved in the surveying processes. In mapping large areas, such as a whole state or country, the irregularities in the curvature of the Earth must be considered. A network of precisely surveyed control points provides a skeleton to which other surveys may be tied to provide progressively finer networks of more closely spaced points. The resulting networks of points have many uses, including anchor points or bench marks for surveys of highways and other civil features. A major use of control points is to provide reference points to which the contour lines and other features of topographic maps are tied. Most topographic maps are made using photogrammetric techniques and aerial photographs.

The Earth's figure is that of a surface called the geoid, which over the Earth is the average sea level at each location; under the continents the geoid is an imaginary continuation of sea level. The geoid is not a uniform spheroid, however, because of the existence of irregularities in the attraction of gravity from place to place on the Earth's surface. These irregularities of the geoid would bring about serious errors in the surveyed location of control points if astronomical methods, which involve use of the local horizon, were used solely in determining locations. Because of these irregularities, the reference surface used in geodesy is that of a regular mathematical surface, an ellipsoid of revolution that fits the geoid as closely as possible. This reference ellipsoid is below the geoid in some places and above it in the others. Over the oceans, mean sea level defines the geoid surface, but over the land areas the geoid is an imaginary sea-level surface.

Today perturbations in the motions of artificial satellites are used to define the global geoid and gravity pattern with a high degree of accuracy. Geodetic satellites are positioned at a height of 700-800 kilometers above the Earth. Simultaneous range observations from several laser stations fix the position of a satellite, and radar altimeters measure directly its height over the oceans. Results show that the geoid is irregular; in places its surface is up to 100 metres higher than the ideal reference ellipsoid and elsewhere it is as much as 100 metres below it. The most likely explanation for this height

variation is that the gravity (and density) anomalies are related to mantle convection and temperature differences at depth. An important observation that confirms this interpretation is that there is a close correlation between the gravity anomalies and the surface expression of the Earth's plate boundaries. This also strengthens the idea that the ultimate driving force of tectonic plate is a large-scale circulation of the mantle.

A similar satellite ranging technique is also used to determine the drift rates of continents. Repeated measurements of laser light travel times between ground stations and satellites permit the relative movement of different control blocks to be calculated.

Notes:

1. The curvature of the Earth – кривизна Земли;
2. Bench mark – опорная отметка уровня;
3. Civil features – строительные работы;
4. Reference point – базовая точка, начальная точка отсчёта;
5. Perturbation – отклонение;
6. Artificial satellite - искусственный спутник;
7. High degree of accuracy – высокая степень точности;
8. Reference ellipsoid - референц-эллипсоид.

Text 2

HISTORY OF SURVEYING

Surveying can be determined as a means of making relatively large-scale, accurate measurements of the Earth's surfaces. It includes the determination of the measurement data, the reduction and interpretation of the data to usable form, and, conversely, the establishment of relative position and size according to given measurement requirements. Thus, surveying has two similar but opposite functions: 1) the determination of existing relative horizontal and vertical position, such as that used for the process of mapping, and 2) the establishment of marks to control construction or to indicate land boundaries.

Surveying has been an essential element in the development of the human environment for so many centuries that its importance is often forgotten. It is an imperative requirement in the planning and execution of nearly every form of construction. Surveying was essential at the dawn of history, and some of the most significant scientific discoveries could never have been implemented were it not for the contribution of surveying. Its principal modern uses are in the fields of transportation, building, apportionment of land, and communications.

It is quite probable that surveying had its origin in ancient Egypt. The Great Pyramid of Khufu at Giza was built about 2700 BC, 755 feet (230

metres) long and 481 feet (147 metres) high. Its nearly perfect squareness and north-south orientation affirm the ancient Egyptians' command of surveying.

Evidence of some form of boundary surveying as early as 1400 BC has been found in the fertile valleys and plains of the Tigris, Euphrates, and Nile rivers. Clay tablets of the Sumerians show records of land measurement and plans of cities and nearby agricultural areas. Boundary stones marking land plots have been preserved. There is a representation of land measurement on the wall of a tomb at Thebes (1400 BC) showing head and rear chainmen measuring a grainfield with what appears to be a rope with knots or marks at uniform intervals.

There is some evidence that in addition to a marked cord, wooden rods were used by the Egyptians for distance measurement. There is no record of any angle-measuring instruments, but there was a level consisting of a vertical wooden A-frame with a plumb bob supported at the peak of the A so that its cord hung past an indicator, or index, on the horizontal bar. The index could be properly placed by standing the device on two supports at approximately the same elevation, marking the position of the cord, reversing the A, and making a similar mark. Halfway between the two marks would be the correct place for the index. Thus, with their simple devices, the ancient Egyptians were able to measure land areas, replace property corners lost when the Nile covered the markers with silt during floods, and build the huge pyramids to exact dimensions.

The Greeks used a form of log line for recording the distances run from point to point along the coast while making their slow voyages from the Indus to the Persian Gulf about 325 BC. The magnetic compass was brought to the West by Arab traders in the 12th century AD. The astrolabe was introduced by the Greeks in the 2nd century BC. An instrument for measuring the altitudes of stars, or their angle of elevation above the horizon, took the form of a graduated arc suspended from a hand-held cord. A pivoted pointer that moved over the graduations was pointed at the star. The instrument was not used for nautical surveying for several centuries, remaining a scientific aid only.

The Greeks also possibly originated the use of the groma, a device used to establish right angles, but Roman surveyors made it a standard tool. It was made of a horizontal wooden cross pivoted at the middle and supported from above. From the end of each of the four arms hung a plumb bob. By sighting along each pair of plumb bob cords in turn, the right angle could be established. The device could be adjusted to a precise right angle by observing the same angle after turning the device approximately 90°. By shifting one of the cords to take up half the error, a perfect angle would result.

About 15 BC the Roman architect and engineer Vitruvius mounted a large wheel of known circumference in a small frame, in much the same fashion as the wheel is mounted on a wheelbarrow; when it was pushed along the ground

by hand it automatically dropped a pebble into a container at each revolution; giving a measure of the distance traveled. It was, in effect, the first odometer.

The water level consisted of either a trough or a tube turned upward at the ends and filled with water. At each end there was a sight made of crossed horizontal and vertical slits. When these were lined up just above the water level, the sights determined a level line accurate enough to establish the grades of the roman aqueducts. In laying out their great road system, the Romans are said to have used the plane table. It consists of a drawing board mounted on a tripod or other stable support and of a straightedge – usually with sights for accurate aim (the alidade) to the objects to be mapped – along which lines are drawn. It was the first device capable of recording or establishing angles. Later adaptations of the plane table had magnetic compasses attached.

Plane tables were in use in Europe in the 16th century, and the principle of graphic triangulation and intersection was practiced by surveyors. In 1615 Willebrord Snell, a Dutch mathematician, measured an arc of meridian by instrumental triangulation. In 1620 the English mathematician Edmund Gunter developed a surveying chain, which was superseded only by the steel tape beginning in the late 19th century.

The study of astronomy resulted in the development of angle-reading devices that were based on arcs of large radii, making such instruments too large for field use. With the publication of logarithmic tables in 1620, portable angle-measuring instruments came into use. They were called topographic instruments, or theodolites. They included pivoted arms for sighting and could be used for measuring both horizontal and vertical angles. Magnetic compasses may have been included on some.

The vernier, an auxiliary scale permitting more accurate readings (1631), the micrometer microscope (1638), telescopic sights (1669), and spirit levels (about 1700) were all incorporated in theodolites by about 1720. Stadia hairs were first applied by James Watt in 1771. The development of the circle-dividing engine about 1775, a device for dividing a circle into degrees with great accuracy, brought one of the greatest advances in surveying methods, as it enabled angle measurements to be made with portable instruments far more accurately than had previously been possible.

Modern surveying can be said to have begun by the late 18th century. One of the most notable early feats of surveyors was the measurement in the 1790s of the meridian from Barcelona, Spain, to Dunkirk, France, by two French engineers, Jean Delambre and Pierre Méchain, to establish the basic unit for the metric system of measurement.

Many improvements and refinements have been incorporated in all the basic surveying instruments. These have resulted in increased accuracy and speed of operations and opened up possibilities for improved methods in the

field. In addition to modification of existing instruments, two revolutionary mapping and surveying changes were introduced: photogrammetry, or mapping from aerial photographs (about 1920), and electronic distance measurement, including the adoption of the laser for this purpose as well as for alignment (in the 1960s). Important technological developments starting in the late 20th century include the use of satellites as reference points for geodetic surveys and electronic computers to speed the processing and recording of survey data.

Notes:

1. Measurement data – данные измерений;
2. Apportionment of land – распределение земель;
3. Boundary surveying – межевание земель;
4. Land plot – земельный участок;
5. Nautical surveying – гидрографическая съёмка;
6. Circumference – окружность;
7. Odometer – одометр, измерительное колесо;
8. Plane table – мензула;
9. Vernier – верньер;
10. Telescopic sight – визирная труба;
11. Spirit level – спиртовой уровень;
12. Stadia hairs – дальномерные нити;
13. Alignment – визирование.

Text 3

MODERN SURVEYING BASIC CONTROL SURVEYS

Geodetic surveys involve such extensive areas that allowance must be made for the Earth's curvature. Baseline measurements for classical triangulation are therefore reduced to sea-level length to start computations, and corrections are made for spherical excess in the angular determinations. Geodetic operations are classified into four "orders", according to accuracy, the first-order surveys having the smallest permissible error. Primary triangulation is performed under rigid specifications to assure first-order accuracy.

Efforts are now under way to extend and tie together existing continental networks by satellite triangulation so as to facilitate the adjustment of all major geodetic surveys into a single world datum and determine the size and shape of the Earth spheroid with much greater accuracy than heretofore obtained. At the same time, current national networks will be strengthened, while the remaining amount of work to be done may be somewhat reduced. Satellite triangulation became operational in the United States in 1963 with observations by Rebound A-13, launched that year, and some prior work using the Echo 1

and Echo 2 passive reflecting satellites. The first satellite specifically designed for geodetic work, Pageos 1, was launched in 1966.

A first requirement for topographic mapping of a given area is an adequate pattern of horizontal and vertical control points, and an initial step is the assembly of all such existing information. This consists of descriptions of points for which positions (in terms of latitude and longitude) and elevations above mean sea level have been determined. They are occasionally located at some distance from the immediate project, in which case it is necessary to expand from the existing work. This is usually done on second- or third-order standards, depending upon the length of circuits involved.

The accuracy of survey measurements can be improved almost indefinitely but only at increased cost. Accordingly, control surveys are used; these consist of a comparatively few accurate measurements that cover the area of the project and from which short, less accurate measurements are made to the objects to be located. The simplest form of horizontal control is the traverse, which consists of a series of marked stations connected by measured courses and the measured angles between them. When such a series of distances and angles returns to its point of beginning or begins and ends at stations of superior (more accurate) control, it can be checked and the small errors of measurement adjusted for mathematical consistency. By assuming or measuring a direction of one of the courses and rectangular coordinates of one of the stations, the rectangular coordinates of all the stations can be computed.

Notes:

1. Spherical excess – сферический избыток;
2. Primary triangulation – триангуляция I класса, основная триангуляция;
3. Traverse - теодолитный ход, полигонометрическая сеть.

Text 4

MODERN SURVEYING TRIANGULATION

A system of triangles usually affords superior horizontal control. All of the angles and at least one side (the base) of the triangulation system are measured. Though several arrangements can be used, one of the best is the quadrangle or a chain of quadrangles. Each quadrangle, with its four sides and two diagonals, provides eight angles that are measured. To be geometrically consistent, the angles must satisfy three so-called angle equations and one side equation. That is to say the three angles of each triangle, which add to 180° , must be of such sizes that computation through any set of adjacent triangles with the quadrangles will give the same values for any side. Ideally, the quadrangles should be

parallelograms. If the system is connected with previously determined stations, the new system must fit the established measurements.

When the survey encompasses an area large enough for the Earth's curvature to be a factor, an imaginary mathematical representation of the Earth must be employed as a reference surface. A level surface at mean sea level is considered to represent the Earth's size and shape, and this is called the geoid. Because of gravity anomalies, the geoid is irregular; however, it is very nearly the surface generated by an ellipse rotating on its minor axis – i.e. an ellipsoid slightly flattened at the ends, or oblate. Such a figure is called a spheroid. Several have been computed by various authorities; the one usually used as a reference surface by English-speaking nations is (Alexander Ross) Clarke's Spheroid of 1866. This oblate spheroid has a polar diameter about 27 miles (43 kilometres) less than its diameter at the Equator.

Because the directions of gravity converge toward the geoid, a length of the Earth's surface measured above the geoid must be reduced to its sea-level equivalent – i.e. to that of the geoid. These lengths are assumed to be the distances, measured on the spheroid, between the extended lines of gravity down to the spheroid from the ends of the measured lengths on the actual surface of the Earth. The positions of the survey stations on the Earth's surface are given in spherical coordinates.

Bench marks, or marked points on the Earth's surface, connected by precise leveling constitute the vertical controls of surveying. The elevations of bench marks are given in terms of their heights above a selected level surface called a datum. In large-level surveys the usual datum is the geoid. The elevation taken as zero for the reference datum is the height of mean sea level determined by a series of observations at various points along the seashore taken continuously for a period of 19 years or more. Because mean sea level is not quite the same as the geoid, probably because of ocean currents, in adjusting the level grid for the United States and Canada all heights determined for mean sea level have been held at zero elevation.

Because the level surfaces, determined by leveling, are distorted slightly in the area toward the Earth's poles (because of the reduction in centrifugal force and the increase in the force of gravity at higher latitudes), the distances between the surfaces and the geoid do not exactly represent the surface's heights from the geoid. To correct these distortions, orthometric corrections must be applied to long lines of levels at high altitudes that have a north-south trend.

Trigonometric leveling often is necessary where accurate elevations are not available or when the elevations of inaccessible points must be determined. From two points of known position and elevation, the horizontal position of the unknown point is found by triangulation, and the vertical angles from

the known points are measured. The differences in elevation from each of the known points to the unknown point can be computed trigonometrically.

The National Ocean Service in recent years has hoped to increase the density of horizontal control to the extent that no location in the United States will be farther than 50 miles (80 kilometres) from a primary point, and advances anticipated in analytic phototriangulation suggest that the envisioned density of control may soon suffice insofar as topographic mapping is concerned. Existing densities of control in Britain and much of western Europe are already adequate for mapping and cadastral surveys.

Notes:

1. Adjacent triangle – примыкающий треугольник;
2. Oblate – сжатый;
3. Spherical coordinates – сферические координаты;
4. Marked point – опорная точка;
5. Distortion – искажение;
6. Orthometric corrections – ортометрические поправки;
7. Trigonometric leveling – тригонометрическое нивелирование;
8. National Ocean Service (NOS) – Национальная океаническая служба США;
9. Analytic phototriangulation – аналитическая фототриангуляция.

Text 5

MODERN SURVEYING GLOBAL POSITIONING

The techniques used to establish the positions of reference points within an area to be mapped are similar to those used in navigation. In surveying, however, greater accuracy is required, and this is attainable because the observer and the instrument are stationary on the ground instead of in a ship or aircraft that is not only moving but also subject to accelerations, which make it impossible to use a spirit level for accurate measurements of star elevations.

The technique of locating oneself by observations of celestial objects is rapidly going out of date. In practicing it, the surveyor uses a theodolite with a spirit level to measure accurately the elevations of the Sun at different times of the day or of several known stars in different directions. Each observation defines a line on the Earth's surface on which the observer must be located; several such lines give a fix, the accuracy of which is indicated by how closely these lines meet in a point. For longitude it is necessary also to record the Greenwich Mean Time of each observation. This has been obtained since 1884 by using an accurate chronometer that is checked at least once a day against time signals transmitted telegraphically over land lines and submarine cables or broadcast by radio.

A more recent procedure for global positioning relies on satellites, whose locations at any instant are known precisely because they are being continuously observed from a series of stations in all parts of the world. The coordinates of these stations were established by very large scale triangulation based on a combination of radar observations of distances and measurements of the directions of special balloons or flashing satellites, obtained by photographing them at known instants of time against the background of the fixed stars.

The principal method of using satellites for accurate positioning is based on an application of the Doppler effect. A radio signal is transmitted at a steady frequency by the satellite, but a stationary observer detects a higher frequency as the satellite approaches and a lower one as it recedes. The speed of the frequency drop depends on the distance of the observer from the satellite's track, so a determination of this speed provides a measure of that distance. At the instant of the satellite's closest approach, the observed frequency is the same as that transmitted, so at that time the observer must be located somewhere along the line at right angles to the satellite's track. Since this track over the Earth's surface is accurately known at all times, these data define the observer's position.

Notes:

1. Greenwich Mean Time – среднее время по Гринвичу;
2. Flashing satellite – геодезический спутник с импульсным источником света;
3. Doppler effect – доплеровский эффект.

Text 6

MODERN SURVEYING ESTABLISHING THE FRAMEWORK

Most surveying frameworks are erected by measuring the angles and the lengths of the sides of a chain of triangles connecting the points fixed by global positioning. The locations of ground features are then determined in relation to these triangles by less accurate and therefore cheaper methods. Establishing the framework ensures that detail surveys conducted at different times or by different surveyors fit together without overlaps or gaps.

For centuries the corners of these triangles have been located on hilltops, each visible from at least two others, at which the angles between the lines joining them are measured; this process is called triangulation. The lengths of one or two of these lines, called bases, are measured with great care; all the other lengths are derived by trigonometric calculations from them and the angles. Rapid checks on the accuracy are provided by measuring all three angles of each triangle, which must add up to 180 degrees.

In small flat areas, working at large scales, it may be easier to measure the lengths of all the sides, using a tape or a chain, rather than the angles between them; this procedure, called trilateration, was impractical over large or hilly areas until the invention of electromagnetic distance measurement (EDM) in the mid-20th century. This procedure has made it possible to measure distances as accurately and easily as angles, by electronically timing the passage of radiation over the distance to be measured; microwaves, which penetrate atmospheric haze, are used for long distances and light or infrared radiation for short ones. In the devices used for EDM, the radiation is either light (generated by a laser or an electric lamp) or an ultrahigh-frequency radio beam. The light beam requires a clear line of sight; the radio beam can penetrate fog, haze, heavy rain, dust, sandstorms, and some foliage. Both types have a transmitter-receiver at one survey station. At the remote station the light type contains a set of corner mirrors; the high-frequency type incorporates a retransmitter (requiring an operator) identical to the transmitter-receiver at the original station. A corner mirror has the shape of the inside of a corner of a cube; it returns light toward the source from whatever angle it is received, within reasonable limits. A retransmitter must be aimed at the transmitter-receiver.

In both types of instrument, the distance is determined by the length of time it takes the radio or light beam to travel to the target and back. The elapsed time is determined by the shift in phase of a modulating signal superimposed on the carrier beam. Electronic circuitry detects this phase shift and converts it to units of time; the use of more than one modulating frequency eliminates ambiguities that could arise if only a single frequency had been employed.

EDM has greatly simplified an alternative technique, called traversing, for establishing a framework. In traversing, the surveyor measures a succession of distances and the angles between them, usually along a traveled route or a stream. Before EDM was available, traversing was used only in flat or forested areas where triangulation was impossible. Measuring all the distances by tape or chain was tedious and slow, particularly if great accuracy was required, and no check was obtainable until the traverse closed, either on itself or between two points already fixed by triangulation or by astronomical observations.

In both triangulation and traversing, the slope of each measured line must be allowed for so that the map can be reduced to the horizontal and referred to sea level. A measuring tape may be stretched along the ground or suspended between tripods; in precise work corrections must be applied for the sag, for tension, and for temperature if these differ from the values at which the tape was standardized. In work of the highest order, known as geodetic, the errors must be kept to one millimetre in a kilometre, that is, one part in 1,000,000.

Notes:

1. Framework – сеть опорных пунктов;
2. Electromagnetic distance measurement (EDM) – измерение расстояний радиодальномером;
3. Electronic circuitry – электронная схемотехника;
4. Frequency – частота;
5. Sag – прогиб.

Text 7

MODERN SURVEYING THE THEODOLITE

Though for sketch maps the compass or graphic techniques are acceptable for measuring angles, only the theodolite can assure the accuracy required in the framework needed for precise mapping. The theodolite consists of a telescope pivoted around horizontal and vertical axes so that it can measure both horizontal and vertical angles. These angles are read from circles graduated in degrees and smaller intervals of 10 or 20 minutes. The exact position of the index mark (showing the direction of the line of sight) between two of these graduations is measured on both sides of the circle with the aid of a vernier or a micrometer. The accuracy in modern first-order or geodetic instruments, with five-inch glass circles, is approximately one second of arc. With such an instrument a sideways movement of the target of one centimetre can be detected at a distance of two kilometres. By repeating the measurement as many as 16 times and averaging the results, horizontal angles can be measured more closely; in geodetic surveying, measurements of all three angles of a triangle are expected to give a sum of 180 degrees within one second of arc.

In the most precise long-distance work, signaling lamps or heliographs reflecting the Sun are used as targets for the theodolite. For less demanding work and work over shorter distances, smaller theodolites with simpler reading systems can be used; targets are commonly striped poles or ranging rods held vertical by an assistant.

An extensive set of these measurements establishes a network of points both on the map, where their positions are plotted by their coordinates, and on the ground, where they are marked by pillars, concrete ground marks, bolts let into the pavement, or wooden pegs of varying degrees of cost and permanence, depending on the importance and accuracy of the framework and the maps to be based on it. Once this framework has been established, the surveyor proceeds to the detail mapping, starting from these ground marks and knowing that their accuracy ensures that the data obtained will fit precisely with similar details obtained elsewhere in the framework.

Notes:

1. Sketch map – обзорная карта;
2. Heliograph – радиогелиограф;
3. Ranging rod – дальномерная рейка.

Text 8

MODERN SURVEYING TOTAL STATION

Total station or TST (total station theodolite) is an electronic/optical instrument used in modern surveying and building construction. The total station is an electronic theodolite (transit) integrated with an electronic distance meter (EDM) to read slope distances from the instrument to a particular point.

The primary function of surveying instruments is to measure distances, angles and heights. The total station employs the electro-optical distance metering method, emitting laser beams to a target and detecting light reflected off it. It takes measurements by calculating the deviation of the wavelength of the reflected light. Total stations are able to measure distances to an accuracy of 2-3 millimeters per kilometer, and angles to 1-second accuracy.

Surveying instruments measure angles using a built-in encoder. The encoder is a device that measures the rotation angle and number of rotations of a built-in motor as digital data.

To measure the angle to a target point, the system creates a radial pattern comprising 16,200 spokes at equal distance on a glass disc and irradiates light with an LED diode. The encoder detects the rotation angle of the motor by reading changes in the intensity of the projected light. This way, the angle to the target is detected with a resolution down to a one-second angle.

There are two methods of measuring distance: the prism method, which uses a reflective prism at the target measurement point, and the non-prism, or reflectorless, method that does not use a reflective prism.

With the prism method, a laser is beamed at a reflective prism (also called a mirror) placed at the measurement point, and the distance is measured by the time it takes for light to be reflected back from the prism. Though this method is more accurate than the reflectorless method, it requires the placing of a reflective prism at the measurement point, making it difficult to measure distances to high locations, diagonal surfaces, or inaccessible locations.

With the reflectorless method, it is possible to survey areas from a distant location. Even areas of possible danger such as disaster areas (e.g. landslides) can safely and efficiently be surveyed with this method, which has the additional advantage of requiring less labour and time (there is no need for a second team to handle the prism at the target point).

When surveying roads, for example, traffic restrictions need to be put into

place if reflective prisms are used. This is not the case with the reflectorless method. The decision to use the prism or reflectorless method is made according to conditions at the survey site.

Notes:

1. Total station – тахеометр;
2. Slope distance – расстояние по наклону;
3. Reflected light – отражённый свет;
4. Built-in encoder – встроенный датчик;
5. Reflective prism – отражательная призма;
6. Pacing – измерение расстояния шагами.

Text 9

MODERN SURVEYING DETAIL SURVEYING

The actual depiction of the features to be shown on the map can be performed either on the ground or, since the invention of photography, aviation, and rocketry, by interpretation of aerial photographs and satellite images. On the ground the framework is dissected into even smaller areas as the surveyor moves from one point to another, fixing further points on the features from each position by combinations of angle and distance measurement and finally sketching the features between them freehand. In complicated terrain this operation can be slow and inaccurate, as can be seen by comparing maps made on the ground with these made subsequently from aerial photographs.

Ground survey still has to be used, however, for some purposes; for example, in areas where aerial photographs are hard to get; under the canopy of a forest, where the shape of the ground – not that of the treetops – is required; in very large scale work or close contouring; or if the features to be mapped are not easily identifiable on the aerial photographs, as is the case with property boundaries or zones of transition between different types of soil or vegetation. One of two fundamental differences between ground and air survey is that, as already mentioned, the ground survey interpolates, or sketches, between fixed points, while air survey, using semiautomatic instruments, can trace the features continuously, once the positions of the photographs are known. One effect of this is to show features in uniform detail rather than along short stretches between the points fixed in a ground survey.

The second difference is that in ground survey different techniques and accuracies may be adopted for the horizontal and vertical measurements, the latter usually being more precise. Accurate determinations of heights are required for engineering and planning maps, for example, for railway gradients or particularly for irrigation or drainage networks, since water in open channels does not run uphill.

The methods used for fixing locations within the horizontal detail framework are similar to, but less accurate than, those used for the primary framework. Angles may be measured with a hand-held prismatic compass or graphically with a plane table, or they may be estimated as right angles in the case of points that are offset by short distances from straight lines between points already fixed. Detail points may be located by their distances from two fixed points or by distance and bearing from only one.

The surveyor may record measurements made in the field and plot them there on a sketch board or in the office afterward, but if the country is open and hilly, or even mountainous, the plane table offers the best way of recording the data. A disadvantage of plane-table work is that it cannot be checked in the office, and so it requires greater intelligence and integrity of the surveyor. The plane table reached its most efficient form of use in the Survey of India, begun in 1800, in which large areas were mapped with it by dedicated Indian surveyors. It consists of a flat board that is mounted on a tripod so that it can be fixed or rotated around a vertical axis. It is set up over a framework point or one end of a measured baseline with its surface (which is covered with paper or other drawing medium) horizontal. It is turned until the line joining its location with another framework point or the other end of the baseline is parallel to the same line as drawn on the paper. This alignment is performed with the aid of an alidade, or sight rule, a straightedge fitted with simple sights. The alidade is then directed toward points on features that are to be fixed, and pencil rays are drawn along the sight rule toward them. The procedure is repeated at the other framework point or the other end of the baseline; the points where the rays intersect on the table will be the map positions of the features.

In surveying for engineering projects, more sophisticated instruments are employed to maximize accuracy. For example, distances may be measured by EDM or by tachymetry, a geometric technique in which the vertical distance on a graduated vertical staff, seen between two stadia hairs in the theodolite eyepiece, is a measure of the horizontal distance between the theodolite and the staff – usually 100 times the difference between the two readings. This method requires at least one assistant to move the staff from place to place. Modern surveying instruments combine a theodolite, EDM equipment, and a computer that records all the observations and calculates the height differences obtained by measuring vertical angles.

Notes:

1. Ground survey – наземная съёмка;
2. Railway gradient – уклон железной дороги;
3. Prismatic compass – компас с оптической передачей;
4. Plane table – мензула;

5. Alidade – алидада, угломер;
6. Tachymetry – тахеометрическая съёмка, тахеометрия;
7. Theodolite eyepiece – окуляр теодолита.

Text 10

MODERN SURVEYING AERIAL SURVEYING

Aviation and photography have revolutionized detailed mapping of features visible from the air. An aerial photograph, however, is not a map. In the case of the House of Parliament and Westminster Bridge, London, for example, the tops of the towers would coincide with the corners of the foundations when mapped. In an aerial photograph, however, they would not, being displaced radially from the centre. An important property of vertical aerial photographs is that angles are correctly represented at their centres, but only there. Similar distortions are present in photographs of hilly ground. This problem may be dealt with in two principal ways, depending on the relative scales of the map and the photographs and on whether contours are required on the map. The older method, adequate for planimetric maps at scales smaller than the photographs, was used extensively during and after World War II to map large areas of desert and thinly populated country; mountainous area could be sketched in, but the relief was not accurately shown.

As in ground survey, a framework of identified points is necessary before detailed mapping can be carried out from the air. The photographs are ordinarily taken by a vertically aligned camera in a series of strips in which each picture overlaps about 60 percent of the preceding one; adjacent strips overlap only slightly. The overlaps make it possible to assemble a low-order framework or control system based on small, recognizable features that appear in more than one photograph. In the simplest form of this procedure each photograph is replaced by a transparent template on which rays are drawn (or slots are cut) from the centre of the picture to the selected features. The angles between these rays or slots are correct, and slotted templates can be fitted together by inserting studs, which represent the features, into the appropriate slots and sliding the templates so that each stud engages the slots in all the pictures showing the corresponding feature. This operation ensures that the centres of the pictures and the selected features are in the correct relationship. The array of overlapping photographs can be expanded or contracted by sliding them about on the work surface as long as the studs remain engaged in the slots, so the assemblage can be positioned, oriented, and scaled by fitting it to at least two – preferably several – ground-control points identified on different photographs.

This technique may be extended by using two additional cameras, one on each side, aimed at right angles to the line of flight and 30 degrees below

the horizontal. The photographs taken by the side cameras overlap those taken by the vertical one and also include the horizon; the effect is to widen the strip of ground covered and thus to reduce the amount of flying required. Points in the backgrounds of the oblique photographs can be incorporated in the overlapping array as before to tie the adjacent flight paths together. Photography from high-flying jet aircraft and satellites has rendered this technique obsolete, but before those advances took place it greatly facilitated the mapping of underdeveloped areas.

For the production of maps with accurate contours at scales five or six times that of the photographs, a more sophisticated approach is necessary. The ground-survey effort must be expanded to provide the heights as well as the positions of all the features employed to establish the framework.

In this technique the details within each segment of the map are based not on individual photographs but on the overlap between two successive ones in the same strip, proceeding from the positions and heights of features in the corners of each area. A three-dimensional model can be created by viewing each pair of consecutive photographs in a stereoscope; by manipulation of a specially designed plotting instrument, the overlapping area can be correctly positioned, scaled, and oriented, and elevations of points within it can be derived from those of the four corner points. These photogrammetric plotting instruments can take several forms. In projection instruments the photographs are projected onto a table in different colours so that, through spectacles with lenses of complementary colours, each eye sees only one image, and the operator visualizes a three-dimensional model of the ground. A table or platen, with a lighted spot in the middle, can be moved around the model and raised or lowered so that the spot appears to touch the ground while the operator scans any feature, even if it is located on a steep hillside. A pencil directly beneath the spot then plots the exact shape and position of the feature on the map. For contouring the platen is fixed at the selected height (at a scale adjusted to that of the model), and the spot is permitted to touch the model surface wherever it will; the pencil then draws the contour.

With more complex mechanical devices, rays of the light reaching the aircraft taking the two photographs are represented by rods meeting at a point that represents the position of the feature of the model being viewed. With a complicated system of prisms and lenses the operator, as with projection instruments, sees a spot that can be moved anywhere in the overlap and up or down to touch the model surface. A mechanical or electronic system moves a pencil into the corresponding position on a plotting table to which the map manuscript is fixed.

With computerized analytic instruments the mechanical operation is limited to measuring coordinates on the two photographs, and the conversion

to a three-dimensional model is performed entirely by the computer. It is possible with the most precise plotting instruments of either type to draw a map at four to six times the scale of the photographs and to plot contours accurately at a vertical interval of about one one-thousandth of the height from which the photographs were taken. With such analytic instruments the record can be stored in digital as well as graphic form to be plotted later at any convenient scale.

All these methods produce a line or drawn map; some of them also create a data file on disk or tape, containing the coordinates of all the lines and other features on the map. On the other hand, aerial photographs can be combined and printed directly to form a photomap. For flat areas this operation requires simply cutting and pasting the photographs together into a mosaic. For greater accuracy the centres of the photographs may be aligned by the use of slotted templates to produce a photomap called a controlled mosaic.

A much more precise technique is based on the use of an orthophotoscope. With this device, overlapping photographs are employed just as in the stereoscopic plotter, but the instrument, rather than the manual tracing of the features and contours, scans the overlap and produces an orthophotograph by dividing the area into small sections, each of which is correctly scaled. This procedure is best applied to areas of low relief without tall buildings; the resulting maps can then be substituted for line maps in rural areas where they are practically useful in planning resettlement in agricultural projects. Because no fair drawing is required, the final printed map can be produced much more quickly and cheaply than would otherwise be possible.

Notes:

1. Planimetric map – карта без изображения рельефа;
2. Adjacent strip – смежный маршрут;
3. Overlap – перекрытие (листов карты или аэроснимков);
4. Transparent template – прозрачный шаблон;
5. Plotting instrument – картосоставительский прибор;
6. Platen – прижимное устройство;
7. Photomap – карта, составленная по аэрофотосъёмочным данным;
8. Controlled mosaic – ориентированный фотоплан;
9. Orthophotoscope – ортофотоскоп;
10. Stereoscopic plotter – стереообработывающий прибор.

Text 11

MODERN SURVEYING HYDROGRAPHY

Surveying of underwater features, or hydrographic surveying, formerly required techniques very different from ground surveying, for two reasons: the surveyor ordinarily was moving instead of stationary, and the surface being mapped could not be seen. The first problem, making it difficult to establish a framework except near land or in shoal areas, was dealt with by dead reckoning between points established by astronomical fixes. In effect a traverse would be run with the ship's bearing measured by compass and distances obtained either by measuring speed and time or by a modern log that directly records distances. These have to be checked frequently, because however accurate the log or airspeed indicator and compass, the track of a ship or aircraft is not the same as its course. Crosscurrents or winds continually drive the craft off course, and those along the course affect the speed and the distance run over the ground beneath.

The only way a hydrographer could chart the seabed before underwater echo sounding and television became available was to cast overboard at intervals a sounding line with a lead weight at the end and measure the length of the line paid out when the weight hit the bottom. The line was marked in fathoms, that is, units of one one-thousandth of a nautical mile, or approximately six feet (1,8 metres).

Sounding by lead is obviously very slow, especially in deep waters, and the introduction of echo sounding in the early 20th century marked a great improvement. It was made possible by the invention of electronic devices for the measurement of short intervals of time. Echo sounding depends on timing the lapse between the transmission of a short loud noise or pulse and its return from the target – in this case the bottom of the sea or lake. Sound travels about 5,000 feet (1,500 metres) per second in water, so that an accuracy of a few milliseconds in measurements of the time intervals gives depths within a few feet.

The temperature and density of water affect the speed at which sound waves travel through it, and allowances have to be made for variations in these properties. The reflected signals are recorded several times a second on a moving strip of paper, showing to scale the depth beneath the ship's track. The echoes may also show other objects, such as schools of fish, or they may reveal the dual nature of the bottom, where a layer of soft mud may overlie rock. Originally only the depth that was directly beneath the ship was measured, leaving gaps between the ship's tracks. Later inventions, which include sideways-directed sonar and television cameras, have made it possible to fill these gaps. While measurements of depths away from the ship's track are not

so accurate, the pictures reveal any dangerous objects such as rock pinnacles or wrecks, and the survey vessel can then be diverted to survey them in detail.

Modern position-fixing techniques using radar have made the whole process much simpler, for the ship's location is now known continuously with reference to fixed stations on shore or satellite tracks. Another modern technique is the use of pictures taken from aircraft or satellites to indicate the presence and shape of shoal areas and to aid the planning of their detailed survey.

An alternative to the use of radar or satellite signals for continuous and automatic recording of a ship's position is the employment of inertial guidance systems. These devices, developed to satisfy military requirements, detect every acceleration involved in the motion of a craft from its known starting point and convert them and the elapsed time into a continuous record of the distance and direction traveled.

For studying the seabed in detail, the bottom of the sounding lead was hollowed to hold a charge of grease to pick up a sample from the sea floor. Today television cameras can be lowered to transmit pictures back to the survey ship, though their range is limited by the extent to which light can penetrate the water, which often is murky. Ordinary cameras also are used in pairs for making stereoscopic pictures of underwater structures such as drilling rigs or the wreckage of ancient ships.

Notes:

1. Hydrographic surveying – гидрографическая съёмка;
2. Shoal area – мелководная зона;
3. Astronomical fix – астрономическая точка;
4. Fathom – фатом;
5. Echo sounding – промер глубин эхолотом;
6. Survey vessel – гидрографическое судно;
7. Elapsed time – прошедший промежуток времени;
8. Stereoscopic picture – стереоскопическое изображение.

Text 12

MODERN SURVEYING HEIGHT DETERMINATION

Heights of surface features above sea level are determined in four main ways: by spirit leveling, by measuring vertical angles and distances, by measuring differences in atmospheric pressure, and, since the late 20th century, by using three-dimensional satellite or inertial systems. Of these the first is the most accurate; the second is next in accuracy but faster; the third is least accurate but can be fastest if heights are to be measured at well-separated

points. The last two techniques require sophisticated equipment that is still very expensive.

In spirit leveling the surveyor has for centuries used a surveying level, which consists of a horizontal telescope fitted with cross hairs, rotating around a vertical axis on a tripod, with a very sensitive spirit level fixed to it; the instrument is adjusted until the bubble is exactly centred. The reading on a graduated vertical staff is observed through the telescope. If such staffs are placed on successive ground points, and the telescope is truly level, the difference between the readings at the cross hairs will equal that between the heights of the points. By moving the level and the staffs alternately along a path or road and repeating this procedure, differences in height can be accurately measured over long horizontal distances.

In the most precise work, over a distance of 100 kilometres the error may be kept to less than a centimeter. To achieve this accuracy great care has to be taken. The instrument must have a high-magnification telescope and a very sensitive bubble, and the graduated scale on the staff must be made of a strip of invar (an alloy with a very small coefficient of thermal expansion). Moreover, the staffs must be placed on pegs or special heavy steel plates, and the distance between them and the level must always be the same to cancel the effects of aerial refraction of the light.

In less precise work a single wooden staff can be used; for detailed leveling of a small area, the staff is moved from one point to another without moving the level so that heights can be measured with a radius of about 100 metres. The distances of these points from the instrument can be measured by tape or more commonly, by recording not only the reading at the central cross hair in the field of view of the telescope but also those at the stadia hairs, that is by tachymetry. The bearing of each point is observed by compass or on the horizontal circle of the level so that it can be plotted or drawn on the map.

Since the 1950s levels have been introduced in which the line of sight is automatically leveled by passage through a system of prisms in a pendulum, thus removing the need to check the bubble. The disadvantage of spirit leveling is the large number of times the instrument has to be moved and realigned, particularly on steep hills; it is used primarily along practically flat stretches of ground.

For faster work in hilly areas, where lower accuracies usually are acceptable, trigonometric height determination is employed using a theodolite to measure vertical angles and measuring or calculating the distances by triangulation. This procedure is particularly useful in obtaining heights throughout a major framework of triangulation or traverse where most of the points are on hilltops. To increase precision, the observations are made

simultaneously in both directions so that aerial refraction is eliminated; this is done preferably around noon, when the air is well mixed.

The third method of height determination depends on measurements of atmospheric pressure differences with a sensitive aneroid barometer, which can respond to pressure differences small enough to correspond to a foot or two (0.3 to 0.6 metre) in height. The air pressure changes constantly, however, and to obtain reliable results it is necessary to use at least two barometers; one at reference point of known height is read at regular intervals while the surveyor proceeds throughout the area, recording locations, times, and barometer readings. Comparison of readings made at the same time then gives the height differences.

An alternative to the barometer for pressure measurement is an apparatus for measuring the boiling point of a liquid, because this temperature depends on the atmospheric pressure. Early explorers determined heights in this way, but the results were very rough; this technique was not accurate enough for surveyors until sensitive methods for temperature measurement were developed. The airborne profile recorder is a combination of this refined apparatus with a radar altimeter to measure the distance to the ground below an aircraft.

Analysis of the signals received simultaneously from several satellites gives heights as accurately as positions. Heights determined in this way are useful in previously unmapped areas as a check on results obtained by faster relative methods, but they are not accurate enough for mapping developed areas or for engineering projects. All-terrain vehicles or helicopters can carry inertial systems accurate enough to provide approximate heights suitable for aerial surveys of large areas within a framework of points established more accurately by spirit leveling.

Notes:

1. Cross hairs – сетка нитей;
2. Readings – показания измерительных приборов;
3. High-magnification – большое увеличение;
4. Graduated scale – масштабная линейка;
5. Thermal expansion – термальное расширение;
6. Stadia hairs – дальномерные нити;
7. Pendulum – маятник;
8. Aneroid barometer – барометр-анероид;
9. Airborne profile recorder – бортовой высотомер с самописцем;
10. Radar altimeter – радарный высотомер.

Text 13

3D LASER SCANNING FOR CULTURAL HERITAGE

In the last years, thanks to the advances of surveying sensors and techniques, many heritage sites could be accurately replicated in digital form with very detailed and impressive results. The actual limits are mainly related to hardware capabilities, computation time and low performance of personal computer. Often, the produced models are not visible on a normal computer and the only solution to easily visualize them is offline using rendered videos. This kind of 3D representations is useful for digital conservation, divulgation purposes or virtual tourism where people can visit places otherwise closed for preservation or security reasons. But many more potentialities and possible applications are available using a 3D model.

Almost 50 years ago, the Venice Charter (International Charter for the Conservation and Restoration of Monuments and Sites, 1964) stated: “It is essential that the principles guiding the preservation and restoration of ancient buildings should be agreed and be laid down on an international basis, with each country being responsible for applying the plan within the framework of its own culture and traditions”. But nowadays the need for a clear, rational, standardized terminology and methodology, as well as an accepted professional principle and technique for interpretation, presentation, digital documentation and presentation is still not established. Furthermore, “...Preservation of the digital heritage requires sustained efforts on the part of governments, creators, publishers, relevant industries and heritage institutions. In the face of the current digital divide, it is necessary to reinforce international cooperation and solidarity to enable all countries to ensure creation, dissemination, preservation and continued accessibility of their digital heritage” (UNESCO Charter on the Preservation of the Digital Heritage 2003). Therefore, although we may digitally record and produce models, we also require more international collaborations and information sharing to digitally preserve and make them accessible in all the possible forms and to all the possible users and clients. But despite all these international statements, the constant pressure of international heritage organizations and the recent advances of 3D recording techniques, a systematic and targeted use of 3D surveying and modelling in the Cultural Heritage field is still not yet employed as a default approach for different reasons:

- 1) the idea of high costs for 3D models;
- 2) the difficulties in achieving good 3D models by everyone;
- 3) the thought that 3D is an optional process of interpretation and an additional ‘aesthetic’ factor, i.e. traditional 2D documentation is enough;
- 4) the difficulty of integrating 3D worlds with other more standard 2D

material;

5) the lack of powerful and reliable software to handle 3D data and produce standard documentation material.

New technologies and new hardware are pushing to increase the quality of 3D models with the purpose of attracting new people into the 3D world. Many companies entered inside this market developing and employing software and survey systems with good potentialities and often very impressive results. Indeed the number of 3D products is huge and if one hand the cost of these technologies is slowly reducing, on the other hand it's difficult, in particular for nonspecialists, to select the right product due to a lack of standard terminology and specifications. Furthermore, new technologies can for sure be a powerful tool to improve the classical standard of documentation and create a new methodology, however caution must be used and they have to be further studied and customized to be fully effective and useful, since even the standard bi-dimensional representations are still not problem-free.

When planning a 3D surveying and modeling project, beside all the technical parameters that should be kept in mind (e.g. location, accessibility, geometric detail, budget), a very crucial thing to know is the final user of the 3D data and the final project's goal, in order to clarify what is actually needed.

Nowadays there is a large number of geomatics data acquisition tools for mapping purposes and for visual Cultural Heritage digital recording. These include satellite imagery, digital aerial cameras, radar platforms, airborne and terrestrial laser scanners, UAVs, panoramic linear sensors, SRL or consumer-grade terrestrial digital cameras and GNSS/INS systems for precise positioning. Beside data acquisition systems, today new software has been developed and many automated data processing procedures are available. For what concerned new functionality for 3D data management, there are new advances in Geographic Information Systems (GIS) and 3D repositories (e.g. BIM) while in the visualization field the rendering and animation software are now more affordable with lower costs and higher results. The continuous development of new sensors, data capture methodologies and multi-resolution 3D representations are contributing significantly to the documentation, conservation, and presentation of heritage information and to the growth of research in the Cultural Heritage field. The generation of reality-based 3D models of heritage sites and objects is nowadays performed using methodologies based on passive sensors and image data, active sensors and range data, classical surveying (e.g. total stations or GNSS), 2D maps, or an integration of the aforementioned techniques.

The choice or integration depends on the required accuracy, object dimensions, location constraints, instrument's portability and usability, surface

characteristics, project's budget and final goal of the 3D survey. Identify the best approach in every situation is not an easy task but it is nowadays clear that the combination and integration of different sensors and techniques, in particular when surveying large and complex sites, is the ideal solution in order to: 1) exploit the intrinsic strengths of each technique, 2) compensate for weaknesses of individual methods, 3) derive different geometric Levels of Detail of the scene under investigation that show only the necessary information and 4) achieve more accurate and complete geometric surveying for modelling, interpretation, representation and digital conservation issues.

The Stonehenge laser scan survey undertaken back in 2011 successfully demonstrates the recording, documentation and archaeological analysis application of laser scanning as well as its latent potential for deriving new data. This new survey aimed to record both the world famous prehistoric monument and 'The Triangle' landscape immediately surrounding it by applying a range of laser scanning systems from Leica Geosystems and Zoller und Fruehlich (Z+F) with varying specifications and data capture capabilities.

In December 2013 a new visitor centre was opened at Stonehenge containing a number of displays based on the laser scan data. These included interpretation and tactile reconstructions of the henge monument and a new 'Stand in the Stones' virtual display that every visitor now experiences when entering the new centre. Such a project therefore demonstrates that laser scanning can successfully record heritage sites and monuments and provides a range of useable outputs encompassing traditional, modern and virtual requirements.

The importance of Cultural Heritage documentation is well recognized and there is an increasing pressure at international level to preserve them also digitally with long-lasting and standard formats. Indeed 3D data are today a critical component to permanently record the shape of important objects so that, in digital form at least, they might be passed down to future generations. This concept has produced firstly a large number of projects, mainly led by research groups, which have realized very high quality and complete digital models and secondly has alerted the creation of guidelines describing standards for correct and complete 3D documentations and digital preservation.

Notes:

1. Geomatics – геоинформатика (geo+informatics);
2. Digital recording – цифровая регистрация;
3. Satellite imagery – изображение спутниковых данных;
4. Radar platform – радиолокационная установка;
5. Panoramic sensor – панорамный датчик;
6. GNSS (Global Navigation Satellite System) – глобальная навига-

ционная спутниковая система (ГНСС);

7. INS (Inertial Navigation System) – инерциальная навигационная система (ИНС).

Text 14

TOOLS AND PRODUCTS OF MODERN GEODESY

Today, the toolbox of geodesy comprises a number of space-geodetic and terrestrial techniques, which together allow for detailed observations of the «three pillars of geodesy» (Geokinematics, Earth Rotation, the Gravity Field) on a wide range of spatial and temporal scales. With a mix of terrestrial, airborne, and spaceborne techniques, geodesy today determines and monitors changes in Earth's shape, gravitational field and rotation with unprecedented accuracy, resolution (temporal as well as spatial), and long-term stability. At the same time, geodetic observation technologies are in constant development with new technologies extending the observation capabilities almost continuously in terms of accuracy, spatial and temporal coverage and resolution, parameters observed, latency and quality. Together, these observations provide the basis to determine and monitor the ITRF and ICRF as the metrological basis for all Earth observations. Equally important, the observations themselves are directly related to mass transport and dynamics in the Earth system. Thus, the geodetic measurements form the basis for Earth system observations in the true meaning of these words. Beutler et al. suggested a development towards an interdisciplinary service in support of Earth sciences for the IGS. With the establishment of GGOS, IAG has extended this concept of an observing system and service for Earth system sciences to the whole of geodesy.

It is obvious that there is an intimate relationship between the three pillars of geodesy and the reference systems and frames. For geokinematics and Earth rotation, the relationship works both ways: the reference systems are required for positioning purposes (terrestrial and celestial) and for studying Earth rotation, and monitoring through the space geodetic techniques is necessary to realize the two frames and the time-dependent transformation between them.

The ICRF, the ITRF, and the EOPs are needed to derive a gravity field, which is consistent with the ICRF, the ITRF, and the corresponding EOPs. Therefore, one might think at first that the gravity field is not necessary to define and realize the geometric reference systems. However, in order to realize the ITRF, observations made by the satellite geodetic techniques (SLR, GNSS, DORIS) are needed. For these techniques, a gravitational reference system and frame is required as well and cannot be separately determined from the geometrical frames. The problems are obviously inseparable when dealing with the definition in the geometry and gravity domains (origin, orientation,

scale of the geometric networks, low degree and order terms of the Earth's gravity field).

This consistency between geometric and gravitational products is important today, it will be of greatest relevance in the future for the understanding of the mass transport and the exchange of angular momentum between the Earth's constituents, in particular between solid Earth, atmosphere, and oceans. The aspect of consistency is also of greatest importance for all studies related to global change, sea level variation, and to the monitoring of ocean currents.

In the narrowest possible sense, geodesy has the tasks to define the geometric and gravitational reference systems, and to establish the celestial, terrestrial, and gravitational reference frames. Moreover geodesy has to provide the transformation between the terrestrial and celestial reference frames. These key tasks would be relatively simple to accomplish on a rigid Earth without hydrosphere and atmosphere. However, in the real Earth environment already the definition of the terrestrial and gravitational reference systems is a challenge. The corresponding reference frames can only be established by permanent monitoring based on a polyhedron of terrestrial geodetic observing sites, and of space missions.

Notes:

1. Spatial scale – пространственный масштаб;
2. ITRF (International Terrestrial Reference Frame) – Международная система наземных координат;
3. ICRF (International Celestial Reference Frame) – Международная небесная система координат;
4. IGS (International GNSS Service) – Международная служба GNSS;
5. GNSS (Global Navigation Satellite System) – глобальная навигационная спутниковая система;
6. GGOS (Global Geodetic Observing System) – глобальная система геодезических наблюдений;
7. IAG (International Association of Geodesy) – международная ассоциация геодезии (МАГ);
8. EOP (Earth orientation parameters) – параметры ориентации Земли;
9. SLR (Satellite Laser Ranging) – спутниковая лазерная локация;
10. DORIS (Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite) – Доплеровская орбитография.

Text 15

OBSERVING EARTH'S ROTATION SPACE-GEODETIC TECHNIQUES

VLBI: VLBI observes radio signals emitted by quasars. These fixed points constitute the ICRF, and variations in the orientation of the Earth are measured with respect to the ICRF. This technique is sensitive to processes that change the relative position of the radio telescopes with respect to the source, such as a change in the orientation of the Earth in space or a change in the position of the telescopes due to, for example, tidal displacements or tectonic motions. If just two telescopes are observing the same source, then only two components of the Earth's rotation can be determined. A rotation of the Earth about an axis parallel to the baseline connecting the two radio telescopes does not change the relative position of the telescopes with respect to the source, and hence this component of the Earth's orientation is not determinable from VLBI observations taken on that single baseline. Multibaseline VLBI observations with satisfactory geometry can determine all of the components of the Earth's rotation including their time rates-of-change. In fact, the motion of the axis of rotation of the Earth in space (precession and nutation) and the rotation angle around the axis of rotation are uniquely monitored by VLBI through its direct connection to the ICRF.

GNSS: GNSS signals observed by a network of ground stations can be used to determine the orientation of the network of receivers as a whole. In practice, in order to achieve higher accuracy, more sophisticated analysis techniques are employed to determine the EOPs and other quantities such as orbital parameters of the satellites, positions of the stations, and atmospheric parameters such as the zenith path delay. Only polar motion and its time rate-of-change can be independently determined from GNSS measurements. UT1 cannot be separated from the orbital elements of the satellites and hence cannot be determined from GNSS data. The time rate-of-change of UT1, which is related to the length of the day, can be determined from GNSS measurements. But because of the corrupting influence of orbit error, VLBI measurements are usually used to constrain the GNSS-derived Length of Day (LOD) estimates.

SLR and LLR: Although a number of satellites carry retro-reflectors for tracking and navigation purposes, the LAGEOS I and II satellites were specifically designed and launched to study geodetic properties of the Earth including its rotation and are the satellites most commonly used to determine EOPs. Including range measurements to the Etalon I and II satellites have been found to strengthen the solution for the EOPs, so these satellites are now often included in the process. The EOPs are recovered from the basic range

measurements in the course of determining the satellite's orbit and station coordinates. However, because variations in UT1 cannot be separated from variations in the orbital node of the satellite, which are caused by the effects of unmodeled forces acting on the satellite, it is not possible to independently determine UT1 from SRL measurements. Independent estimates of the time rate-of-change of UT1, or equivalently, of LOD, can be determined from SLR measurements, as can polar motion and its time rate-of-change.

In the case of LLR, the EOPs are typically determined from observations by analyzing the residuals each station after the lunar orbit and other parameters such as station and reflector locations have been fit to the range measurements. From this single station technique, two linear combinations of UT1 and the polar motion parameters can be determined, namely, UT0 and the variation of latitude at that station. A rotation of the Earth about an axis connecting the station with the origin of the terrestrial reference frame does not change the distance between the station and the Moon, and hence this component of the Earth's orientation cannot be determined from single station LLR observations.

DORIS: Processing DORIS observations allows the orbit of the satellite to be determined along with other quantities such as station positions and EOPs. As with other satellite techniques, UT1 cannot be determined from DORIS measurements, but its time rate-of-change can be determined, as can polar motion and its rate-of-change.

Notes:

1. VLBI (Very Long Baseline Interferometry) – радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами (РСДБ);
2. Tectonic motion – тектоническое движение;
3. Rate-of-change – скорость измерения;
4. Precession – прецессия;
5. Nutation – нутация;
6. Zenith path – направление луча в зените;
7. Polar motion – движение полюсов;
8. UT1 (Universal Time) - универсальное время - основная версия всемирного времени;
9. LLR (Lunar Laser Ranging) - лазерная локация Луны;
10. UT0 (Universal Time) - всемирное время, определяемое с помощью наблюдений суточного движения звёзд или внегалактических радиоисточников, а также Луны и искусственных спутников Земли.

Text 16

CONSISTENCY OF DATA COLLECTION AND PROCESSING: CONVENTIONS

Since the very early days, international geodesy has always adhered to some form of standards and conventions, the best known of which being the Geodetic Reference System (GRS), revised appropriately on decadal scales, the last version being GRS80. GRS consistently covered geometry, gravity and rotation, albeit at the very top level of required constants and the most basic formulae, with an eye towards classical techniques and approaches, which at the time were still the main source of geodetic products. At that time however, a new project was conceived and successfully executed with international participation at all levels, including design, execution and evaluation; a project that would eventually lead geodesy from the classical era to that of the space age. The project Monitoring Earth Rotation and Inter-comparison of Techniques (MERIT), acted as the pilot for what was later to become the IERS. Along with it came an expanded compilation of constants and standard formulas, mostly associated with the reference frame and Earth rotation, to be used by the project participants. These came to be known as the MERIT standards and with the establishment of the IERS, they became the basis for the development of the IERS Conventions as we know them and use them today.

While, at the beginning, the Conventions mainly served as a guideline for the purpose of data analyses and reduction for Earth orientation monitoring only, they gradually developed as the reference for geometry and reference frame work as well, including all aspects of the required techniques, from geometric modeling of the observables to all of the required geometric and dynamic corrections in order to achieve the accuracy that IERS expected for these products. To achieve this, the Conventions slowly expanded to encompass models and constants that were well beyond the observations for geometry and rotation, including the gravity field and all of its temporal variations (tides and secular changes as well as loading effects from the oceans and atmosphere), relativistic corrections and environmental corrections (e.g. atmospheric delays). The area where these Conventions are focused is that of the space geodetic observations, leaving out most of the constants and practices for ground-based geodesy. This is perhaps due to the fact that the products that concern IERS are of global nature and none of the ground-based geodetic techniques can contribute significantly or compete with the satellite-borne or space-based techniques. Looking at it from a spectral view, they cover the long-wavelength part of the spectrum of products. Geodesy however can deliver significant information at the high-frequency end of the spectrum, albeit in some areas only. One of these areas, the most important one, is that

of the gravitational field of Earth. Ground and airborne surveys provide very high quality and high-resolution local information that is used along with the long-wavelength information obtained from spaceborne instruments (CHAMP, GRACE, GOCE), to develop extremely high resolution global Earth gravity models that will never be derived from space data alone. This is the area that the Conventions need to cover in more detail, both, in the description of the required constants and the standard formulas and practices in reducing such data. Once this is accomplished, the foundations of all three pillars will be ably supported by the same, unique set of Conventions and Standards.

While the expansion and enrichment of the existing Conventions and Standards is a rather simple task, the actual enforcement in practice is by far a more challenging task. While most institutions seek to be part of the appropriate IAG Service in order for their products be granted the seal of approval from that Service, it is usually very difficult to force the required changed in the software and the procedures followed by that institution to make it conform with the IERS rules. As most Services discovered, it took years for the various Analysis Centers within a technique to achieve this harmonization. It will take quite an effort to ensure that this harmonization exists also across techniques, since the geodetic products are for the most part a combination of inputs from several if not all of the Services.

An even more difficult and taxing effort will be required in making sure that not only the same constants, theoretical or empirical models, and reduction procedures are consistent, but also all of the background information used in forward-modeling geophysical processes are also consistently derived and applied in the various analyses and reductions of geodetic observations.

When all of the above are accomplished, there is still going to be an issue concerning the parameterization of the same effects across techniques. Recognizing that not all techniques are equally sensitive (or sensitive at all) to all of the geodetic products, we will need to identify what parameters each technique should deliver and at what frequency, in order to ensure that this information can be easily and readily combined with inputs from other techniques. The issue has been given enough attention for the set of parameters that cover the geometric and rotational group, with only minor attention given to some very long-wavelength gravity information.

To some extent this approach has been reasonable since the very short wavelength gravitational information is well below the sensitivity of any space technique at this point, and for many years to come. There are other areas though where part of such information can be applied in a different form, as a constraint to the results obtained from the global space techniques. For example, incorporating some absolute gravity measurements at a few points

on Earth in the development of a precise orbit from some type of tracking data is practically meaningless. On the other hand, imposing a constraint on the height change of a tracking station based on repeated absolute gravity measurements at that site is a very useful piece of information independent of the primary source of data determining the position and motion of that site.

Such synergetic use of various inputs with a common, single output can only be done if the information from all sources adheres to one set of conventions.

Notes:

1. Geodetic Reference System (GRS) - глобальный датум с моделью гравитационного поля Земли;
2. International Earth Rotation and Reference Systems Service (IERS) - Международная служба вращения Земли (МСВЗ);
3. Reference frame – система координат;
4. Secular changes – вековые изменения;
5. Relativistic corrections – релятивистские поправки;
6. Satellite-borne – установленный на искусственном спутнике;
7. Long-wavelength – длинноволновый;
8. Forward-modeling – опережающее моделирование;
9. Parameterization – параметеризация.

Text 17

GEODETTM IMAGING TECHNIQUES

InSAR

The processing of Synthetic Aperture Radar (SAR) images using the InSAR techniques has demonstrated the potential to revolutionize deformation monitoring from spaceborne platforms. As opposed to conventional point-level positioning techniques, InSAR gives deformation information for extended areas (up to a few hundred km across). In this sense InSAR truly is a remote sensing technique. It can provide spatially smooth three-dimensional maps of surface change, including that from earthquakes, volcanoes, ice sheets, glaciers, fluid extraction, and landslides.

InSAR for geodetic applications is a method by which radar signals are radiated from moving platform and are reflected back to the antenna from the surface of the Earth. The intensity and phase of the reflected signal are measured. In order to measure topography, two antennas separated in space are used to measure phase differences between the two antennas from a radar signal reflected from one point on the Earth's surface. The Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) is an example of a radar mission that mapped 80% of the Earth's topography using this technique. In order to measure surface change,

a single radar is used, measuring the surface at two times from an exactly repeated pass. A change in the line-of-sight distance to the satellite results in a phase change that can be used to infer surface change.

Several radar missions have used interferometric techniques for topography and surface change. SRTM mapped 80% of the Earth's topography in a 10-day mission in 2000. The European ERS-1 and ERS-2 missions, the Japanese JERS-1 and ALOS missions, and the Canadian Radarsat missions have provided important data sets for measuring surface change. The European and Canadian missions are C-band instruments, and the short wavelength signal decorrelates over vegetated regions. A recently released report of the U.S. National Research Council recommends an L-band InSAR mission with 8-day repeat to provide global coverage of Earth's deforming regions. The report recommends a launch in the 2010-2013-time frame, essentially the earliest possible juncture.

Successes from radar interferometry include the SRTM topographic map, discovery of actively inflating volcanoes that were thought to be dormant, measurement of interseismic, coseismic, and postseismic deformation related to earthquakes that have truly influenced physical models of Earth's crust, observation of incipient landslides, and subsidence due to water and oil withdrawal. Long-term systematic measurements will also provide insight into time dependent behavior of earthquake, volcanic, and other solid Earth and cryosphere systems.

Solid Earth science and many applications require observations of Earth's surface displacements at the sub-cm level. Solid Earth processes exhibit temporal scales from seconds (e.g., coseismic displacements) to secular with respect to the lifetime of a mission (e.g., isostatic adjustments), and spatial scales from local (e.g., local subsidence, volcanoes) to global (e.g., great earthquakes, glacial isostatic adjustment). This wide range of temporal and spatial scales poses a major challenge for the extraction of unbiased surface displacements from InSAR observations.

The determination of surface displacements from InSAR requires at a minimum a high-resolution Digital Elevation Model (DEM) and information on tropospheric water vapor content. Additional data of ionospheric Total Electron Content (TEC), for example, from GPS/GNSS is likely to improve the correction of ionospheric path-delay based on InSAR observations alone. If a priori deformation models are available, tropospheric water vapor content can be estimated directly. However, the strategies for an optimal combination of a priori information on DEM, water vapor, surface deformation, and ionospheric TEC are still the object of research. Particular emphasis should be on consistent treatment of errors in the a priori information.

The «Decadal Survey» (National Research Council, 2007) states that a stable global geodetic reference frame is indispensable for all satellite missions, and this is also true for geodetic imaging missions. For most Earth science applications, the surface displacements need to be given relative to such a stable, global geodetic reference frame. Glacial isostatic adjustment is important for the conversion of ice surface displacements into ice volume and mass changes. The deformation of the solid Earth surface due to ice loads has large spatial scales and need to be referred to the same reference frame as that of the ice surface displacements. Large earthquakes have displacement fields exceeding by far the size of several adjacent images. Likewise, postseismic deformation, which is a key quantity for earthquake process studies, can have spatial scales of the order of 1000 km. For all these phenomena it is crucial to relate the displacements from different interferograms to the same unique reference frame in order to capture the large-scale displacement pattern. However, the present approach to the realization of the ITRS has limitations that reduce the achievable accuracy and necessitate conceptual improvements.

In particular, for early warning and disaster damage assessments, high temporal resolution and low latency are key requirements. Typical InSAR missions have repeat periods of several days or longer. Hazardous volcanoes and unstable slopes can be monitored with such repeat period, but in critical phases, early warning may need much shorter repeat periods. In these cases, supporting measurements with airborne LIDAR and InSAR can be used to achieve improved temporal resolution. Ground-based GPS/GNSS can also provide a higher temporal resolution, especially if the repeat time increases. In cases of earthquakes, landslides, and volcanic eruptions, emergency response rapid information on the extent of damage. Surface displacements are indicative of damage. In order to reduce the latency, again airborne LIDAR and InSAR can support the mapping. In all these cases the appropriate algorithms for the combination of the spaceborne, airborne, and in situ observations need to be developed.

Notes:

1. Synthetic Aperture Radar (SAR) – радиолокатор с синтезированной апертурой (РЛС);
2. InSAR – РЛС с интерферометрической синтезированной апертурой;
3. Three-dimensional map – рельефная карта;
4. Line-of-site mode – трёхточечный метод наведения;
5. C-band – диапазон частот С;
6. Solid Earth – Земля как твёрдое тело;
7. Isostatic adjustment – изостатическая поправка;

8. Digital Elevation Model (DEM) – цифровая матрица высот (ЦМВ);
9. Total Electron Content (TEC) – определение общего содержания электронов;
10. International Terrestrial Reference System (ITRS) – Международная система наземных координат;
11. In situ observation – локальное наблюдение.

Text 18

THE ADVENT OF THE SPACE AGE, SATELLITE GEODESY AND SPACE GEODESY

The space age was initiated by the launch of the first artificial satellite, Sputnik I, on October 4 of the International Geophysical Year 1957. With the launch of artificial satellites it became possible to use these objects either to study the size and figure of the Earth from space or to observe them as targets from the surface of the Earth. The use of artificial satellites for geodetic purposes led to the development of satellite geodesy.

The second essential development in space geodesy in the second half of the 20th century is that of the Very Long Baseline Interferometry (VLBI) technique as a new tool to realize an extraordinarily accurate and stable inertial (celestial) reference system. The replacement of the fundamental star catalogues by a catalogue of Quasars for the definition of the celestial reference frame was an epochal event. Satellite geodesy and VLBI together often are referred to as space geodetic methods or techniques.

Today, space geodetic techniques are the primary tools to study size, figure and deformation of the Earth, and its motion as a finite body in the inertial reference system. Space geodetic techniques thus are fundamental for geodesy, geodetic astronomy, and geodynamics.

The development of space geodesy took place in overlapping periods. The last one, the GNSS period, has had (and will continue to have) a much greater impact. It should be viewed as the replacement of classical navigation and positioning (which, is based on the observation of astrometric positions of natural celestial objects) by measurements of microwave signals emitted by artificial satellites.

Periods of space geodesy:

Optical period. Optical (astrometric) observations were made of the first generation of artificial Earth satellites, like Sputnik 2 and Explorer 1. The balloon satellites Echo 1 and 2 and PAGEOS (passive geodetic satellite), which could even be seen “by the naked eye”, were observed by a worldwide dedicated tracking network. These satellites were (supposedly) spherical, consisted of layers of aluminized mylar foil, and, thanks to their brightness,

their tracks could easily be photographed against the star background. Even better suited, although more difficult to track, were smaller satellites like Geos 1 (Explorer 29) and Geos 2 (Explorer 36) equipped with flash lamps.

Fascinating results came out of this first phase of satellite geodesy. The geodetic datums on different continents could be related to the geocenter and thus to each other with an accuracy of about 5 meters. First reliable coefficients of the gravity field (spherical harmonic expansion up to degree and order of about 12-15) were also derived.

The astrometric technique, when applied to artificial satellites in the 1960s and 1970s, had serious disadvantages. The observation was day time- and weather-dependent; the star catalogues were not of sufficiently high quality and the processing time (time between observation and availability of results) was of the order of a few weeks in the best case. The optical technique therefore no longer played a significant role in space geodesy after about 1975. Remote sensing satellites, like LANDSAT and SPOT, producing images of the Earth's surface, might also be mentioned in this category. These satellites were, however, only of marginal benefit for the determination of the Earth's gravity field or of a highly accurate global terrestrial reference frame.

Doppler period. The U.S. Navy Navigation Satellite System (NNSS), also called the TRANSIT system, had a significant impact on the development of space geodesy. It proved that a system based on the measurement of the Doppler shift of signals generated by stable oscillators on board the satellites could be used for positioning with a remarkable accuracy (0.1-0.5 m relative, about 1 m absolute). The satellites transmitted information on two carrier frequencies (400 MHz and 150 MHz) near the microwave band. The two frequencies allowed for a compensation of ionospheric refraction. Rather small receivers connected to omni-directional antennas made the technique well suited to establish regional and global geodetic networks. Observation periods of a few days were required to obtain the above stated accuracy. The NNSS satellites were in polar, almost circular, orbits about 1100 km above the Earth's surface. The Doppler technique is weather-independent. The Transit system was shut down as a positioning system in December 1996.

SLR and LLR period. SLR stands for Satellite Laser Ranging, LLR for Lunar Laser Ranging. The laser technique, developed in the 1950s, may be used to generate high energetic short light pulses. These pulses are sent out by a conventional astronomical telescope, travel to the satellite (or Moon), are reflected by special corner cubes on the satellite (or Moon) back to the telescope. The travel time of the laser pulse from the telescope to the satellite (or Moon) and back to the telescope is measured and corresponds (after multiplication with the speed of light) to twice the distance between satellite

and telescope at the time the light pulse is reflected by the satellite. Today's SLR technique is capable of determining the distance between observatories and satellites with an accuracy of few millimeters and with a high repetition rate (up to a few Hz). SLR techniques may be used for every satellite equipped with corner cubes. The unique and most valuable contributions of SLR lie in the determination of the Earth's (variable) gravity field, in the determination of the geocenter, and in calibrating geodetic microwave techniques. LLR measures distances between an observatory and the reflectors deployed on the Moon by the Apollo space missions and the Russian Lunokhod missions. The technique is, e.g., capable of measuring directly the secular increase of the Earth-Moon distance (3.8 cm per year). Also, LLR is well suited for evaluating gravitational theories.

VLBI period. Very Long Baseline Interferometry (VLBI) is the only non-satellite geodetic technique contributing to the International Earth Rotation Service (IERS). Its unique and fundamental contribution to geodesy and astronomy is the realization of the celestial reference system and the maintenance of the long-term stability of the transformation between the celestial and terrestrial reference frames. The ICRS (International Celestial Reference System) is defined and maintained by the (recently renamed) International Earth Rotation and Reference Systems Service (IERS). It was adopted by the IAU and the IUGG as the primary celestial reference system, replacing its optical predecessors based on fundamental star catalogues. The observation and analysis aspects are today coordinated by the IVS, the International VLBI Service for Astrometry and Geodesy.

Altimetry missions. Altimetry missions, based on the radar technique, significantly improved our knowledge of the sea surface topography, of ocean currents, of tidal motions of the oceans, etc. There is a long list of altimetry missions including, e.g., GEOS-3, SEASAT, ERS-1 and -2, Envisat, etc. The TOPEX/Poseidon (TOPOgraphy EXperiment for ocean circulation) mission was the first mission which was specially designed to study the ocean currents. For space geodesy the TOPEX/Poseidon mission was a kind of rosetta stone mission, because its orbit was determined using three independent systems (the French DORIS system, SLR tracking, and the GPS). TOPEX/Poseidon was neither the first, nor will it be the last altimetry mission (actually, its successor Jason is already in orbit). Missions like CRYOSAT (a planned three-year ESA radar altimetry mission to determine variations in the thickness of the Earth's continental ice sheets) and ICESAT (NASA's mission for measuring the ice sheet mass balance, cloud, and aerosol heights, etc.) will significantly improve our knowledge of the Earth's ice sheets.

SAR and InSAR missions. Satellite missions based on the Synthetic

Aperture Radar technique and interferometric SAR (InSAR) have the proven potential to revolutionize deformation monitoring and measurements. As opposed to the conventional positioning techniques, SAR and InSAR give deformation information for extended areas (up to a few hundred km). In this sense the SAR techniques and photogrammetry are closely related.

Gravity space missions. For geodesy and geodynamics the CHAMP (Challenging Mini-Satellite Payload for Geophysical Research and Application) mission, the GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) mission, and the upcoming European GOCE (Gravity field and Ocean Current Explorer) mission are particularly fascinating. It is expected that our knowledge of the Earth's gravity field (thanks to the use of spaceborne GPS receivers, accelerometers, and gradiometers) will significantly grow. Gravity missions are of central importance for altimetry, because a precise geoid is required to refer the sea surface topography to an equipotential surface.

GNSS period. GNSS stands for Global Navigation Satellite System. The current generation of GNSS may be viewed as the successor of the Doppler systems. The systems are based on coherent microwave signals (in the L-band) emitted by the satellites in (at least) two carrier frequencies. Simultaneity of measurement of the signals emitted by several satellites and recorded by a receiver allow for instantaneous positioning. The GPS (Global Positioning System) is the best known GNSS and, on top of that, the best known space geodetic technique today. The system has an impact on science and society as a whole, reaching far beyond space geodesy. GPS revolutionized surveying, timing, pedestrian, car, marine and aircraft navigation. Many millions of receivers are in use today. Spaceborne applications of the GPS have a deep impact on geodesy and atmospheric sciences. Other systems, like the Russian GLONASS and the planned European Galileo system (when/if fully deployed) will have a similar impact in future.

Notes:

1. Inertial reference system (IRS) – инерциальная система координат;
2. VLBI (Very Long Baseline Interferometry) – радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами (РСДБ);
3. Geodetic astronomy – геодезическая астрономия;
4. Geodynamics – геодинамика;
5. Aluminized mylar – алюминизированный майлар;
6. Carrier frequency range – диапазон несущих частот;
7. Ionospheric refraction - ионосферная рефракция;
8. Repetition rate – частота повторения импульсов;
9. International Earth Rotation Service (IERS) – Международная служба наблюдения за вращением Земли;

10. International Astronomical Union (IAU) – Международный астрономический союз (МАС);
11. International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) – Международный союз геодезии и геофизики (МГГС);
12. Simultaneity – синхронность.

Text 19

SATELLITES AS NAVIGATION AIDS

Artificial satellites can be equipped to transmit electromagnetic radiation at precisely controlled times and frequencies. The frequencies are chosen to avoid interference with other services, to minimize attenuation or delay as the signals penetrate the ionosphere, and to minimize the power needed by the satellite for broadcasting the signals. The principal range of frequencies corresponds to wavelengths between 10 and 200 cm.

During the early 1960s a series of satellites named Transit was launched by the U.S. Navy to provide a worldwide navigation system. These satellites circled the Earth about every 90 minutes, moving in polar orbits about 600 miles (1,000 km) above the Earth's surface. They broadcast continuous electromagnetic signals carefully modulated to indicate departures from the nominal frequencies and orbits. A receiver on the surface or in a submarine near the surface could compare the frequency received with that known to be transmitted and identify its own location by measuring both the magnitude and the rate of change of the Doppler shift. The calculations, which were performed by a small digital computer, were accurate to about 180 yards (165 metres).

Any sudden and unexpected change in the user's velocity during the navigation interval modifies the Doppler shift trace, which in turn introduces positioning errors. An uncertainty of two knots (one metre per second) in the user's velocity can cause an uncertainty of one-half nautical mile (about one kilometer) in the deduced position. Such an error is inconsequential for ships at sea, but it disqualifies the Transit system for the navigation of aircraft.

The global positioning system (GPS), which is suitable for aircraft and spacecraft navigation, was initiated by the U.S. Department of Defense in 1973. In 1978 the first two Navstar GPS satellites were launched into orbit. The latest versions of these radio-navigation satellites move in circular orbits inclined 55° to the equatorial plane at an altitude of about 12,500 miles (20,000 km). Their orbital period is 12 hours. More than 24 of these satellites (the number has varied) provide continuous worldwide coverage adequate for providing simply equipped users with their longitude, latitude, and altitude within about 30 feet (10 metres). Millions of users benefit from the use of the GPS satellite signals, including airplanes, ships, tanks, backpackers, and

ordinary private cars.

The Navstar GPS does not depend on Doppler shift to fix the position of the user. It does, however, use instantaneous Doppler-shift measurements from multiple satellites to obtain accurate velocities.

The satellites transmit their pulses on a time schedule precisely controlled by atomic clocks. A GPS receiver automatically selects four or more favourably situated satellites. It then measures the signal travel time associated with each of these satellites and feeds this information into its processing circuits, which calculate the current position of the receiver by solving a set of algebraic equations. The variables in these equations are the desired position coordinates of the user and the exact time. A similar, but more complicated, set of equations provides the three mutually orthogonal velocity components and the drift rate of the receiver's clock. Some specially designed GPS receivers can also determine attitude angles. Modern computer chips can provide updated position, velocity, and time as often as 40 times per second, if desired. Almost all GPS receivers provide at least one solution per second using signals from as many as a dozen satellites.

Notes:

1. Attenuation – затухание;
2. Range of frequencies – диапазон частот;
3. Nominal frequency – номинальная частота;
4. Processing circuit – цепь обработки данных;
5. Drift rate – скорость сноса;
6. Attitude angle – угол пространственной ориентации.

Text 20

SATELLITE COMMUNICATION

Satellite communication, in telecommunications, is the use of artificial satellites to provide communication links between various points on Earth. Satellite communications play a vital role in the global telecommunications system. Approximately 2,000 artificial satellites orbiting Earth relay analog and digital signals carrying voice, video, and data to and from one or many locations worldwide.

Satellite communication has two main components: the ground segment, which consists of fixed or mobile transmission, reception, and ancillary equipment, and the space segment, which primarily is the satellite itself. A typical satellite link involves the transmission or uplinking of a signal from an Earth station to a satellite. The satellite then receives and amplifies the signal and retransmits it back to Earth, where it is received and reamplified by Earth

stations and terminals. Satellite receivers on the ground include direct-to-home (DTH) satellite equipment, mobile reception equipment in aircraft, satellite telephones, and handheld devices.

The idea of communicating through a satellite first appeared in the short story titled “The Brick Moon,” written by the American clergyman and author Edward Everett Hale and published in *The Atlantic Monthly* in 1869-70. The story describes the construction and launch into Earth orbit of a satellite 200 feet (60 metres) in diameter and made of bricks. The brick moon aided mariners in navigation, as people sent Morse code signals back to Earth by jumping up and down on the satellite’s surface.

The first practical concept of satellite communication was proposed by 27-year-old Royal Air Force officer Arthur C. Clarke in a paper titled “Extra-Terrestrial Relays: Can Rocket Stations Give World-wide Radio Coverage?” published in the October 1945 issue of *Wireless World*. Clarke, who would later become an accomplished science fiction writer, proposed that a satellite at an altitude of 35,786 km (22,236 miles) above Earth’s surface would be moving at the same speed as Earth’s rotation. At this altitude the satellite would remain in a fixed position relative to a point on Earth. This orbit, now called a “geostationary orbit,” is ideal for satellite communications, since an antenna on the ground can be pointed to a satellite 24 hours a day without having to track its position. Clarke calculated in his paper that three satellites spaced equidistantly in geostationary orbit would be able to provide radio coverage that would be almost worldwide with the sole exception of some of the polar regions.

The first artificial satellite, Sputnik 1, was launched successfully by the Soviet Union on October 4, 1957. Sputnik 1 was only 58 cm (23 inches) in diameter with four antennas sending low-frequency radio signals at regular intervals. It orbited Earth in an elliptical orbit, taking 96.2 minutes to complete one revolution. It transmitted signals for only 22 days until its battery ran out and was in orbit for only three months, but its launch sparked the beginning of the space race between the United States and the Soviet Union.

The first satellite to relay voice signals was launched by the U.S. government’s Project SCORE (Signal Communication by Orbiting Relay Equipment) from Cape Canaveral, Florida, on December 19, 1958. It broadcast a taped message conveying “peace on earth and goodwill toward men everywhere” from U.S. Pres. Dwight D. Eisenhower.

American engineers John Pierce of American Telephone and Telegraph Company’s Bell Laboratories and Harold Rosen of Hughes Aircraft Company developed key technologies in the 1950s and ‘60s that made commercial communication satellites possible. Pierce outlined the principles of satellite

communications in an article titled “Orbital Radio Relays” published in the April 1955 issue of *Jet Propulsion*. In it he calculated the precise power requirements to transmit signals to satellites in various Earth orbits. Pierce’s main contribution to satellite technology was the development of the traveling wave tube amplifier, which enabled a satellite to receive, amplify, and transmit radio signals. Rosen developed spin-stabilization technology that provided stability to satellites orbiting in space.

When the U.S. National Aeronautics and Space Administration (NASA) was established in 1958, it embarked on a program to develop satellite technology. NASA’s first project was the Echo 1 satellite that was developed in coordination with AT&T’s Bell Labs. Pierce led a team at Bell Labs that developed the Echo 1 satellite, which was launched on August 12, 1960. Echo 1 was a 30,5-metre (100-foot) aluminum-coated balloon that contained no instruments but was able to reflect signals from the ground. Since Echo 1 only reflected signals, it was considered a passive satellite. Echo 2, managed by NASA’s Goddard Space Flight Center in Beltsville, Maryland, was launched on January 25, 1964. After Echo 2, NASA abandoned passive communication systems in favour of active satellites. The Echo 1 and Echo 2 satellites were credited with improving the satellite tracking and ground station technology that was to prove indispensable later in the development of active satellite systems.

Pierce’s team at Bell Labs also developed Telstar 1, the first active communications satellite capable of two-way communications. Telstar 1 was launched into low Earth orbit on July 10, 1962, by a Delta rocket. NASA provided the launch services and some tracking and telemetry support. Telstar 1 was the first satellite to transmit live television images between Europe and North America. Telstar 1 also transmitted the first phone call via satellite – a brief call from AT&T chairman Frederick Kappel transmitted from the ground station in Andover, Maine, to U.S. Pres. Lyndon Johnson in Washington, D.C.

Rosen’s team at Hughes Aircraft attempted to place the first satellite in geostationary orbit, Syncom 1, on February 14, 1963. However, Syncom 1 was lost shortly after launch. Syncom 1 was followed by the successful launch of Syncom 2, the first satellite in a geosynchronous orbit (an orbit that has a period of 24 hours but is inclined to the Equator), on July 26, 1963, and Syncom 3, the first satellite in geostationary orbit, on August 19, 1964. Syncom 3 broadcast the 1964 Olympic Games from Tokyo, Japan, to the United States, the first major sporting event broadcast via satellite.

The successful development of satellite technology paved the way for a global communications satellite industry. The United States spearheaded the development of the satellite communications industry with the passing of the

Communications Satellite Act in 1962. The act authorized the formation of the Communications Satellite Corporation (Comsat), a private company that would represent the United States in an international satellite communications consortium called Intelsat.

Intelsat was formed on August 20, 1964, with 11 signatories to the Intelsat Interim Agreement. The original 11 signatories were Austria, Canada, Japan, the Netherlands, Norway, Spain, Switzerland, The United Kingdom, the United States the Vatican and West Germany.

On April 6, 1965, the first Intelsat satellite, Early Bird (also called Intelsat 1), was launched; it was designed and built by Rosen's team at Hughes Aircraft Company. Early Bird was the first operational commercial satellite providing regular telecommunications and broadcasting services between North America and Europe. Early Bird was followed by Intelsat 2B and 2D, launched in 1967 and covering the Pacific Ocean region, and Intelsat 3 F-3, launched in 1969 and covering the Indian Ocean region. Intelsat's satellites in geostationary orbit provided nearly global coverage, as Arthur C. Clarke had envisioned 24 years earlier. Nineteen days after Intelsat 3 F-3 was placed over the Indian Ocean, the landing of the first human on the Moon on July 20, 1969, was broadcast live through the global network of Intelsat satellites to over 600 million television viewers.

The Soviet Union continued its development of satellite technology with the Molniya series of satellites, which were launched in a highly elliptical orbit to enable them to reach the far northern regions of the country. The first satellite in this series, Molniya 1, was launched on April 23, 1965. By 1967 six Molniya satellites provided coverage throughout the Soviet Union. During the 50th anniversary of the Soviet Union on October 1, 1967, the annual parade in Red Square was broadcast nationwide via the Molniya satellite network. In 1971 the Intersputnik International Organization of Space Communications was formed by several communist countries, led by the Soviet Union.

The potential application of satellites for development and their ability to reach remote regions led other countries to build and operate their own national satellite systems. Canada was the first country after the Soviet Union and the United States to launch its own communications satellite, Anik 1, on November 9, 1972. This was followed by the launch of Indonesia's Palapa 1 satellite on July 8, 1976. Many other countries followed suit and launched their own satellites.

Notes:

1. Relay a signal – ретранслировать сигнал;
2. Ancillary equipment – вспомогательное оборудование;
3. Geostationary orbit – геостационарная орбита (ГСО);

4. Radio coverage – зона охвата радиосредствами;
5. Signal Communication by Orbiting Relay Equipment (SCORE) – эксперимент по спутниковой связи с орбитальными ретрансляторами;
6. Traveling wave tube amplifier – усилитель на лампе бегущей волны;
7. Tracking – отслеживание;
8. Telemetry – телеметрическая связь.

Text 21

HOW SATELLITES WORK

A satellite is basically a self-contained communications system with the ability to receive signals from Earth and to retransmit those signals back with the use of a transponder – an integrated receiver and transmitter of radio signals. A satellite has to withstand the shock of being accelerated during launch up to the orbital velocity of 28,100 km (17,500 miles) an hour and a hostile space environment where it can be subject to radiation and extreme temperatures for its projected operational life, which can last up to 20 years. In addition, satellites have to be light, as the cost of launching a satellite is quite expensive and based on weight. To meet these challenges, satellites must be small and made of lightweight and durable materials. They must operate at a very high reliability of more than 99,9 percent in the vacuum of space with no prospect of maintenance or repair.

The main components of a satellite consist of the communications system, which includes the antennas and transponders that receive and retransmit signals, the power system, which includes the solar panels that provide power, and the propulsion system, which includes the rockets that propel the satellite. A satellite needs its own propulsion system to get itself to the right orbital location and to make occasional corrections to that position. A satellite in geostationary orbit can deviate up to a degree every year from north to south or east to west of its location because of the gravitational pull of the Moon and Sun. A satellite has thrusters that are fired occasionally to make adjustments in its position. The maintenance of a satellite's orbital position is called «station keeping,» and the corrections made by using the satellite's thrusters are called «attitude control». A satellite's life span is determined by the amount of fuel it has to power these thrusters. Once the fuel runs out, the satellite eventually drifts into space and out of operation, becoming space debris.

A satellite in orbit has to operate continuously over its entire life span. It needs internal power to be able to operate its electronic systems and communications payload. The main source of power is sunlight, which is harnessed by the satellite's solar panels. A satellite also has batteries on board to provide power when the Sun is blocked by Earth. The batteries are recharged

by the excess current generated by the solar panels when there is sunlight.

Satellites operate in extreme temperatures from -150°C (-238°F) to 150°C (300°F) and may be subject to radiation in space. Satellite components that can be exposed to radiation are shielded with aluminium and other radiation-resistant material. A satellite's thermal system protects its sensitive electronic and mechanical components and maintains it in its optimum functioning temperature to ensure its continuous operation. A satellite's thermal system also protects sensitive satellite components from the extreme changes in temperature by activation of cooling mechanisms when it gets too hot or heating systems when it gets too cold.

The tracking telemetry and control (TT&C) system of a satellite is a two-way communication link between the satellite and TT&C on the ground. This allows a ground station to track a satellite's position and control the satellite's propulsion, thermal, and other systems. It can also monitor the temperature, electrical voltages, and other important parameters of a satellite.

Communication satellites range from microsattellites weighing less than 1 kg (2.2 pounds) to large satellites weighing over 6,500 kg (14,000 pounds). Advances in miniaturization and digitalization have substantially increased the capacity of satellites over the years. Early Bird had just one transponder capable of sending just one TV channel. The Boeing 702 series of satellites, in contrast, can have more than 100 transponders, and with the use of digital compression technology each transponder can have up to 16 channels, providing more than 1,600 TV channels through one satellite.

Satellites operate in three different orbits: low Earth orbit (LEO), medium Earth orbit (MEO), and geostationary or geosynchronous orbit (GEO). LEO satellites are positioned at an altitude between 160 km and 1,600 km (100 and 1,000 miles) above Earth. MEO satellites operate from 10,000 to 20,000 km (6,300 to 12,500 miles) from Earth. Satellites do not operate between LEO and MEO because of the inhospitable environment for electronic components in that area, which is caused by the Van Allen radiation belt. GEO satellites are positioned 35,786 km (22,236 miles) above Earth, where they complete one orbit in 24 hours and thus remain fixed over one spot. As mentioned above, it only takes three GEO satellites to provide global coverage, while it takes 20 or more satellites to cover the entire Earth from LEO and 10 or more in MEO. In addition, communicating with satellites in LEO and MEO requires tracking antennas on the ground to ensure seamless connection between satellites.

A signal that is bounced off a GEO satellite takes approximately 0,22 second to travel at the speed of light from Earth to the satellite and back. This delay poses some problems for applications such as voice services and mobile telephony. Therefore, most mobile and voice services usually use LEO and

MEO satellites to avoid the signal delays resulting from the inherent latency in GEO satellites. GEO satellites are usually used for broadcasting and data applications because of the larger area on the ground that they can cover.

Launching a satellite into space requires a very powerful multistage rocket to propel it into the right orbit. Satellite launch providers use proprietary rockets to launch satellites from sites such as the Kennedy Space Center at Cape Canaveral, Florida, the Baikonour Cosmodrome in Kazakhstan, Kourou in French Guiana, Vandenberg Air Force Base in California, Xichang in China, and Tanegashima Island in Japan. The U.S. space shuttle also has the ability to launch satellites.

The International Telecommunication Union (ITU), a specialized agency of the United Nations, regulates satellite communications. The ITU, which is based in Geneva, Switzerland, receives and approves applications for use of orbital slots for satellites. Every two to four years the ITU convenes the World Radiocommunication Conference, which is responsible for assigning frequencies to various applications in various regions of the world. Each country's telecommunications regulatory agency enforces these regulations and awards licenses to users of various frequencies. In the United States the regulatory body that governs frequency allocation and licensing is the Federal Communications Commission.

Notes:

1. Transponder – транспондер; передатчик-ответчик;
2. Power system – система энергоснабжения;
3. Propulsion system – двигательная система;
4. Gravitational pull – сила притяжения;
5. Thruster – двигатель системы управления полётом;
6. Communications payload – целевое связное оборудование;
7. Tracking telemetry and control (TT&C) system – система слежения, телеметрии и управления;
8. Electrical voltage – электрическое напряжение;
9. International Telecommunication Union (ITU) –Международный союз электросвязи (МСЭ);
10. Orbital slot – орбитальная позиция (выделенная для размещения ИСЗ на геостационарной орбите);
11. Telecommunications regulatory agency – служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Text 22

SATELLITE APPLICATIONS

Advances in satellite technology have given rise to a healthy satellite services sector that provides various services to broadcasters, Internet service providers (ISPs), government, the military, and other sectors. There are three types of communication services that satellites provide: telecommunications, broadcasting, and data communications. Telecommunication services include telephone calls and services provided to telephone companies, as well as wireless, mobile, and cellular network providers.

Broadcasting services include radio and television delivered directly to the consumer and mobile broadcasting services. DTH, or satellite television, services are received directly by households. Cable and network programming is delivered to local stations and affiliates largely via satellites. Satellites also play an important role in delivering programming to cell phones and other mobile devices, such as personal digital assistants and laptops.

Data communications involve the transfer of data from one point to another. Corporations and organizations that require financial and other information to be exchanged between their various locations use satellites to facilitate the transfer of data through the use of very small-aperture terminals (VSAT) networks. With the growth of the Internet, a significant amount of Internet traffic goes through satellites, making ISPs one of the largest customers for satellite services.

Satellite communications technology is often used during natural disasters and emergencies when land-based communication services are down. Mobile satellite equipment can be deployed to disaster areas to provide emergency communication.

One major technical disadvantage of satellites, particularly those in geostationary orbit, is an inherent delay in transmission. While there are ways to compensate for this delay, it makes some applications that require real-time transmission and feedback, such as voice communications, not ideal for satellites.

Satellites face competition from other media such as fibre optics, cable, and other land-based delivery systems such as microwaves and even power lines. The main advantage of satellites is that they can distribute signals from one point to many locations. As such, satellite technology is ideal for “point-to-multipoint” communications such as broadcasting. Satellite communication does not require massive investments on the ground – making it ideal for underserved and isolated areas with dispersed populations.

Satellites and other delivery mechanisms such as fibre optics, cable, and other terrestrial networks are not mutually exclusive. A combination

of various delivery mechanisms may be needed, which has given rise to various hybrid solutions where satellites can be one of the links in the chain in combination with other media. Ground service providers called “teleports” have the capability to receive and transmit signals from satellites and also provide connectivity with other terrestrial networks.

In a relatively short span of time, satellite technology has developed from the experimental (Sputnik in 1957) to the sophisticated and powerful. Future communication satellites will have more onboard processing capabilities, more power, and larger-aperture antennas that will enable satellites to handle more bandwidth. Further improvements in satellites’ propulsion and power systems will increase their service life to 20-30 years from the current 10-15 years. In addition, other technical innovations such as low-cost reusable launch vehicles are in development. With increasing video, voice, and data traffic requiring larger amounts of bandwidth, there is no dearth of emerging applications that will drive demand for the satellite services in the years to come. The demand for more bandwidth, coupled with the continuing innovation and development of satellite technology, will ensure the long-term viability of the commercial satellite industry well into the 21st century.

Notes:

1. Broadcasting service - служба вещания;
2. DTH (Direct To Home) - система приёма спутникового ТВ;
3. Very small-aperture terminal (VSAT) - терминал с очень малой апертурой;
4. Bandwidth - диапазон частот.

Text 23

SPACE EXPLORATION ISSUES FOR THE FUTURE

Space development, the practical application of the capabilities of spacecraft and of the data collected from space, has evolved in parallel with space exploration. There are two general categories of space applications. One provides benefits that are considered public goods – i.e., that cannot easily be marketed to individual purchasers – and thus are usually provided by governments, using public funds. Examples of public-good space applications include meteorology; navigation, position location, and timing; and military and national security uses. The other category of applications provides goods or services that can be sold to purchasers at profit. These applications are the basis for the commercial development of space by the private sector. Examples of existing commercial space applications include various forms of telecommunications and data transmission via satellites, remote sensing of

Earth's surface, and commercial space transportation. Other applications, such as space tourism, space-based power generation, the manufacture of high-value materials in a microgravity environment, and the commercial development of extraterrestrial resources, may appear in the future.

Many space applications have both civilian and military uses, and thus similar systems have been developed by both sectors. How to manage and use these dual-purpose systems effectively is a continuing policy issue.

Space exploration and development have been stimulated by a complex mixture of motivations, including scientific inquiry, intense competition between national governments and ideologies, and commercial profit. Underlying them has been a vision of the outward movement of humans from Earth, ultimately leading to permanent settlements in space or on other celestial bodies. In reality, however, as of the start of the 21st century, only 27 people have traveled beyond Earth orbit, all of them Apollo astronauts during the primarily politically inspired race to the Moon. Whether, and under what conditions, human exploration and settlement of the solar system will resume is a major issue for the future.

Scientists will continue to seek answers to leading questions about the physical and biological universe through the deployment of increasingly advanced instruments on orbiting satellites and space probes. The principal space-faring countries appear willing to continue their substantial support for space science. The availability of government funding will set the pace of scientific progress.

The various applications of space capability hold the greatest promise for significant change. If other commercial ventures equal or surpass the success of the Satellite communications sector, space could become a major centre of business activity. If governments decide to expand the activity in space of their armed forces, space could become another major military theatre – like the land, the sea, and the Air or Earth – for waging war and deploying weapons. If observing Earth from space becomes crucial for effective planetary management, an assortment of increasingly varied and specialized observations satellites could be launched. Thus, outer space could become a much busier area of human activity in the 21st century than in the first four decades of endeavor there. At some point, it even may become necessary to establish a space traffic-control system analogous to traffic-control systems on Earth. Already, debris from exploring upper rocket stages, dead satellites, accidental collisions of space objects, and at least one test of an antisatellite weapon are threats to the use of the space environment, and governments and private operators are taking steps to avoid creating additional space debris.

The development of space as an arena for multiple government and

private activities will pose significant policy and legal challenges. The legal framework for space activities is based on the 1967 Outer Space Treaty and four subsequent United Nations treaties implementing its provisions. These agreements were negotiating at a time when governments were the principal players in space and commercial space activities were in their infancy. Whether they form an adequate and appropriate framework for current and future space activities requires review. One suggestion is to create a voluntary code of conduct setting out the principles for responsible use of space.

The Outer Space Treaty prohibits the deployment of weapons of mass destruction in outer space and on celestial bodies. Other treaties have limited some military activities in space, but there is no general framework regulating the military uses of space. The wisdom of developing space weapons – or, alternatively, of limiting their development and keeping space a weapons-free environment – is an issue for discussion and debate.

To date, the benefits of space exploration and development have accrued mainly to those countries that have financed space activities. The contributions of space to the economic and social development of large regions of Earth have been limited. The Outer Space Treaty identifies space as “the common heritage of mankind.” How to ensure that the benefits of this common heritage are more equitably distributed will be a continuing challenge.

Notes:

1. Space probe - аппарат для исследования космического пространства;
2. Space debris - космический мусор;
3. Outer Space Treaty - Договор о космосе.

Text 24

EVOLUTION OF IAG IN THE SPACE AGE

In geodesy, as in other branches of science, one has to distinguish between the scientific questions asked and the tools used to answer them. Many questions asked today in geodesy are still the same as, or closely related to, those asked in the 19th century.

The technical developments related to the space age, the development of powerful computers, and the development of communication allow it to tackle many more questions of, and to find much more detailed answers to classical problems. One aspect, however, will never change in geodesy: Geodetic problems only can be successfully addressed through international collaboration. The discussion of the development of the IERS will underscore this statement. The Bureau Gravimetric International (BGI), systematically

collecting and archiving gravity(-related) information in a worldwide basis is another excellent example of international collaboration in geodesy.

It is a noble duty of an international association to focus the interests of its community on the relevant scientific questions using the state-of-the-art techniques. The IAG has made the attempt to cope with this challenge ever since its creation in 1864. This is true in particular in the space age – no trivial problem in view of the dramatic evolution of the geodetic tools in the second half of the 20th century.

The example nicely demonstrates how the IAG works. There are quite a few topics in geodesy which only can be explored successfully, if a particular effect is regularly monitored. Sea level variations (on all time scales) and Earth rotation are two excellent examples. In such cases IAG tends to hand over the «routine work» to a scientific service in order to ensure the long-term availability of the raw measurements and the derived products.

An IAG service is created, if measurements and products are well defined, regularly generated, and of importance for a large user community. The IERS, e.g., is the IAG service dealing with all aspects of Earth rotation, the definition and maintenance of the global terrestrial and the celestial reference frames, and with monitoring the transformation between the two reference systems. The IERS is a multi-technique service.

The roots of the IERS go back to the year 1899 when the ILS, the International Latitude Service, was founded by the IAG. Polar motion was derived from latitude observations performed at (initially) six observatories (Mizusawa (Japan), Tschardjui (former USSR), Cagliari (Italy), Gaithersburg (USA), Cincinnati (USA), Ukiah (USA)). The Central Bureau of the ILS was initially located at the Geodetic Institute of Potsdam, then moved to Japan (Mizusawa) in 1922, then to Italy in 1935, to go back to Japan in 1962.

With the reorganization of the international scientific associations after the first world war, in particular with the creation of the IAU and the IUGG, the ILS became a service working under the auspices of these two large international unions. The IAG, now an Association of IUGG, was de facto responsible for the ILS - together with the IAU. A fundamental review of the polar motion work took place in the 1950s and it was decided to considerably expand this work. The IPMS, the International Polar Motion Service, was to succeed the ILS with a broader mandate. The IPMS became a service which would

- advance the study of all problems related to the motion of the pole,
- collect the observations, which can be utilized for the determination of this motion,
- calculate the coordinates of the pole, and
- distribute the data required, and publish the initial data and obtained results.

This mandate is close to the mandate of the IERS. It is interesting to note, however, that the celestial and terrestrial reference frames, implicitly needed for the work of the IPMS, were not explicitly mentioned in the above list, because the celestial frame could be taken from astronomy (fundamental catalogues) and the terrestrial frame from geodesy with sufficient accuracy.

It was not the IPMS first embracing the new space techniques. This mandate was then given to an IAU/IUGG joint working group in 1978. This working group initiated and conducted the project MERIT (Monitoring Earth Rotation and Intercomparison of Techniques of observation and analysis). All candidate techniques, in particular optical astrometry, Doppler tracking, SLR, LLR, and VLBI, were invited to demonstrate their capabilities for Earth rotation monitoring. Based on the MERIT experiences and on recommendations made by the project team, the IAU and IUGG decided to set up the IERS (International Earth Rotation and Reference Systems Service), which started operations on January 1, 1988. The mandate of the IERS is to

- define and maintain the International Celestial Reference Frame (ICRF),
- define and maintain the International Terrestrial Reference Frame (ITRF),
- monitor the Earth rotation parameters, and
- define the standards, constants, models, etc., required for Earth rotation work.

Notes:

1. IAG (International Association of Geodesy) – международная ассоциация геодезии (МАГ);
2. International Gravimetric Bureau (Bureau Gravimetrique International, BGI) – Международное гравиметрическое бюро;
3. State-of-the-art techniques – новейшие методы;
4. International Earth Rotation Service (IERS) – Международная служба наблюдения за вращением Земли;
5. International Astronomical Union (IAU) – Международный астрономический союз (МАС);
6. International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) – Международный союз геодезии и геофизики (МГГС).

Text 25

GIS

GIS, in full geographic information system, computer system for performing geographical analysis. GIS has four interactive components: an

input subsystem for converting into digital form (digitizing) maps and other spatial data; a storage and retrieval subsystem; an analysis subsystem; and an output subsystem for producing maps, tables and answers to geographic queries. GIS is frequently used by environmental and urban planners, marketing researchers, retail site analysts, water resource specialists, and other professionals whose work relies on maps.

GIS evolved in part from the work of cartographers, who produce two types of maps: general-purpose maps, which contain many different themes, and thematic maps, which focus on a single theme such as soil, vegetation, zoning, population density, or roads. These thematic maps are the backbone of the GIS because they provide a method of storing large quantities of fairly specific thematic content that can later be compared. In 1950, for example, British urban planner Jacqueline Tyrwhitt combined four such thematic maps (elevation, geology, hydrology, and farmland) in one map through the use of transparent overlays placed one on top of another. This relatively simple yet versatile technique allowed cartographers to create and simultaneously view several thematic maps of a single geographical area. In his landmark book, *Design with nature* (1967), the American landscape architect Ian McHarg described the use of map overlays as a tool for urban and environmental planning. This system of overlays is a crucial element of GIS, which uses digital map layers rather than the transparent plastic sheets of McHarg's day.

The arrival of the computer in the 1950s brought another essential component of GIS. By 1959 the American geographer Waldo Tobler had developed a simple model to harness the computer for cartography. His MIMO "map in-map out" system made it possible to convert maps into a computer-usable form, manipulate the files, and produce a new map as the output. This innovation and its earliest descendants are generally classified as computerized cartography, but they set the stage for GIS.

In 1963 the English-born Canadian geographer Roger Tomlinson began developing what would eventually become the first true GIS in order to assist the Canadian government with monitoring and managing the country's natural resources. Because of the importance of his contribution, Tomlinson became known as the «Father of GIS». Tomlinson built on the work of Tobler and others who had produced the first cartographic digital input device (digitizer) and the computer code necessary to perform data retrieval and analysis; they had also developed the concept of explicitly linking geographic data (entities) and descriptions (attributes).

The two most common computer graphic formats are vector and raster, both of which are used to store graphic map elements. Vector-based GIS represents the locations of point entities as coordinate pairs in geographic

space, lines as multiple points, and areas as multiple lines. Topographic surfaces are frequently represented in vector format as a series of nonoverlapping triangles, each representing a uniform slope. This representation is known as Triangulated Irregular Network (TIN). Map descriptions are stored as tabular data with pointers back to the entities. This allows the GIS to store more than one set of descriptions for each graphic map object.

Raster-based GIS represents points as individual, uniform chunks of the Earth, usually squares, called grid cells. Collections of grid cells represent lines and areas. Surfaces are stored in raster format as a matrix of point elevation values, one for each grid cell, in a format known as a digital elevation model (DEM). DEM data can be converted to TIN models if needed. Whether raster or vector, the data are stored as a collection of thematic maps, variously referred to as layers, themes, or coverages.

Computer algorithms enable the GIS operator to manipulate data within a single thematic map. The GIS user may also compare and overlay data from multiple thematic maps, just as planners used to do by hand in the mid-1900s. A GIS can also find optimal routes, locate the best sites for businesses, establish service areas, create line-of-sight maps called viewsheds, and perform a wide range of other statistical and cartographic manipulations. GIS operators often combine analytical operations into map-based models through a process called cartographic modeling. Experienced GIS users devise highly sophisticated models to simulate a wide range of geographic problem-solving tasks. Some of the most complex models represent flows, such as rush-hour traffic or moving water, that include a temporal element.

Notes:

1. Storage and retrieval subsystem – информационно-поисковая под-система;
2. Thematic maps – тематические карты;
3. Digital map – цифровая карта;
4. Digitizer – устройство преобразования в цифровую форму;
5. Vector-based GIS – векторная ГИС;
6. Triangulated Irregular Network (TIN) – триангуляционная нерегулярная сеть;
7. Raster-based GIS – растровая ГИС;
8. Digital elevation model (DEM) – цифровая модель высотных отметок рельефа;
9. GIS layers – тематические слои наполнения ГИС.

Text 26

LIDAR

Lidar, technique for determining the distance to an object by transmitting a laser beam, usually from an airplane, at the object and measuring the time the light takes to return to the transmitter. The word lidar is derived from light detection and ranging.

The first attempts to measure distance by light beams were made in the 1930s with searchlights that were used to study the structure of the atmosphere. In 1938, light pulses were used to determine the heights of clouds. After the invention of the laser in 1960, lidar was first done using airplanes as the platform for the laser beam. However, it was not until the arrival of commercially available Global Positioning System (GPS) equipment and inertial measurement units (IMUs) in the late 1980s that accurate lidar data were possible.

In a typical lidar system, a laser points downward from the bottom of an airplane and flashes as many as 400,000 pulses per second at the ground. Usually a laser that emits in the near-infrared is used. The pulse is then reflected to a receiver on the airplane. Pulses are received either as single returns, in which all the transmitted light is reflected from a uniform surface such as the ground, or as multiple returns, in which, for example, the pulse hits a forested area and returns multiple reflections from treetops, branches, and ground. The distance from the airplane to the object beneath it is equal to one half of the time between transmission and receipt of the pulse multiplied by the speed of light.

The position and orientation of the aircraft must be known exactly. GPS determines the position of the airplane over the ground, and an IMU with three gyroscopes is used to determine its orientation in flight. Lidar systems are typically accurate to less than 15 cm (6 inches) in vertical elevation.

Lidar has also been used in satellite- and ground-based systems. Those systems operate in much the same fashion as those on airplanes. Space-based systems use powerful lasers because of the greater distance that the laser pulse must travel. In ground-based systems the laser pulses do not need to be transmitted as frequently as those on airplanes.

Because of its accuracy in mapping surface features, lidar is useful in creating topographic maps. Its ability to map the ground in tree-covered areas like the Central American rainforest has proven particularly effective for archaeologists, who have discovered thousands of Mayan buildings covered by vegetation. Forests can be studied with lidar and the profile of the multiple returns can be used to determine what kinds of trees are present. Lidar can also be used to determine ocean depths in shallow areas near land by using

two lasers, one that transmits at near-infrared wavelengths that reflect off the water's surface and the other at optical wavelengths that reflect off the ocean bottom.

Notes:

1. Light detection and ranging – активный дальномер оптического диапазона;
2. Inertial measurement unit (IMU) – блок инерциальных измерителей;
3. Global Positioning System (GPS) – глобальная система позиционирования;
4. Speed of light – скорость света;
5. Gyroscope – гироскоп.

Text 27

GPS

GPS, in full Global Positioning System, space-based radio-navigation system that broadcasts highly accurate navigation pulses to users on or near Earth. In the United States' Navstar GPS, 24 main satellites in 6 orbits circle Earth every 12 hours. In addition, Russia maintains a constellation called GLONASS (Global Navigation Satellite System), and in 2007 the European Union approved financing for the launch of 30 satellites to form its own version of GPS, known as Galileo, which is projected to be fully operational by 2020. China launched two satellites in 2000 and another in 2003 as part of a local navigation system first known as BeiDou ("Big Dipper"). In 2006 China, which had a limited participation in Galileo, announced plans to expand BeiDou to a full GPS service as the BeiDou Navigation System. In 2007 China began launching a series of second-generation satellites, known as BeiDou-2, or Compass. The constellation of 35 satellites is scheduled for completion in 2020.

A GPS receiver operated by a user on Earth measures the time it takes radio signals to travel from four or more satellites to its location, calculates the distance to each satellite, and from this calculation determines the user's longitude, latitude, and altitude. The U.S. Department of Defense originally developed the Navstar constellation for military use, but a less precise form of the service is available free of charge to civilian users around the globe. The basic civilian service will locate a receiver within 10 metres (33 feet) of its true location, though various augmentation techniques can be used to pinpoint the location within less than 1 cm (0.4 inch). With such accuracy and the ubiquity of the service, GPS has evolved far beyond its original military purpose and

has created a revolution in personal and commercial navigation. Battlefield missiles and artillery projectiles use GPS signals to determine their positions and velocities, but so do the U.S. space shuttle and the International Space Station as well as commercial jetliners and private airplanes. Ambulance fleets, family automobiles, and railroad locomotives benefit from GPS positioning, which also serves farm tractors, ocean liners, hikers, and even golfers. Many GPS receivers are no larger than a pocket calculator and are powered by disposable batteries, while GPS computer chips the size of a baby's fingernail have been installed in wristwatches, cellular telephones, and personal digital assistants.

The principle behind the unprecedented navigational capabilities of GPS is triangulation. To triangulate, a GPS receiver precisely measures the time it takes for a satellite signal to make its brief journey to Earth – less than a tenth of a second. Then it multiplies that time by the speed of a radio wave – 300,000 km (186,000 miles) per second – to obtain the corresponding distance between it and the satellite. This puts the receiver somewhere on the surface of an imaginary sphere with a radius equal to its distance from the satellite. When signals from three other satellites are similarly processed, the receiver's built-in computer calculates the point at which all four spheres intersect, effectively determining the user's current longitude, latitude, and altitude. (In theory, three satellites would normally provide an unambiguous three-dimensional fix, but in practice at least four are used to offset inaccuracy in the receiver's clock.) In addition, the receiver calculates current velocity (speed and direction) by measuring the instantaneous Doppler effect shifts created by the combined motion of the same four satellites.

Although the travel time of a satellite signal to Earth is only a fraction of a second, much can happen to it in that interval. For example, electrically charged particles in the ionosphere and density variations in the troposphere may act to slow and distort satellite signals. These influences can translate into positional errors for GPS users – a problem that can be compounded by timing errors in GPS receiver clocks. Further errors may be introduced by relativistic time dilations, a phenomenon in which a satellite's clock and a receiver's clock, located in different gravitational fields and traveling at different velocities, tick at different rates.

When positional information is required with pinpoint precision, users can take advantage of different GPS techniques. Differential navigation employs a stationary «base station» that sits at a known position on the ground and continuously monitors the signals being broadcast by GPS satellites in its view. It then computes and broadcasts real-time navigation corrections to nearby roving receivers. Each roving receiver, in effect, subtracts its position

solution from the base station's solution, thus eliminating any statistical errors common to the two. The U.S. Coast Guard maintains a network of such base stations and transmits corrections over radio beacons covering most of the United States. Other differential corrections are encoded within the normal broadcasts of commercial radio stations. Farmers receiving these broadcasts have been able to direct their field equipment with great accuracy, making precision farming a common term in agriculture.

Another GPS augmentation technique uses the carrier waves that convey the satellites' navigation pulses to Earth. Because the length of the carrier wave is more than 1,000 times shorter than the basic navigation pulses, this "carrier-aided" approach, under the right circumstances, can reduce navigation errors to less than 1 cm (0.4 inch). The dramatically improved accuracy stems primarily from the shorter length and much greater numbers of carrier waves impinging on the receiver's antenna each second.

Yet another augmentation technique is known as geosynchronous overlays. Geosynchronous overlays employ GPS payloads "piggybacked" aboard commercial communication satellites that are placed in geostationary orbit some 35,000 km (22,000 miles) above Earth. These relatively small payloads broadcast civilian C/A-code pulse trains to ground-based users. The U.S. government is enlarging the Navstar constellation with geosynchronous overlays to achieve improved coverage, accuracy, and survivability. Both the European Union and Japan are installing their own geosynchronous overlays.

Notes:

1. Satellite constellation – спутниковая группировка;
2. U.S. Department of Defense – Министерство обороны США;
3. Roving receiver – передвижной приёмник;
4. Carrier wave – несущий сигнал;
5. Geosynchronous – геосинхронный
6. Geostationary orbit – геостационарная орбита.

Text 28

THE NAVSTAR GPS SYSTEM

The Navstar GPS system consists of three major segments: the space segment, the control segment, and the user segment. The space component is made up of the Navstar constellation in orbit around Earth. The first satellite was an experimental Block I model launched in 1978. Nine more of these developmental satellites followed over the next decade, and 23 heavier and more-capable Block II production models were sent into space from 1989 to 1993. The launch of the 24th Block II satellite in 1994 completed the GPS

constellation, which now consists of two dozens Block II satellites (plus three spares orbiting in reserve) marching in single file in six circular orbits around Earth. The orbits are arranged so that at least five satellites are in view from most points on Earth at all times. Since 1994, newer versions of Block II satellites have been launched to replace older models.

A typical Block II satellite weighs approximately 900 kg (2,000 pounds) and, with its solar panels extended, is about 17 metres (56 feet) across. Its key elements are the winglike solar arrays that generate electrical power from sunlight, the 12 helical antennas that transmit navigation pulses to users on the ground, and its long, spearlike radio antenna that picks up instructions from control engineers. As a satellite coasts through its 12-hour orbit, its main body pivots continuously and the solar arrays swivel, keeping its navigation antennas pointing toward Earth's centre and its solar arrays aligned perpendicular to the Sun's rays.

The control segment consists of one Master Control Station at a U.S. Air Force base in Colorado and four additional unmanned monitoring stations positioned around the world – Hawaii and Kwajalein Atoll in the Pacific Ocean, Diego Garcia in the Indian Ocean, and Ascension Island in the Atlantic Ocean. Each monitoring station tracks all of the GPS satellites in its view to check for orbital changes. Variations in satellite orbits are caused by gravitational pulls from the Moon and Sun, the nonspherical shape of Earth, and the pressure of solar radiation. This information is processed at the Master Control Station, and corrected orbital information is quickly relayed back to the satellites via large ground antennas. Every 18 months on average, the satellites within a given ring drift too far from their original configuration and must be nudged back with onboard thrusters fired by ground control.

The user segment consists of the millions of GPS receivers that pick up and decode the satellite signals. Hundreds of different types of GPS receivers are in use; some are designed for installation in automobiles, trucks, submarines, ships, aircraft, and orbiting satellites, whereas smaller models have been developed for personal navigation.

Notes:

1. Helical antenna – геликоидальная антенна;
2. Master Control Station – главная станция управления.

Text 29

GLONASS SYSTEM

GLONASS is an acronym, which stands for Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema, or Global Navigation Satellite System.

The first proposal to use satellites for navigation was made by V.S. Shebashevich in 1957. This idea was born during the investigation of the possible application of radio-astronomy technologies for aeronavigation. Further investigations were conducted in a number of the Soviet institutions to increase the accuracy of navigation definitions, global support, daily application and independence from weather conditions. The research results were used in 1963 for R&D project on the first Soviet low-orbit «Cicada» system. In 1967 the first navigation Soviet satellite «Cosmos-192» was launched. The navigation satellite provided continuous radio navigation signal transmission on 150 and 400 MHz during its active lifetime.

The «Cicada» system of four satellites was commissioned in 1979. The navigation satellites were placed into circular orbits 1,000 km high with an inclination of 83° and equal distribution of orbital planes to the equator. It allowed users to acquire one of the satellites every hour and a half or two and fix the position within 5-6 min of a navigation session. The navigation system «Cicada» used one-way user-to-satellite range measurements. Along with improvement of the satellite onboard systems and navigation equipment much attention was given to enhancing accuracy of determining and predicting parameters of the navigation satellite orbits.

Later, receiving measuring equipment was disposed on the «Cicada» satellites to detect distress radiobeacons. The satellites received these signals and rebroadcast them to special ground stations where the computation of the exact coordinates of the emergency objects (ships, aircraft, etc.) was held. The «Cicada» satellites tracking distress radiobeacons formed «Cospas» system that together with the US-French-Canadian «Sarsat» system built an integrated search and rescue service that saved several thousands of lives. The «Cicada» space navigation system (and its «Cicada-M» modernization) was designed for navigation support of military users and had been in use since 1976. In 2008 «Cicada» and «Cicada-M» users started to use GLONASS system and the operation of those systems was halted. It was impossible for the low-orbit systems to meet requirements of a great number of users.

Successful operation of the low-orbit satellite navigation systems by the marine users attracted widespread attention to satellite navigation. A general-purpose navigation system was needed to meet the requirements of the great majority of prospective users.

Based on the all-round research it was decided to choose the orbital constellation consisting of 24 satellites equally distributed in three orbital planes inclined at 64.8° to the equator. The GLONASS satellites are placed in roughly circular orbits with the nominal orbit altitude 19,100 km and an orbital period of 11 hours, 15 minutes, 44 seconds. Due to the period value

it became possible to create a sustainable orbital system that unlike GPS does not require supporting correcting pulses during its active lifetime. The nominal inclination ensures global availability on the territory of the Russian Federation even when several SVs are not operational.

Two challenges have been faced for designing a high-orbit navigation system. The first one dealt with mutual synchronized satellite timescales with the accuracy of billionths of a second (nanoseconds). It became possible because of high-orbit onboard caesium frequency standards. The second challenge addressed high-precision determination and prediction of navigation satellite orbit parameters. This issue was solved with scientific research on second order factors of infinitesimals, such as light pressure, irregularities of the Earth rotation and polar motions and etc.

Flight tests of the Russian high orbit satellite navigation system, called GLONASS, were started in October, 1982 with the launch of “Kosmos-1413” satellite. The GLONASS system was formally declared operational in 1993. In 1995 it was brought to a fully operational constellation (24 GLONASS satellites of the first generation).

Reduction in funding for space industry in 1990 led to degradation of the GLONASS constellation. In 2002 the GLONASS constellation consisted of 7 satellites that was insufficient for navigation support of the Russian territory even with limited availability. GLONASS was behind GPS in accuracy characteristics, SVs active lifetime comprised 3-4 years.

Things improved when the federal program "Global Navigation System for 2002-2011" was adopted and launched in 2002.

Throughout this federal program the following results were achieved:

1. The GLONASS system was preserved, modernized and became operational consisting of “GLONASS-K” satellites. Nowadays there are two existing operational global navigation satellite systems: GPS and GLONASS
2. Ground control segment was modernized that together with the orbital constellation ensures the accuracy characteristics at a level commensurate with those of GPS
3. The State Standard of time and frequency facilities and the Earth rotation parameters definition facilities were modernized
4. GNSS augmentation prototypes, great amount of patterns of core receiving and measuring modules, PNT equipment for civil and special use and related systems were designed.

Nowadays there is an increasingly broad range of GNSS technologies applications. To meet user requirements it's necessary to keep on improving the GLONASS system as well as user navigation equipment. In the first place it applies for high precision GLONASS applications where real-time

accuracy at a level of a decimeter and a centimeter is necessary. It also relates to applications dealing with safety and security by air, sea and ground transport operation. Greater operational efficiency of navigation solutions and GLONASS interference resistance are needed. There are a significant number of special and civil applications where the small size and high sensitivity of navigation receiving equipment is crucial.

Starting from 2012 the GLONASS system has been moving in the direction of efficient PNT task solving for the benefit of defense, security and social and economic development of the country in the near and distant future.

Notes:

1. R&D project (research and development project) – опытно-конструкторская работа;
2. Orbital plane – плоскость орбиты;
3. Distress – аварийный;
4. Radiobeacon – радиомаяк;
5. SV (space vehicle) – космический аппарат;
6. Caesium frequency standard – цезиевый стандарт частоты;
7. Infinitesimal – бесконечно малый; стремящийся к нулю;
8. Light pressure – давление света;
9. Commensurate – соразмерный;
10. PNT (Positioning, Navigation, and Timing) – позиционирование, навигация и синхронизация.

ТЕОРИЯ ПЕРЕВОДА

Перевод в современном мире

Интеграционные процессы в различных областях деятельности человека, неразрывно связанные с общей тенденцией к глобализации, наблюдаемой в XXI веке, неизбежно ведут к увеличению числа мультязычных контактов. Движение информационных потоков не имеет пространственно-временных границ и охватывает самые разные сферы деятельности. При этом всё более важное место занимают переводы текстов специального характера, поэтому следует выделить особое значение и роль технического перевода, поскольку благодаря этому виду переводческой деятельности происходит обмен знаниями и технологиями между специалистами разных стран и обеспечивается возможность их работы над совместными проектами. Правильное оформление и представление технического продукта на мировом рынке также требует участия специалиста, владеющего навыками перевода.

Перевод и смежные науки

Наука о переводе изучает процесс перевода – межъязыковые преобразования, трансформацию текста на одном языке в текст на другом языке. Процесс перевода — это процесс коммуникации с использованием двух языков. Это всегда деятельность человека (антропоцентризм), где аккумулируются проблемы философии, психологии, физиологии, социологии, и др.

Перевод и лингвистика.

Сближение перевода и лингвистики:

сходство интересов и принципов;

перевод – привлекательный объект для лингвистики;

необходимость решения проблем машинного перевода;

субъективные факторы.

Функционализм теории перевода.

Нельзя ставить знак равенства между процессом перевода и языком. Перевод — это речевая деятельность. Переводы — ценный источник информации о языках, участвующих в процессе перевода. В ходе переводческой деятельности происходит лингвистический эксперимент по коммуникативному приравниванию высказываний и текстов на двух языках.

Выявленный лингвистикой универсальный общечеловеческий характер языка и мышления является основой для переводческого процесса:

все языки состоят из двусторонних единиц, обладающих звучанием и значением;

все они обладают словарным составом и грамматическим строем, служат средством формирования мыслей и передачи их в процессе общения с другими людьми;

все языки используются для построения сообщений о внеязыковой реальности: способны различными способами выражать понятийные категории времени, места, числа, модальности и др., обозначать классы предметов и отдельные объекты, их признаки, процессы и состояния.

Эта универсальность отражает единство человеческого мышления и окружающего мира. И именно оно определяет, в конечном счёте, возможность перевода.

В создание теоретической базы современной теории перевода внесли свой вклад многие науки гуманитарного цикла, среди них особое место занимают социолингвистика, психолингвистика, семиотика.

Социолингвистика — наука, изучающая различные аспекты соотношения и взаимодействия языка и общества. Как показывают современные исследования перевод и результат перевода подвержены влиянию различных социальных факторов, т.е. являются социально детерминированными. Отражение социального мира в процессе межъязыковой коммуникации является одним из существенных социолингвистических аспектов перевода. В социолингвистические задачи перевода входит: передача социальных реалий исходной культуры, отражение социальной дифференциации общества через социальную дифференциацию языка, задача соотношения языка и культуры — поиск функциональных аналогов. Задача тем сложнее, чем очевиднее дистанция культур, вступающих во взаимодействие при переводе, отражение социальной вариативности языка, выработка социальной нормы перевода, свода норм и правил, посредством которых общество детерминирует поведение переводчика.

Психолингвистика — это наука, объектом исследования которой является речевая деятельность. Объектом исследования переводоведения выступает перевод как особый вид речевой деятельности в рамках коммуникации с использованием двух языков. Близость и пересечение объекта исследования предопределяет близость задач, решаемых науками, а также приложимость знаний, накопленных психолингвистикой к теории перевода. Основными направлениями психолингвистического анализа в теории перевода являются: моделирование процесса перевода, изучение психологических механизмов разных видов перевода, переводческая компетенция как способность переводить. Вопросы создания психологической модели перевода восходят к трудам американского переводоведа Юджина Найды. В основу предложенной

им модели положено видение переводческого процесса как процесса психологического, состоящего из стадий: восприятия и анализа исходного сообщения, переноса подвергнутого анализу материала на язык перевода (перекодирование), стадию порождения сообщения на языке перевода.

В зависимости от вида перевода в действие вступают те или иные психологические механизмы: в устном переводе особенно велика нагрузка на память. Умственные механизмы работают в стрессовой ситуации. Сложные условия выдвигают на первый план доведённые до совершенства навыки и умения; в письменном переводе функционирование умственных механизмов происходит в спокойных условиях. В фокусе внимания – стадия порождения качественного переводного текста; в синхронном переводе стадии восприятия и порождения высказывания на языке перевода протекают практически одновременно. Включается механизм вероятностного прогнозирования. Суть механизма вероятностного прогнозирования в том, что в процессе восприятия исходного сообщения переводчик выдвигает предположения о том или ином смысловом завершении авторского высказывания.

В круг психолингвистических проблем перевода входит попытка психологического обоснования *переводческой компетенции*. Переводческая компетенция рассматривается как совокупность ряда компонентов: рецептивного (способность к пониманию исходного сообщения) и репродуктивного (способность к созданию текста на языке перевода); языкового (необходимый уровень владения языками оригинала и перевода) и внеязыкового (владение элементами сопоставляемых культур).

Семиотика — наука, изучающая общие закономерности функционирования знаковых систем, в том числе и естественного языка как особой системы знаков. Семиотика вооружает теорию перевода специальным понятийным аппаратом и собственными аналитическими процедурами. Положение о семиотической (знаковой) природе языка послужило концептуальной основой для изучения таких сторон переводческой деятельности, как лингвистический механизм и коммуникативная роль перевода. С позиции семиотики языковые знаки характеризуются двусторонностью, произвольностью и значимостью. Двусторонность языкового знака предполагает наличие двух сторон: материальной (звуковая и графическая формы) и идеальной (план содержания). Между материальной формой и значением языковой единицы в большинстве случаев нет никакой естественной логической связи. Одна и та же реалья современной жизни может носить совершенно отличную форму (ср. «поезд» – «train»).

Виды перевода: последовательный перевод, синхронный перевод и его разновидности

Последовательный перевод — устный перевод, выполняемый либо после произнесения всего речевого произведения-оригинала оратором, либо в паузах речи оратора. Обычно такие паузы оратор делает после произнесения одного или нескольких предложений.

Синхронный перевод — устный перевод, выполняемый переводчиком одновременно с произнесением произведения-оригинала оратором. Таким образом, при переводе происходит синхронное восприятие услышанного и порождение перевода. Синхронный перевод может либо немного отставать от речи оратора, что носит название синфазности перевода (или фазового сдвига), либо немного опережать речь оратора, благодаря специальной технике вероятностного прогнозирования.

Особенности синхронного перевода. Синхронный перевод начал массово использоваться во второй трети прошлого века. До этого момента во время различных международных встреч использовался исключительно последовательный перевод. Он был неудобен по той причине, что приводил к затягиванию процесса и плохому взаимодействию оратора с публикой. Концентрация внимания слушателей на речи спикера существенно снижалась, так как тому приходилось после каждого предложения останавливаться и ждать, пока несколько переводчиков по очереди переведут текст на нужные языки.

С введением в практику синхронного перевода процесс коммуникации оратора со слушателями значительно сократился. Но организаторам конференций на международном уровне понадобились, во-первых, установка специального технического оборудования и, во-вторых, квалифицированные переводчики синхронисты с безупречным знанием иностранного языка, способные в быстром темпе одновременно с речью спикера переводить объёмные тексты.

Технические особенности синхронного перевода. Во время мероприятий с использованием синхронного перевода каждый из участников международной встречи с помощью наушников и усилительной аппаратуры подсоединён к переводческой кабинке с нужным языком. Так он получает возможность слышать речь оратора одновременно с процессом проговаривания речи.

Существует два варианта синхронного перевода. При первой его разновидности переводчик заранее получает текст будущей речи. В момент выступления ему остаётся синхронно с выступающим переводить его фразы. Но и в таком случае задание переводчика нельзя назвать лёгким, так как в речи оратора обязательно присутствуют

ремарки, отступления от запланированного выступления. Да и сам текст переводчик получает нередко лишь за несколько минут до начала встречи.

Второй вариант синхронного перевода ещё более сложен, так как в данном случае переводчик вынужден на слух воспринимать речь оратора и с отставанием в несколько секунд её переводить. Этот процесс требует от переводчика не только прекрасного знания языка и специфики темы, но и огромной эмоциональной выдержки. Обычной практикой считается парная работа переводчиков-синхронистов, заменяющих друг друга после 20-30 минут работы.

Цель перевода и его осуществление

Цель перевода реализуется через стратегию переводческих действий. Характер стоящей перед переводчиком цели в значительной степени определяется характером коммуникативной ситуации.

Вполне очевидно, что понятие цели перевода неразрывно связано с понятием адресата. В коммуникативной ситуации любого типа переводчик в одинаковой степени принимает во внимание особенности потенциального получателя переводного текста. Получателем может быть человек или аудитория, являющаяся объектом воздействия со стороны автора оригинала и с точки зрения своих интересов и ожиданий мало отличающаяся от аудитории исходного текста (если не считать языковых и культурных различий). В этом случае есть все основания настаивать на приблизительном сходстве коммуникативных эффектов со стороны оригинала и перевода, и целью перевода по-прежнему остаётся обеспечение сходного коммуникативного эффекта. В другом случае получатели перевода относятся не только к иной языковой группе, но и к иной эпохе. Их восприятие текста будет принципиально отличаться от восприятия получателей оригинала. Более того, переводчик, выступая в качестве инициатора перевода, может преследовать некую особую цель, не совпадающую с целью автора исходного текста. Он может, например, использовать перевод, чтобы познакомить читателя с особенностями исторической ситуации данного периода, либо раскрыть особенности политической позиции автора, либо продемонстрировать какие-то особенности текста как документа определенной исторической эпохи и т. д. В процессе перевода переводчик учитывает особенности потенциального получателя переводного текста, так что прагматические отношения между переводчиком и получателем несомненно присутствуют.

Соответственно, оценивая качество перевода, следует обращать внимание прежде всего на то, насколько удачно переводчик оправдывает ожидания разных групп получателей в коммуникативных ситуациях

разных типов: либо он более или менее успешно обеспечивает то воздействие на получателей, на которое рассчитывал автор оригинала, либо он даёт получателям возможность использовать текст перевода в соответствии с заранее определённой целью. И в том, и в другом случае перевод может считаться адекватным.

Переводческие трансформации. Преобразования, с помощью которых можно осуществить переход от единиц оригинала к единицам перевода в указанном смысле, называются переводческими (межъязыковыми) трансформациями.

В рамках описания процесса перевода переводческие трансформации рассматриваются не в статическом плане как средство анализа отношений между единицами иностранного языка и их словарными соответствиями, а в плане динамическом как способы перевода, которые может использовать переводчик при переводе различных оригиналов в тех случаях, когда словарное соответствие отсутствует или не может быть использовано по условиям контекста. В зависимости от характера единиц иностранного языка, которые рассматриваются как исходные в операции преобразования, переводческие трансформации подразделяются на лексические и грамматические. Кроме того, существуют также комплексные лексико-грамматические трансформации, где преобразования либо затрагивают одновременно лексические и грамматические единицы оригинала, либо являясь межуровневыми, т.е. осуществляют переход от лексических единиц к грамматическим и наоборот.

Лексические трансформации: замены, генерализация, конкретизация, смысловое согласование

Лексико-семантические замены — это способ перевода лексических единиц оригинала путём использования в переводе единиц, значение которых не совпадает со значениями исходных единиц, но может быть выведено из них с помощью определённого типа логических преобразований. К контекстуальной замене при переводе приходится прибегать во всех случаях, когда условия контекста не позволяют использовать в переводе словарные соответствия. Основными видами подобных замен являются конкретизация, генерализация и модуляция (смысловое развитие) значения исходной единицы.

Конкретизацией называется замена слова или словосочетания с более широким предметно-логическим значением, словом и словосочетанием с более узким значением.

В ряде случаев применение конкретизации связано с тем, что в языке отсутствует слово со столь широким значением. Так, английское

существительное «*thing*» имеет очень абстрактное значение («an entity of any kind») и на русский язык всегда переводится путем конкретизации: «вещь», «предмет», «дело», «факт», «случай», «существо» и т.д. Иногда родовое название на языке перевода не может быть использовано из-за расхождения коннотативных компонентов значения. Английское «meal» широко применяется в различных стилях речи, а русское «приём пищи» не употребительно за пределами специальной лексики. Поэтому, как правило, при переводе “meal” заменяется более конкретным «завтрак», «обед», «ужин» и др.:

At seven o'clock an excellent meal was served in the dining-room. – В семь часов в столовой был подан отличный обед.

Выбор более конкретного наименования определяется контекстом, в семь часов (вечера) мог быть подан и ужин.

Генерализацией называется замена единицы иностранного языка, имеющей более узкое значение, единицей с более широким значением, т.е. преобразование, обратное конкретизации.

He visits me practically every week-end. – Он ездит ко мне почти каждую неделю.

Смысловым согласованием называется замена слова или словосочетания иностранного языка единицей, значение которой логически выводится из значения исходной единицы. Наиболее часто значение слова в подлиннике и в переводе бывают связаны причинно-следственными отношениями. При этом замена причины явления его следствием (или наоборот) не нарушает точности перевода.

Liquid crystal technology can scale a microdisplay device to almost any size.

Глагол «*scale*» имеет следующие значения «определять масштаб, устанавливать пропорции, регулировать». В контексте данного предложения глагол имеет значение «создавать».

Технология жидкокристаллических мониторов позволяет создавать микродисплеи практически любого размера.

Антонимический перевод, адаптация

Антонимический перевод — это лексико-грамматическая трансформация, при которой замена утвердительной формы в оригинале на отрицательную форму в переводе или, наоборот, отрицательной на утвердительную сопровождается заменой лексической единицы иностранного языка на единицу с противоположным значением.

Authorised personnel only. – Посторонним вход воспрещён.

Адаптация представляет собой приспособление текста к уровню

компетентности реципиента, т.е. создание такого текста, который читатель сможет воспринять, не прибегая к посторонней помощи. Адаптация прежде всего заключается в упрощении текста, как формальном, так и содержательном. В частности, специальная лексика (термины, сложная тематическая лексика) заменяется при переводе на общезыковую, нормативную, или, по крайней мере, объясняется переводчиком внутри текста или в примечаниях. Упрощаются сложные синтаксические структуры, уменьшается объём предложения.

Добавления, опущения. Добавления. Этот переводческий приём предполагает необходимость добавления лексических единиц в соответствии с нормами языка перевода. Paramount Pictures — кинокомпания Парамаунт Пикчерс

Опущения. При переводе опущению чаще всего подвергаются слова, являющиеся семантически избыточными, а их употребление в переводе представляет собой нарушение норм языка.

He leaned forward to take the volumetric flask. — Он наклонился, чтобы взять мерную колбу. (понятно, что он наклонился вперёд, поэтому это слово опускается в переводе).

Одним из наиболее ярких примеров избыточности является свойственное английскому языку употребление парных синонимов — параллельно употребляемых слов одинакового или близкого значения. В отличие от английского русскому языку это явление не свойственно, поэтому при переводе в подобных случаях необходимо прибегнуть к опущениям.

Air pollution results in acid rain which ruins buildings by corroding metal and dissolving stone. — Загрязнение воздуха является причиной кислотного дождя, который разрушает здания, разъедая металл и камень.

Фоновые знания

Фоновые знания можно определить как общую для коммуникантов информацию, которая обеспечивает взаимопонимание при общении. Коммуниканты всегда вступают в акт коммуникации с определёнными приемлемыми в данном обществе схемами поведения, усвоенными в процессе социализации. Эти схемы включают: знания о правилах поведения в стандартных ситуациях повседневного общения, в том числе знания о правилах поведения с людьми различного возраста и статуса; понимание коммуникативного намерения собеседника; ожидание определённых действий от собеседника (приветствие, улыбка, пожатие руки и т.д.) Как показывает практика перевода, недостаток фоновых знаний в большинстве случаев ведёт к коммуникативной

неудаче, то есть к такому сбою в общении, при котором определённые речевые произведения не выполняют своего предназначения. Фоновые знания, являющиеся неотъемлемой частью культурной картины мира, представляют одновременно и важнейшую составляющую профессиональной компетенции переводчика. Они включают не только знание культуры исходного и переводящего языков, но и общую эрудицию в синхроническом и диахроническом аспектах.

Факторы, влияющие на процесс перевода

Важную сторону теоретического изучения процесса перевода составляет описание факторов, под воздействием которых осуществляется этот процесс. Именно они определяют, в какой степени в каждом конкретном случае необходимо и возможно установить между оригиналом и переводом отношения эквивалентности, которые должны существовать в идеале.

Особенности и характер переводимого текста

функциональная направленность текста: помимо собственно коммуникативной функции язык обладает экспрессивной и художественно-эстетической функцией. В соответствии с ними речевые произведения могут иметь различную направленность, т.е. воздействовать на мышление или эмоции или на эстетическое чувство рецептора. Также текст может быть предназначен для реализации всех трёх функций. Все тексты подразделяются на информативные и художественные. Отсюда два вида перевода – информативный и художественный. В художественном переводе наиболее велико различие между эквивалентностью и ценностью перевода. На первый план при оценке перевода выступает не точное воспроизведение содержания оригинала, а обеспечение высоких литературных достоинств текста перевода, более или менее равноценных достоинствам текста оригинала. Тексты художественных переводов будут обладать рядом особенностей, вызванных необходимостью передать индивидуально авторское использование языковых средств в оригинале.

временные и пространственные отношения между оригиналом и переводом. Процесс порождения текста перевода может осуществляться одновременно с процессом порождения текста оригинала, как это происходит при синхронном переводе. При других видах время и место появления перевода может сильно отличаться от времени и места создания оригинала. Переводчик может иметь дело с текстом, созданным в иную историческую эпоху, в том числе и на его родном языке, сильно изменившимся за этот период, что ставит перед переводчиком дополнительные проблемы. Пространственная (географическая)

отдалённость перевода от оригинала имеет значение не сама по себе, а в связи со сходством или различием условий жизни истории и культуры соответствующих народов.

жанровая принадлежность оригинала. Помимо деления переводимых текстов на информативные и художественные следует учитывать и существование внутри каждого из них более мелких подразделений, которые можно условно назвать жанрами речи. В задачу переводоведения входит описание воздействия принадлежности текста к определённом жанру на процесс перевода.

отношение оригинала к общенародной норме иностранного языка. Язык определённого народа не представляет собой однородного целого. Наряду с его общенародной частью, употребляемой всеми носителями языка в нём существуют отдельные подсистемы, характерные для речи жителей определённого географического района или социальной группы. Появление элементов подобных подсистем в тексте оригинала порождает особые переводческие задачи и отражается на степени достигаемой эквивалентности.

Условия осуществления переводческого процесса

Воздействие различных условий на процесс перевода настолько велико, что переводчик нередко специализируется на выполнении своих функций лишь в строго определённых условиях. В этой связи следует отметить два вида перевода: устный и письменный. Различие между ними заключается, прежде всего, в однократности устного перевода и многократности письменного. Несомненный практический интерес представляет изучение воздействия на ход и результат переводческого процесса таких факторов как необходимость выполнить перевод в сжатые сроки, отсутствие дополнительной информации, вынуждающее переводчика делать выбор лишь наиболее вероятного варианта.

Характер участников процесса перевода

Целый ряд особенностей оригинала зависит от индивидуальных качеств источника. Это и специфика произношения, и индивидуальный характер стиля, и особенности изложения, связанные с тем, что иностранный язык не является родным для данного источника. На первый план выступает ценность перевода, в интересах которой может быть оправдан отход от переводческой эквивалентности. Изучение влияния личности переводчика на результат перевода проводилось до сих пор по отношению к художественному переводу. Известны факты, что наилучших результатов добивались переводчики близкие по взглядам и творческой манере к автору переводимого текста. Однако, переводчик часто лишён возможности выбирать материал, который он будет переводить. От него

требуется умение квалифицированно переводить тексты самых различных авторов и направлений. Переводчику, подобно драматическому актёру, необходима способность своего рода перевоплощения, умение принять точку зрения автора текста и воспроизвести особенности его стиля. Большое теоретическое и практическое значение имеет исследование влияния на ход и результат процесса перевода характера предполагаемого рецептора.

Три группы переменных факторов

При переводе в первую очередь следует помнить, что особенности различных уровней языка оригинала и языка перевода приводят к существованию постоянных факторов, которые влияют на процесс перевода. При этом на перевод также влияет ряд факторов, которые постоянно изменяются в зависимости от того, в каких условиях осуществляется перевод. Именно они влияют на установление отношений эквивалентности между оригиналом и переводом.

Все переменные факторы, которые влияют на перевод, разделяют на *три основные группы*:

1) особенности и характер текста для перевода (функциональная направленность, время и место возникновения, жанровые особенности и т.д.);

2) условия, в которых происходит сам процесс перевода (устный перевод или письменный перевод, синхронный, последовательный или удалённый во времени перевод, сроки исполнения, наличие дополнительной информации и т.д.);

3) характеристики лиц, задействованных в переводе (источник, переводчик, получатель перевода).

Все тексты могут иметь различную направленность и влиять на мышление и эмоции либо же на эстетическую сферу реципиента. Именно поэтому в зависимости от функций тексты разделяют на информативные и художественные. Соответственно выделяют два вида перевода — информативный и художественный. Как правило, к художественному переводу относят перевод художественной литературы, а к информативному — перевод научно-технических и официально-деловых материалов.

Говоря об условиях, в которых происходит перевод, надо, прежде всего, упомянуть устный и письменный перевод. Главное их различие — устный перевод одноразовый, а письменный — как бы многоразового использования. Письменный перевод даёт возможность постоянного сопоставления с оригиналом, подбором лучших вариантов и у

переводчика постоянно есть возможность вернуться к переведённому варианту и внести требуемые изменения. В процессе же устного перевода у переводчика нет возможности вернуться к оригиналу или найти дополнительную информацию.

На результаты переводческого процесса также влияет необходимость осуществления перевода в сжатые сроки, отсутствие дополнительной информации, важность материала и т.д. Самое важное влияние на процесс перевода оказывают факторы третьей группы, а именно людей, которые задействованы в процессе перевода: переводчика и получателя перевода. Здесь особую роль играет специфика произношения (при устном переводе), стиль речи, логическая последовательность изложения материала. Именно поэтому переводчик должен уметь перевоплощаться, воспринимать точку зрения автора текста и уметь отображать особенности стиля.

Перевод реалий, собственных имен, прозвищ и их фонетическое оформление в переводе

Особое внимание следует обратить на перевод безэквивалентной лексики (терминов и реалий). В отличие от большинства обычных слов, термины обозначают точно определённые понятия, предметы, явления; обычно это однозначные, лишённые синонимов слова, нередко входящие в состав международной лексики. В отличие от терминов-слов научной лексики, реалии можно определить как слова, обозначающие местный предмет или специфически местное понятие, которому нет соответствия в быту и понятиях других народов. В практике встречаются следующие способы передачи реалий: 1. *Транскрипция или транслитерация* (реалия механически вводится в текст перевода при помощи графических средств переводящего языка). *Транскрипция* основана на фонетическом принципе, т.е. на передаче русскими буквами звуков английского алфавита: «Poster» – «постер»; «design» – «дизайн»; «invoice» – «инвойс», «computer» – «компьютер», «electrolyte» – «электролит». *Транслитерация* основана на передаче графического образа: «trigger» – «триггер», «adapter» – «адаптер»; «smart card» – «смарт-карта», «electron» – «электрон». 2. *Калькирование*, т.е. создание нового слова, словосочетания или сложного слова для обозначения соответствующего предмета на основе элементов и морфологических соотношений, уже реально существующих в языке: «certificate of origin» – «сертификат происхождения»; «cold boot» – «холодная перезагрузка» (путём нажатия кнопки Reset), «electromagnetic induction» – «электромагнитная индукция», «sky-scraper» – «небоскрёб», «House of Commons» – «Палата Общин»; 3. *Описательный перевод*.

«Monorail» – «однорельсовая подвесная железная дорога»; «auto kerning» – «автоматическая установка межзнакового интервала»; «hovercraft» – «транспортное средство на воздушной подушке», «tracker» – «программа для обработки аудио-треков», «demo» – «демонстрационная версия программы».

Известную аналогию с переводом слов, обозначающих национально специфические реалии, представляет передача тех собственных имён из области истории, географии, культуры, а также названий местностей, прозвищ, которые имеют свою семантику, так что в отношении их возможны и транслитерация, и перевод. Здесь можно уловить известную тенденцию, выраженную в том, что к более известным географическим именам, таким, как названия горных вершин применяется транслитерация, а к именам более узкого местного значения (как названия улиц с чётко выраженным образным значением, местностей, зданий) применяется и перевод.

Прозвища исторических лиц, исконно не входящие в состав имени собственного, переводятся. Названия современных газет, напротив, транслитерируются, несмотря на наличие в них отчётливой семантики, и этим подчёркивается их связь с определённой страной.

В целом можно констатировать, что выбор той или иной возможности передачи собственных имён, сохранивших определённую семантику, т.е. выбор транслитерации или перевода, обуславливается традицией.

По отношению к иностранным именам собственным — будь то имена или фамилии реальных или вымышленных лиц, географические названия и т. п. — большую важность представляет вопрос о звуковом оформлении их при переводе и, соответственно, об их написании. Чем больше расхождений в фонетическом строе двух языков, в составе и системе их фонем, тем острее этот вопрос.

Когда дело касается широко распространённых названий (больших городов, рек, известных исторических личностей) или употребительных имён, переводчик руководствуется традицией. Мы напишем «Гамбург», а не «Хамбург», «Лейпциг», а не «Лайпциг», «Париж», а не «Пари».

В некоторых случаях традиция потребует для разных текстов разной передачи одного и того же имени, одного и того же языка: так, английское «George», как правило, транскрибируется в форме «Джордж», но когда это — имя короля, оно транслитерируется в форме «Георг». Инициатива переводчика может распространяться лишь на передачу фамилий вымышленных лиц или на имена, встречающиеся впервые или редко употребляемые.

Ложные друзья переводчика

К таким словам следует отнести слова, заимствованные из других языков (интернациональные слова), например, греческого и латинского, а также из современных языков (в основном – это терминология). Интернациональное слово может появиться в языке либо путём заимствования его одним языком у другого, либо вследствие того, что оба эти языка заимствовали данное слово из какого-либо третьего языка. Такие слова сходны по звучанию, написанию и значению: «manager» – «менеджер», «inflation» — «инфляция», «contrast» — «контраст». Иногда для одного и того же явления существуют два слова, одно из которых исконно русское, а другое интернациональное. В этом случае между ними могут существовать различия в употреблении. Например, английскому слову «industry» соответствуют слова «индустрия» и «промышленность». Второе из них имеет наиболее общее значение, в то время как слово «индустрия» применяется в русском языке, как правило, к крупной современной промышленности (нельзя сказать «кустарная индустрия» и т.п.). С другой стороны, английское «industry» может означать и отрасль экономики, и такое сочетание, как «farming industry» должно переводиться как «сельское хозяйство». В подобных случаях ошибки в переводе могут служить причиной искажения стиля оригинального текста.

Интернациональные слова, полностью совпадающие по значению, не вызывают затруднений при переводе. Однако, в ряде случаев при переводе приходится сталкиваться с английскими и русскими словами, близкими по форме, но различными по значению. Так, например, слово «resin» означает в английском языке «смола», а не почти однозвучное ему слово «резина» в русском языке. Слово «clay» означает «глина», а не «клей». Такие слова выступают в роли «ложных друзей переводчика», или иначе их называют псевдоинтернациональными словами. Эти слова имеют сходную форму написания с интернациональными словами. Причины существования сходных форм могут быть результатом взаимовлияния языков или случайными совпадениями.

Самым важным случаем расхождения значений у псевдоинтернациональных слов является несовпадение их предметно-логического содержания. При этом можно выделить три типа таких расхождений.

1. Английское слово гораздо шире по объёму значений, чем сходное по форме русское слово. Русское слово совпадает с английским не во всех значениях, а лишь в одном или двух. Обычно это происходит в том случае, когда английское слово было заимствовано в русском языке лишь в части своих значений. Эта группа охватывает большое количество слов

и представляет значительные трудности при переводе. Так, например, перешедшее в русский язык из английского языка слово «митинг» употребляется лишь в одном значении, а соответствующее английское слово «meeting» может также означать «собрание», «заседание», «встреча», «дуэль» и т. д. Английское слово «record» помимо значения «рекорд» может означать: «запись», «репутация», «протокол» и т. д.

2. У русского слова есть значения, отсутствующие у его английского соответствия, т.е. русское слово шире по значению, чем сходное с ним английское слово. Однако, этот случай довольно редкий. Это бывает обычно тогда, когда слово заимствовано в обоих языках из какого-либо третьего языка. Так, английское слово «auditorium» – «аудитория» употребляется лишь для обозначения помещения, а не людей, слушающих какое-либо выступление и т.д. Этот тип псевдоинтернациональных слов обычно не приводит к серьезным нарушениям при переводе, но важно следить за тем, чтобы многозначность русского слова не сделала перевод недостаточно ясным или двусмысленным.

3. Русское и английское слова, сходные по форме, имеют совершенно различные значения. Использование такого псевдоинтернационального слова в переводе приводит обычно к серьезному смысловому искажению текста. Поэтому полезно было бы знать такие слова и их значения в английском и русском языках.

accurate — точный, а не аккуратный;

actual — действительный, а не актуальный;

aspirant — претендент, а не аспирант;

clay — глина, а не клей;

complexion — цвет лица, а не комплекция;

compositor — наборщик, а не композитор;

data — данные, а не дата;

Dutch — голландский, а не датский;

fabric — ткань, а не фабрика;

familiar — известный, знакомый, а не фамилия или фамильярный;

magazine — журнал, а не магазин;

physician — терапевт, а не физик;

principal — основной, а не принципиальный;

prospect — перспектива, а не проспект;

receipt — квитанция, чек (из магазина), а не рецепт,

replica — точная копия, а не реплика;

resin — смола, а не резина и т.п.

Таким образом, для правильного перевода важно точное знание особенностей значения и употребления соответствующих слов в языке перевода.

Грамматические трудности перевода: неличные формы глаголов, их комплексы: **Complex Subject, Complex Object, бессоюзные определительные придаточные предложения**

Перевод инфинитива и инфинитивных оборотов

Существуют следующие основные способы перевода инфинитива в различных функциях:

1. **Инфинитив в функции подлежащего** переводится русским инфинитивом (неопределённой формой глагола) или существительным:

To reduce energy loss is very important for the enterprise. — Сократить потери энергии очень важно для предприятия. // Сокращение потерь энергии очень важно для предприятия.

2. **Инфинитив в функции части составного сказуемого:**

а) в конструкции «be + инфинитив» (в том числе с модальным значением) переводится инфинитивом (реже — существительным):

It is to be noted that quality assurance and quality control are two interrelated aspects of quality management. — Необходимо отметить, что гарантия и контроль качества являются двумя взаимосвязанными аспектами управления качеством.

б) после модальных глаголов переводится глагольным сказуемым или инфинитивом:

The position of fixed collectors may be adjusted on a seasonal basis. — Положение неподвижных коллекторов может быть установлено в зависимости от времени года.

3. **Инфинитив в функции обстоятельства** также переводится с помощью русского инфинитива или существительного в функции обстоятельства, реже — с помощью глагола и деепричастия:

а) обстоятельства цели:

The air must be compressed to several atmospheres pressure before combustion to obtain high efficiencies. — Воздух должен быть сжат до давления нескольких атмосфер перед сгоранием для достижения (чтобы достичь) большей эффективности.

б) обстоятельства следствия (после слов *enough, too, so/such as*).

This method is good enough to achieve reliable results. — Этот метод достаточно хорош, чтобы достичь надежных результатов.

The workshop was arranged in such a way as to give everybody an opportunity to equally participate in it. — Семинар был организован таким образом, что предоставлял всем равные возможности для участия в нём.

в) обстоятельства сопутствующих условий:

Hydrogen and oxygen unite to form water. — Водород и кислород соединяются, образуя воду.

4. **Инфинитив в функции определения** переводится инфинитивом, существительным или придаточным определительным предложением:

Every moving object has the capacity to do work. — Каждый движущийся объект способен совершать работу.

5. **Инфинитив в функции дополнения** переводится инфинитивом, либо существительным:

Jet or nozzle is used to expand the hot gases. — Форсунка используется для расширения горячих газов.

Waves flowing in and out of the gully cause water in the column to move up and down, what compresses the air. — Волны, бегущие в овраг и обратно, заставляют воду в колонне двигаться вверх и вниз, что сжимает воздух.

6. **Инфинитив в качестве вводного члена предложения** переводится вводными словами и словосочетаниями, причастными и деепричастными оборотами, наречиями:

To begin with, I enclose preliminary information on our complete range of boilers. — Прежде всего, я прилагаю предварительную информацию по нашему полному ассортименту котлов.

7. **В обороте «именительный падеж с инфинитивом» (Complex Subject)** инфинитив является частью составного глагольного сказуемого и может стоять после глаголов в двух формах (пассивной и активной). Инфинитив в таком обороте переводится глагольным сказуемым придаточного предложения:

Contractors are meant to employ and coordinate the work of craftsmen, who assemble building products and systems on the building site. — Предполагается, что подрядчики нанимают и координируют работу мастеров, которые собирают строительные материалы и системы на строительной площадке.

The experiment is unlikely to be completed this week. — Маловероятно, что эксперимент будет завершён на этой неделе.

Перевод всей конструкции обычно начинается со сказуемого, которое переводится неопределённо-личным предложением, либо с использованием вводного слова. Сам оборот переводится придаточным дополнительным предложением, причём инфинитив переводится глаголом сказуемым в соответствующем времени.

A policy of «total quality» and «zero defects» is likely to allow companies to achieve the best possible quality at every stage of production. — Вероятно, политика «всеобщего качества» и «нулевого брака» позволит компаниям достичь по возможности наилучшего качества на каждой стадии производства.

They are known to have been working on this invention for a year. — Известно, что они работают над этим изобретением уже год.

8. **Инфинитивный оборот «сложное дополнение» (Complex Object)** переводится глагольным сказуемым придаточного предложения (таким образом, английское простое предложение со сложным дополнением при переводе становится русским сложноподчинённым).

Tests showed the use of additional generating facilities to be justified.
— Исследования показали, что использование дополнительного оборудования, вырабатывающего энергию, оправдано.

Инфинитив сложного дополнения в страдательном залоге после глаголов *allow, permit, enable* переводится инфинитивом действительного залога.

Many laboratory tests enabled the problem to be solved. — Большое количество лабораторных исследований позволило решить проблему.

Инфинитив *to be* в сложном дополнении при переводе чаще всего опускается, так как в русском языке нет глагола-связки. В этом случае русское предложение тоже будет простым по составу.

We considered this decision to be the best one. — Мы считали это решение наилучшим.

9. **Инфинитивный оборот с предлогом for** — при переводе на русский язык предлог *for* опускается, при этом инфинитив переводится сказуемым придаточного предложения, а стоящее перед ним существительное (местоимение) — подлежащим (иногда дополнением).

Two basic principles of electromagnetic attraction and of electromagnetism must be used for an electromechanical relay to be made. — Необходимо применить два основных принципа электромагнитного притяжения и электромагнитной индукции, чтобы создать электромеханическое реле.

Перевод причастия и причастных оборотов

1. В зависимости от формы **причастие** переводится на русский язык причастием, деепричастием или сказуемым придаточного предложения. Причастие, которое стоит перед или после определяемого слова и выполняет функцию определения, переводится причастием.

All moving parts of machines wear. — Все движущиеся детали машины изнашиваются.

2. **Причастие в функции обстоятельства** стоит в начале предложения или после сказуемого, ближе к концу предложения. Часто употребляется с союзами *when, while*. Переводится на русский язык деепричастием или придаточным обстоятельственным предложением.

(When) repeating his experiment he noticed the polymer crystal. — Повторяя свой эксперимент (когда он повторял эксперимент), он заметил кристаллическое состояние полимера.

3. **Перфектные формы причастия** выполняют в предложении функцию обстоятельства (времени или причины) и означают, что действие, выраженное причастием, происходило раньше, чем действие, выраженное глаголом. На русский язык переводится сказуемым придаточного предложения в прошедшем времени или деепричастием.

Having been warmed to 0° (zero), ice began to melt. — После того, как лёд нагрели до 0°, он начал таять.

4. **При переводе английского причастия** на русский язык могут возникнуть некоторые трудности. К примеру, форма *Participle II* правильных глаголов совпадает с *Past Simple* («closed» — «закрыл и закрытый»). Причастие в функции определения в английском предложении может стоять после определяемого слова, что может создавать трудности его узнавания.

The issues touched upon in the report are of great importance. — Затронутые в докладе вопросы имеют большое значение.

5. **Причастие, которое стоит на первом месте** в предложении и является частью сказуемого (в предложениях с инверсией), следует переводить, начиная с обстоятельства или дополнения, стоящего после причастия, после чего переводится сказуемое и в конце — подлежащее:

Attached to the article are tables and graphs. — К статье прилагаются таблицы и графики.

6. **Причастие, которое является вводным членом предложения**, может переводиться по-разному: деепричастным оборотом; неопределённой формой глагола с союзом «если»; отдельным предложением со сказуемым, выраженным глаголом в 1-м лице мн.ч. повелительного наклонения:

Summing up, we must point out the following issues. — Подводя итоги, необходимо выделить следующие моменты.

7. **Английские обстоятельственные причастные обороты** переводятся на русский язык несколькими способами: деепричастным оборотом, обстоятельственным придаточным предложением и отглагольным существительным с предлогом при:

Working on this project we found out a lot of interesting things. — Работая (Когда мы работали) над этим проектом, мы обнаружили много интересного.

Considered in isolation the example does not seem to be that convincing. — При изолированном рассмотрении (Если рассматривать изолированно), этот пример не представляется таким убедительным.

8. **Перевод причастного оборота «сложное дополнение»** может осуществляться при помощи сказуемого придаточного предложения, а

главное и придаточное предложения соединяются при помощи союзов что, как.

We consider each hydrogen atom having a positive charge unit. — Мы считаем, что каждый атом водорода имеет единицу положительного заряда.

9. **Причастный оборот «сложное подлежащее»** переводится при помощи сказуемого придаточного дополнительного предложения с союзом как или что, в котором причастие становится сказуемым, а главное предложение является неопределённо-личным предложением.

Pure germanium is considered being a poor conductor. — Считают, что чистый германий является плохим проводником.

10. **Перевод независимого причастного оборота**

а) Если независимый причастный оборот стоит в начале предложения, после него всегда стоит запятая. Его перевод начинается словами так как, поскольку, когда, как только, если, а причастие переводится сказуемым придаточного предложения:

The gas being compressed, the number of molecules in each cubic centimeter is increased. — Если газ сжать, количество молекул в каждом кубическом сантиметре увеличивается.

б) Если независимый причастный оборот стоит в конце предложения, перед ним всегда стоит запятая. Его перевод начинается со слов при чем, при этом, и, а; само же причастие переводится сказуемым придаточного предложения. Стоящий перед независимым причастным оборотом предлог with не переводится.

All gases and liquids expand when heated, with their density being reduced. — При нагревании все газы и жидкости расширяются, при этом их плотность уменьшается.

Перевод герундия и герундиального оборота

Существуют следующие основные способы перевода герундия и герундиального оборота на русский язык:

1. **существительным:**

There are two common methods for measuring angular velocity. — Для измерения угловой скорости существует два обычных метода.

2. **неопределённой формой глагола:**

We have succeeded in maintaining productivity level over the whole period. — Нам удалось удержать уровень производительности в течение всего периода.

3. **деепричастием:**

Heat may be produced by burning coal, gas or any other fuel. — Тепло

можно получить, сжигая уголь, газ или любое другое топливо.

4. глаголом-сказуемым в придаточном предложении:

During the test I need recording temperature immediately. — В процессе опыта мне необходимо, чтобы температуру регистрировали немедленно.

5. герундиальный оборот может переводиться **существительным, инфинитивом или глаголом-сказуемым в придаточном предложении**. Часто перед герундием стоит притяжательное местоимение или существительное в притяжательном падеже, которые переводятся личным местоимением или существительным в именительном падеже и выполняют функцию подлежащего русского придаточного предложения.

Einstein's being awarded the Nobel prize in physics soon became widely known. — То, что Эйнштейн был награжден Нобелевской премией в области физики, вскоре стало широко известным фактом.

В научно-технической литературе часто употребляется герундий с оборотом *there is (are)*. В этих случаях герундий переводится на русский язык существительным или личной формой глагола.

There was no gases' absorbing on the surfaces of solids. — На поверхности твердых веществ газы не абсорбировались.

Особую трудность при переводе составляют бессоюзные придаточные предложения. Бессоюзно могут присоединяться следующие типы придаточных предложений: *дополнительные, определительные и обстоятельственные условия*. В дополнительных придаточных предложениях опущен союз *that*, который легко восстанавливается по контексту:

We could say man's urge to travel forms the basis of aviation. — Мы могли бы сказать, что стремление человека путешествовать создаёт основу авиации.

В определительных придаточных опущены союзы *which, that, where, how* и др. Внешний признак бессоюзного определительного предложения — скопление двух подряд существительных или существительного и местоимения, не разделенных запятой и не связанных союзом или предлогом. Между ними и проходит граница предложений.

The plan covers all the aspects of the job the new aircraft was designed to do. — План включает все аспекты задачи, которую предназначен выполнять новый самолёт.

Если бессоюзное предложение является определением к подлежащему главного предложения, то все предложение построено по схеме: подлежащее (подлежащее – сказуемое) сказуемое.

The number of times both computers were out of service were recorded. — Число случаев, когда оба компьютера не работали, было зарегистрировано.

Если в конце определительного предложения стоит предлог, за которым не следует существительное, то в переводе этот предлог (если он переводится) надо поместить перед союзным словом «*который*», «*что*», изменив, соответственно, его падеж.

These are the relationships the theory of aircraft is based on.

Вот зависимости, на которых основана теория самолётов.

Типы расхождения ПЯ и ИЯ

Проблемы перевода в условиях грамматического сходства и расхождения между языком подлинника и языком перевода на уровне морфологической организации языков и в синтаксисе: (1) наличие в подлиннике элемента, которому нет формально-грамматического соответствия в языке перевода (артикли, категория «временной отнесённости» (перфектные и не-перфектные формы), герундий, предикативные конструкции с инфинитивом, причастием, герундием); (2) наличие в языке перевода элементов, которым нет соответствия в языке оригинала (категория вида, категория рода, система глагольных времён, отсутствие согласования времён); (3) формальное соответствие грамматических элементов оригинала и перевода при различии выполняемых ими функций (формы единственного и множественного числа существительных, временные формы глагола, формы сослагательного наклонения).

Специфика выбора и применения грамматических вариантов при переводе

Трудности, связанные с расхождением грамматических систем ИЯ и ПЯ обусловлено информацией, выражаемой в одном языке грамматическим способом, а в другом лексическим. В процессе перевода, обычной является ситуация, когда значение выражается в ИЯ грамматически, а в ПЯ лексически и наоборот. Так, говоря о категории временной отнесённости свойственной английскому языку и чуждой русскому, следует отметить, что передача выражаемых значений на русский язык не сопряжена с трудностями, т.к. в русском языке соответствующее значение могут быть без труда выражены лексическим путем.

Говоря о выборе той или иной грамматической формы (в частности, того или иного синтаксического построения), мы имеем в виду наличие других грамматических вариантов, из числа которых выбираем данную форму. Так, например, в русском языке грамматическим вариантом (синонимом) определительного придаточного предложения (настоящего и прошедшего времени) является причастный оборот (ср.: «человек,

который выполнил эту работу» и «человек, выполнивший эту работу»); вариантом деепричастного оборота выступает обстоятельственное придаточное предложение времени или образа действия (ср.: «Придя домой, он сказал...» и «Когда он пришел домой, он сказал...»); вариантом условного придаточного предложения с союзом может выступать придаточное бессоюзное (ср.: «Если бы он был здоров, он пришёл бы» и «Будь он здоров, он пришёл бы»), а вариантом условного (союзного либо бессоюзного) придаточного предложения является обстоятельственное сочетание с предлогом (ср.: «Если бы имелись благоприятные условия» и «При благоприятных условиях», «При наличии благоприятных условий»).

Грамматические варианты синонимичны по отношению друг к другу только в целом, т.е. могут заменять друг друга только как цельные синтаксические структуры; отдельные же их элементы, т.е. слова, хотя бы и имеющие одну основу, не являются синонимами.

Грамматические варианты, служащие для выражения более или менее однородного содержания, бывают стилистически неравноценны, т.е. далеко не всегда, не в любом контексте могут служить заменой друг другу.

Выбор грамматического варианта зависит как от узкого, так и от широкого контекста.

Так, придаточное определительное предложение уместнее в том случае, когда говорящему или пишущему важно подчеркнуть значение действия, выражаемое спрягаемой формой глагола («человек, который здесь работал») - в отличие от причастного оборота, где это значение несколько затушено, ослаблено («человек, работавший здесь»).

Специфика выбора и применения грамматических вариантов при переводе - отличие от их использования в оригинальном творчестве - определяется соотношением и взаимодействием грамматических систем двух языков. При этом во взаимодействие вступают такие явления, которые в плоскости одного языка друг с другом не связаны (например, для передачи функции артикля применяется тот или иной порядок слов).

ГРАММАТИКА

Неличные формы глагола: инфинитив, причастие, герундий. Причастие I и II (способы образования, функции в предложении). Независимый причастный оборот. Образование форм герундия, его свойства и функции в предложении, перевод

К неличным формам глагола относятся причастия (Participle I, Participle II), герундий (Gerund), инфинитив (Infinitive).

Неличные формы глагола совмещают в себе признаки двух частей речи: причастие — прилагательного и глагола; герундий — существительного и глагола; инфинитив — существительного и глагола.

Инфинитив (неопределённая форма глагола) – исходная форма, называющая действие и отвечающая на вопрос что делать?, что сделать?

Например: to measure – измерять, измерить.

Формальным признаком инфинитива является частица to.

! Инфинитив употребляется без частицы to после модальных и вспомогательных глаголов, а также в объектном инфинитивном обороте после глаголов, выражающих чувственное восприятие.

Формы инфинитива

	Active Voice	Passive Voice
Indefinite Infinitive	to write	to be written
Continuous Infinitive	to be writing	—
Perfect Infinitive	to have written	to have been written

Формы инфинитива Indefinite и Continuous выражают действие, одновременное с действием сказуемого, при этом форма Continuous показывает длительное действие. Форма инфинитива Perfect показывает, что действие предшествует действию сказуемого.

Например:

The professor is glad to see his former students. — Профессор рад видеть своих бывших студентов.

He is proud to be working with this famous scientist. — Он гордится тем, что работает с этим известным учёным.

The professor is glad to have seen his former students. — Профессор рад, что повидал своих бывших студентов.

Инфинитив в форме действительного залога выражает действие, совершаемое лицом или предметом, к которому оно относится.

Например:

I want to help you. — Я хочу Вам помочь.

Инфинитив в форме пассивного залога выражает действие, совершаемое над лицом или предметом, к которому оно относится.

Например:

I want to be helped. — Я хочу, чтобы мне помогли.

Функции инфинитива

подлежащее. Переводится инфинитивом или существительным.

To read is his hobby. — Чтение — его любимое занятие. // Читать — его любимое занятие.

часть сказуемого. Переводится инфинитивом или существительным.

Our aim is to master English. — Наша цель — овладеть / овладение английским.

дополнение. Переводится инфинитивом.

She likes to dance. — Она любит танцевать.

определение. Переводится:

а) инфинитивом:

The desire to find the solution was very strong. — Желание найти решение было очень сильным.

б) существительным или прилагательным:

It will be done in the years to come. — Это будет сделано в ближайшие годы.

в) придаточным определительным предложением:

He was the first to prove it. — Он был первым, кто доказал это.

Infinitive Passive переводится придаточным определительным предложением со словами «будет», «должен»:

The method to be used is quite new. — Метод, который будет / должен использоваться, совершенно новый.

обстоятельство. Переводится:

а) придаточным предложением с союзом «для того, чтобы»:

To read this English article you must use a dictionary. — Для того, чтобы прочитать эту английскую статью, вам нужно воспользоваться словарём.

б) инфинитивом:

He went there to study physics. — Он поехал туда изучать физику.

в) деепричастием:

Hydrogen combines with oxygen to form water. — Водород соединяется с кислородом, образуя воду.

Инфинитив в функции обстоятельства часто вводится союзом «in order to» — «для того, чтобы»:

A number of devices were developed in order to detect cosmic rays. —

Было разработано несколько приборов для того, чтобы обнаруживать космические лучи.

Задание. *Переведите следующие предложения:*

1. Conductors and insulators are the main two factors to be considered when studying electricity.
2. To take correct measurements it is necessary to use accurate instruments.
3. Much experimental work is needed for these phenomena to be explained.
4. He is said to have tested a circuit.
5. We know the electrons to flow from the negative terminal of the battery to the positive one.
6. The knowledge of Faraday's Law is known to be of great significance for every electrical engineer.
7. To remove electrons from any surface requires a certain amount of energy.
8. The electric circuit is the subject to be dealt with in the present article.
9. To understand the nature of electricity is not an easy thing to do.
10. Nowadays semiconductors are believed to be increasingly used in TV sets, radio sets and computers.

Причастие (Participle) — неличная форма глагола, в которой сочетаются признаки прилагательного или наречия с признаками глагола. Различают два вида причастий: Participle I и Participle II. Причастия, как и прилагательные, обозначают признак предмета. В отличие от прилагательного, признак, обозначаемый причастием, указывает на действие или состояние предмета (*a revolving part* — вращающаяся деталь, *the invented engine* – изобретённый двигатель), а не на его качество (*a big part* — крупная деталь).

Формы причастия

Participle I		
	Active voice	Passive
Indefinite	writing	being written
Perfect	having written	having been written

Participle II – written

В предложении причастия могут выполнять три функции: определения, обстоятельства и части сказуемого.

1. В функции определения причастия отвечают на вопрос «какой?» и могут находиться как перед, так и после определяемого слова.

Participle I в функции определения переводится:

причастием действительного залога, оканчивающимся на *-ющий, -вший*.

причастным оборотом или определительным придаточным предложением.

Например:

The man delivering a lecture is our professor. — Человек, читающий лекцию, наш профессор.

Participle II в функции определения переводится:

причастием страдательного залога совершенного или несовершенного вида с окончанием *-ный, -мый, -тый*.

причастным оборотом или определительным придаточным предложением.

The lecture delivered by our professor was very interesting. — Лекция, прочитанная нашим профессором, была очень интересной.

2. В функции обстоятельства причастия отвечают на вопрос «*как?*» «*когда?*» и чаще всего находятся в начале предложения.

В функции обстоятельства перед Participle I могут стоять союзы *when, while*, а перед Participle II – союзы *when, if*.

В функции обстоятельства причастия переводятся:

деепричастиями с суффиксами *-я, -ав, -ив* или деепричастным оборотом.

обстоятельственным придаточным предложением или **существительным с предлогом.**

Например:

While working in the laboratory we make experiments. — Работая в лаборатории, мы проводим эксперименты.

When tested that device showed good results. — Во время испытаний этот прибор показал хорошие результаты. (Когда этот прибор проходил испытания, он показал хорошие результаты.)

Если Participle II переводится обстоятельственным придаточным предложением, его подлежащим становится подлежащее главного предложения, а в главном предложении оно заменяется личным местоимением соответствующего рода и числа.

Например:

When asked the student answered well. — Когда студента спросили, он ответил хорошо.

If used this method will help us to increase the output. — Если этот способ будет применён, он поможет нам повысить выпуск продукции.

3. Причастия также могут быть частью сказуемого. Participle I образует времена группы *Continuous*.

Например:

He has been translating this article since 12 o'clock. — Он переводит статью с 12 часов.

Participle II **образует:**

конструкции пассивного залога
времени группы Perfect.

Например:

The problem is being solved. — Проблема решается.

A group of engineers has designed a new device. — Группа инженеров сконструировала новый прибор.

Participle I и Participle II в функции части сказуемого переводятся глаголом в личной форме.

Сложные формы. К сложным формам Participle I относятся формы типа: ***being used, having used, having been used.***

1. Форма типа *being used* показывает, что действие, выраженное причастием, происходит одновременно с действием, выраженным глаголом в личной форме; формы типа *having used, having been used* показывают, что действие, выраженное причастием, предшествует действию, выраженному глаголом-сказуемым.

Например:

The devices being used in our work are up-to-date. — Приборы, применяемые в нашей работе, современны.

Having finished his experiments he compared the results. — Закончив свои эксперименты, он сравнил результаты.

2. Перевод сложных форм причастия зависит от выполняемой ими функции.

В функции определения причастие переводится ***причастием настоящего времени страдательного залога*** или ***определятельным придаточным предложением:***

The method being used by this engineer is very effective. — Метод, используемый этим инженером, очень эффективен.

В функции обстоятельства причастие обычно переводится обстоятельственным придаточным предложением или деепричастием совершенного вида.

Having finished the series of experiments they published the results. — Закончив серию экспериментов, они опубликовали результаты.

Having been translated into many languages the book became very popular. — После того, как книга была переведена на многие языки, она стала очень популярной.

Причастные обороты. Независимый причастный оборот

В английском языке различают зависимые и независимые причастные обороты. Зависимый причастный оборот не имеет своего действующего лица (подлежащего) и эквивалентен русскому определительному или обстоятельству придаточному предложению.

Например: *The engineer testing the engine is a good specialist.* — Инженер, испытывающий двигатель, хороший специалист.

В независимых причастных оборотах имеется собственное, не зависимое от главного предложения подлежащее.

Независимый причастный оборот, в отличие от зависимого, *отделяется запятой*. Перевод независимого причастного оборота зависит от его места по отношению к главному предложению:

если независимый причастный оборот предшествует главному предложению, следует переводить его обстоятельственным придаточным предложением с одним из подчинительных слов: так как; поскольку; когда; после того, как; если.

если независимый причастный оборот находится после главного предложения, следует использовать при переводе союзы: а; и; но, или слова причём; при этом.

Steel being a very strong material, we find wide application of it in engineering. — Так как сталь является очень прочным материалом, она находит широкое применение в технике.

In highly developed countries 9 out of 10 robots are produced in Japan, half of them being made by robots themselves. — В высокоразвитых странах каждые 9 из 10 роботов производятся в Японии, причём половина из них изготавливается самими роботами.

Задание. Переведите следующие предложения.

1. All electrical conductors dissipate heat when carrying current.
2. The substance affecting a magnetic field was metallic.
3. The techniques applied increased the rate of production.
4. The device tested demonstrated good performance.
5. The experiment having been finished, the scientist published the results.
6. The temperature of the liquid obtained remained constant.
7. The energy sources of the world decreasing, the scientists have to look for new sources of energy.
8. The results being really important in the business world, it is necessary to establish realistic goals.
9. Molecules are constantly in rapid motion, the motion becoming more rapid with an increase of temperature.

10. Having brought the dictionaries from the library the student began to translate the article.

Герундий — неличная форма глагола, обладающая одновременно свойствами существительного и глагола. Герундий выражает процесс, действие. Герундий образуется от глагольной основы при помощи суффикса *-ing* (*write — writing*)

Формы герундия

	Active Voice	Passive Voice
Indefinite Gerund	writing	being written
Perfect Gerund	having written	having been written

Indefinite Gerund выражает действие, одновременное с действием глагола-сказуемого, или действие, относящееся к будущему.

She disliked being interrupted. — Она не любит, когда её прерывают.

Perfect Gerund выражает действие, предшествующее действию глагола-сказуемого.

I don't remember having read this book. — Я не помню, чтобы я читала эту книгу раньше.

Характерным **признаком** герундия является наличие перед ним: *предлога; притяжательного местоимения; существительного в притяжательном или общем падеже.*

Функции герундия

В предложении герундий может выступать как подлежащее, часть сказуемого, дополнение, определение, обстоятельство.

Подлежащее : переводится **существительным** или **неопределённой формой глагола**.

Studying is the way to knowledge. — Учёба – это путь к знанию.

Часть сказуемого:

а) именная часть сказуемого; переводится **существительным** или **неопределённой формой глагола**.

The only way to know the distance is measuring it. — Единственный способ определить расстояние – это измерить его.

б) часть глагольного сказуемого; переводится **неопределённой формой глагола**.

They began building houses. — Они начали строить дома.

Дополнение переводится **существительным, неопределённой формой глагола** или дополнительным **придаточным предложением**.

He likes reading. — Он любит читать.

Thank you for having come. — Благодарю Вас за то, что Вы пришли.

Определение:

а) предшествующее; переводится **прилагательным** или **существительным**.

boiling point – точка кипения;

б) последующее; переводится существительным.

There are different ways of obtaining this substance. — Существуют различные способы получения этого вещества.

Обстоятельство (с предлогом – *in, on, upon, before, after, by, without*, etc.); переводится:

а) **деепричастием**; б) **существительным с предлогом**; в) **придаточным предложением**.

After having obtained good results they stopped experiments. — Получив хорошие результаты, они прекратили эксперименты. // После получения хороших результатов они прекратили эксперименты.

Герундиальный оборот. Притяжательное местоимение или существительное в притяжательном или общем падеже, стоящие перед герундием, образуют вместе с герундием герундиальный оборот. Герундиальный оборот переводится придаточным предложением, вводимом союзом «то, что». Существительное (или местоимение), стоящее перед герундием, становится в русском предложении подлежащим, а герундий – сказуемым.

Например:

I heard of our head engineer's being sent abroad. — Я слышал о том, что нашего главного инженера посылают за границу.

! Герундий отличается от причастия настоящего времени (Participle I):

а) по функции в предложении;

б) по наличию предлога;

в) по наличию притяжательного местоимения или существительного в притяжательном или общем падеже.

Сравнение герундия и причастия:

а) герундий может быть любым членом предложения; причастие – только определением, обстоятельством или частью сказуемого.

! Если предложение начинается словом с окончанием –ing, то это слово является герундием в функции подлежащего, если за ним следует глагол-сказуемое; или оно является причастием в функции обстоятельства, если за ним следует подлежащее.

Герундий перед глаголом-сказуемым	Причастие I перед подлежащим
Testing the motor is necessary. Испытать мотор необходимо.	Testing the motor he saw many defects. Испытывая мотор, он обнаружил много недостатков.

б) перед герундием в функции определения или обстоятельства, как правило, стоит предлог; перед причастием в функции обстоятельства могут стоять союзы «*when*» или «*while*».

Герундий в функции обстоятельства	Причастие I
After testing the motor they put down the results. После испытания двигателя они записали результаты.	While testing the motor they put down the results. Испытывая двигатель, они записывали результаты.
в функции определения	
There are several ways of producing electricity. Имеется несколько способов производства электричества.	The plant producing electricity is very powerful. Эта станция, вырабатывающая электричество, очень мощная.

в) перед герундием может стоять притяжательное местоимение или существительное.

The professor approved of my solving the problem. — Профессор одобрил моё решение задачи.

We know of copper being the best conductor. — Мы знаем, что медь – лучший проводник.

Задание. *Переведите следующие предложения.*

1. Science requires experimenting.
2. Most plastic resins are not capable of handling the loads of structural applications.
3. Studying nature without making observation is useless.
4. Computers are widely used for controlling industrial processes.
5. A barometer is an instrument for measuring the pressure of the atmosphere.
6. Heating the gas increases the speed of molecules.
7. Everybody hates being interrupted.
8. In rotating the magnet, we also rotate its magnetic field.
9. He doesn't like being treated like this.
10. The computer will assist the process planner in preparing the process plans, time studies and cost estimates.

Усилительная конструкция *it is ... that*

Иногда в предложение вносятся служебные слова для того, чтобы усилить тот или иной член предложения. Эту функцию может выполнять усилительная конструкция *it is... that*.

Эта усилительная конструкция служит для выделения любого члена предложения (кроме сказуемого). Два дополнительных элемента *it is* и *that* как бы обрамляют выделяемое слово (её иногда называют "рамочной" конструкцией). Рассмотрим предложение, в котором при помощи этой конструкции можно выделить все его члены (кроме сказуемого):

My brother translated this article yesterday.

Сравните:

It was my brother that translated this article yesterday — Именно мой брат...

It was this article that my brother translated yesterday — Статью, а не что-то другое...

It was yesterday that my brother translated this article — Именно вчера...

В такой конструкции (вместо *that*) могут использоваться слова *which*, *who*, *when*, например:

It was he who helped me. — Именно он помог мне.

Следует также помнить, что первый элемент этой конструкции — *it is* — стоит в начале предложения, а второй — *that*, *who*, *which*, *when* - может находиться далеко от первого (если выделяемый член предложения имеет определения, иногда даже выраженные придаточными предложениями), что затрудняет обнаружение конструкции. Глагол *to be* в этой конструкции может иметь разные формы времени.

Можно предложить два способа перевода предложений с такой конструкцией:

а) найдя второй элемент (*that*, *which*, *who*, *when*), всю конструкцию (все три служебных слова) заменить словами типа именно, только, это, как раз и продолжать перевод, сохраняя порядок слов английского предложения, например:

It was he who informed us about the results of their work. - Это он сообщил нам о результатах их работы.

Иногда в самом английском предложении кроме усилительной конструкции даётся усиливающее слово, что при переводе избавляет от поиска подходящего слова, например:

It is precisely this method that he followed. - Как раз этот метод он и использовал.

It was not only this value that counted. - Не только эта величина имела значение.

б) выделяемое слово или группа слов выносятся в конец предложения (без использования дополнительных лексических элементов), так как в русском предложении смысловая нагрузка падает на конец предложения, например:

It was Prof. N., who was elected chairman of the session. — Председателем собрания был избран профессор Н.

Следует помнить, что структура *it is... that* представляет собой усилительную конструкцию только в том случае, если между этими двумя элементами имеется имя существительное или местоимение. Если же между ними стоит прилагательное, то это безличная конструкция с формальным подлежащим *it*, сравните:

It is this question that we are interested in. — Именно этот вопрос интересует нас. (усилительная конструкция)

Но: *It is possible that the problem will be solved* - Возможно, что эта проблема будет решена. (безличная конструкция).

В предложении, имеющем в своем составе конструкцию *it is... that*, слово *that* может использоваться и в других функциях. Поэтому очень важно определить, которое из всех имеющихся в предложении *that* (не обязательно первое!) является вторым элементом усилительной конструкции. Например:

It is a word that has been said that sounds. — Только то слово, которое было сказано, звучит.

В этом примере первое *that* вводит определительное придаточное предложение к слову *a word*, и только второе является вторым элементом усилительной конструкции.

Употребление *used to* и *would* для выражения повторяющихся действий в прошлом

Чтобы описать повторявшиеся в прошлом действия, мы можем использовать Past Simple. Однако, существуют ещё две конструкции, позволяющие сделать то же самое. Это *used to* и *would*. Например:

When he was a child he played football. — Ясно, что это не единичный случай, и он ребёнком часто играл в футбол.

Существует еще две конструкции, часто встречающиеся в английском языке, которые позволяют выразить то же самое — *used to* и *would*.

When he was a child he used to play football.

Использование *used to* позволяет выразить повторяемость событий в прошлом, и, кроме того, подчёркивает, что сейчас эти события уже не происходят. То есть сейчас человек в футбол не играет. С технической точки зрения, это обычный Past Simple. То есть, по аналогии с обычным

Past Simple мы можем образовать вопросительные и отрицательные предложения.

Например:

He used to play football.

Did he use to play football?

He didn't use to play football.

When he was a child he would play football.

Ситуацию лучше всего передает такой перевод: когда он был ребенком, он, **бывало**, играл в футбол. Эта конструкция тоже передает повторяемость событий, то есть её нельзя применить в случае однократного события. При этом *would* - обычный вспомогательный глагол, то есть вопросы и отрицания образуются следующим образом:

He would play football.

Would he play football?

He wouldn't play football.

Стилистические особенности речи

Стиль речи — это сочетание двух факторов: «что говорится» и «как говорится», т.е. это целенаправленная совокупность языковых средств. Под стилем языка понимается языковая подсистема со своеобразным словарем, фразеологическими сочетаниями, оборотами и конструкциями.

Газетно-журнальный текст. Основная цель — сообщить новые сведения. Разновидностей таких текстов много: краткие информационные сообщения (заметки), тематические статьи, объявления, интервью. Другим распространенным видом газетно-журнального текста является эссе, где основную роль играют не сами сведения, а суждения о них и форма их подачи.

При переводе газетно-журнального текста необходимо помнить:

- 1) числовые данные, имена собственные, названия фирм, организаций и учреждений передаются однозначными эквивалентами;
- 2) клише и фразеологизмы – перевод аналогами или вариантными соответствиями;
- 3) цитаты – перевод с помощью вариантных соответствий или трансформаций, при необходимости с комментированием;
- 4) неологизмы – перевод с помощью транскрибирования, транслитерации, калькирования или описательного перевода;
- 5) контраст коротких и длинных предложений – перевод с помощью функционально подобных структур;
- 6) ирония – передается по принципу контраста функционально подобных средств.

Рекламный текст. При переводе рекламного текста необходимо помнить:

Приоритетное положение в рекламных текстах занимает лексика, передающая значимую информацию. Далее обратить внимание следует на дополнительные средства выделения значимых компонентов:

1) эмоционально-оценочная лексика передается вариантными соответствиями;

2) средства выражения гиперболы положительной оценки: превосходная степень прилагательных и наречий, наречия и частицы с функцией усилителей, морфемы с семантикой усиления качества, оценочные высказывания с просторечной окраской, лексика, близкая к высокому стилю, количественные гиперболы разговорной речи - передаются соответствующими грамматическими и лексическими вариантными соответствиями;

3) модные слова и неологизмы - перевод с помощью транскрибирования, транслитерации, калькирования или описательного перевода;

4) иностранные слова – часто переносятся в текст без изменений;

5) диалектные слова и обороты - компенсируются просторечием или нейтрализуются;

6) специфика синтаксиса: инверсия, незаконченные предложения, риторические вопросы и восклицания - передаются грамматическими соответствиями;

7) повторы всех уровней: фонетический, морфемный, лексический, синтаксический - передаются всегда с сохранением принципа повтора, но при невозможности сохранить соответствующую фонему или соответствующее значение лексемы они заменяются на другие; если нет возможности сохранить количество компонентов повтора, число их уменьшают.

Деловое письмо. При переводе делового письма необходимо помнить:

Главное при переводе текста делового письма правильно использовать языковые средства, характерные для официального стиля: формулы вежливости, термины, цифры, сокращения, имена собственные, титулы, звания, должности.

Научно-технический стиль. Научно-технический стиль ориентирован на группового, а не на индивидуального адресата. Основные качества этого стиля — объективность, логичность, доступность, обобщенность, отвлечённый характер.

В основе стиля современной английской научной и технической литературы лежат нормы английского письменного языка с определёнными специфическими характеристиками, а именно:

1. *Лексика.* Употребляется большое количество специальных терминов. Слова отбираются с большой тщательностью для максимально точной передачи мысли.

Большое значение имеют служебные слова (предлоги и союзы). Формальные средства связанности текста — это соединительные слова (указательные местоимения *this, that* и местоимение *such*, союзы и т.п. типа *итак, ибо, тем самым, кроме того, впрочем, далее* и многие другие), которые поддерживают логичность текста.

Конструктивная связанность научного текста и её линейный характер достигаются посредством постоянного использования в начале предложений целого ряда наречий: *thus, now, again, also, yet, still, meanwhile, besides, however, first, second, finally, consequently, further, in fact* и т.д. Обычно они стоят в начале предложения и очень часто отделяются от него запятой. Эти слова не являются членами предложения и не выполняют функцию союзов. Они используются не для грамматической связи, а для конструктивной связи текста, соединяют куски текста в одно стройное целое.

В научном тексте часто используются разного рода сокращения: специальные (IEC – МЭК, ISO – ИСО) и общеязыковые (*i.e. – т.е.*). Большинству терминологических сокращений дается соответствие в словарях.

2. *Грамматика.* Используются только твёрдо установившиеся в письменной речи грамматические нормы. Широко распространены пассивные, безличные и неопределённо-личные конструкции. Большой частью употребляются сложносочинённые и сложноподчинённые предложения, в которых преобладают существительные, прилагательные и неличные формы глагола.

Changes in voltages and currents on a power system are sensed by protective relays. — Изменения в напряжении и токе в энергосистеме обнаруживаются защитными реле.

Модальные глаголы в научных и технических текстах часто употребляются без отчётливой дифференциации их значений. Например, глаголы *must, should, ought* употребляются с общим значением целесообразности совершения действия, а глаголы *can, may* — с общим значением выполнимости действия.

Flat-plate collectors may be used for water heating and most space-heating applications. — Плоские коллекторы могут использоваться для нагрева воды и отопительных установок зданий.

Способ изложения материала. Основная задача научной и технической литературы — предельно ясно и точно довести определённую информацию до читателей. Это достигается логически обоснованным

изложением фактического материала без применения эмоционально окрашенных слов, выражений и грамматических конструкций. Такой способ изложения можно назвать формально-логическим. Научным и техническим текстам свойственен нейтральный способ изложения фактов. Данной литературе присуще формальное, почти математически строгое, точное и чёткое изложение, описание и объяснение фактов. Автор стремится исключить возможность произвольного толкования существа предмета. Поэтому в научной и технической литературе почти не используются такие выразительные средства, как метафора, метонимия и т. п., и изложение носит несколько суховатый, формальный характер. В данном случае формально-логический стиль наиболее полно и эффективно обеспечивает читателя информацией.

Дополнительным средством логической организации научного текста являются графические средства, прежде всего - шрифтовые. Величина и жирность шрифта в заголовках и подзаголовках, разрядка, курсив – компрессивные средства выделения значимой и подчинённой информации. При оформлении перевода нужно сигнализировать о характере выделения информации своими средствами.

В письменно-монологической форме существуют следующие типы текста: собственно-научный, научно-реферативный, научно-справочный, учебно-научный, научно-методический. Они определяют дифференциацию научно-технического функционального стиля. Основу такой дифференциации составляет степень обобщения научных сведений.

Рассмотрение вопросов перевода научной и технической литературы с языковедческих позиций часто вызывает возражения со стороны специалистов разных областей науки и техники, среди которых широко распространено мнение, что для перевода достаточно иметь элементарные знания иностранного языка, важно лишь хорошо владеть соответствующей специальностью. Тем не менее, не вызывает сомнения необходимость глубокого изучения теории и практики перевода научной и технической литературы. Однако и в данном случае все вопросы перевода нельзя объяснить непосредственно лингвистическим путем, их надо решать в сотрудничестве со специалистами данной отрасли науки и техники. Поэтому, перевод научной и технической литературы надо рассматривать как с языковедческих, так и со специально научных и технических позиций.

Аббревиатуры

Аббревиатура – сокращение, которое произносится по буквам: РС – personal computer (персональный компьютер).

Примеры общеупотребительных аббревиатур.

- Страны: CIS – СНГ, EU (European Union) – ЕС.

- Международные организации: UN или UNO – ООН, UNSC – Совет Безопасности ООН, OSCE – ОБСЕ, WHO – Всемирная организация здравоохранения, IMF – МВФ, WTO – ВТО, ISO – ИСО, UNESCO – ЮНЕСКО.

Экономика: VAT (value-added tax) – НДС, GNP (gross national product) – ВВП (валовой национальный продукт), GDP (gross domestic product) – ВВП (валовой внутренний продукт), Fed (Federal Reserve Bank) – федеральный резервный банк.

- Названия валют: USD – доллар США, Eu – евро.
- Медицина: HIV (human immunodeficiency virus) – ВИЧ, AIDS (Acquired Immuno-Deficiency Syndrome) – СПИД.
- Военное дело: POW (prisoner-of-war) – военнопленный; MIA (missing in action) – пропавший без вести; HQ (Headquarters) – штаб-квартира; MP (Military Police) – военная полиция.
- Крупные фирмы: GM (General Motors), IBM (International Business Machines), BBC (British Broadcasting Corporation), CNN (Cable News Network) и др.
- Исторические события: WWI (Первая мировая война), WWII (Вторая мировая война), CW (Холодная война).

Иногда аббревиатуру легко распознать (написана прописными буквами) и легко перевести, если сокращения слов произошли по первым буквам слов.

CEO (Chief Executive Officer) – генеральный директор; президент;
COO (Chief Operating Officer) – руководитель текущей деятельности компании;

CFO (Chief Financial Officer) – главный финансовый директор.

Для сокращений часто используются согласные (первая и последняя, или первая, срединная и последняя) для краткости записи слова: *ctr* (centre); *fwd* (forward); *ppd* (prepaid).

Особенно часто сокращения используются в деловой переписке, они имеют постоянное фиксированное значение, не обладающее многозначностью.

c.c. (carbon copy) – копия;

p.p. (per pro) – по доверенности (когда подпись ставится вместо кого-то);

enc/encl (enclosed) – вложенный, приложенный;

Ltd (limited liability) – с ограниченной ответственностью;

Inc. (Incorporated) – зарегистрированный как корпорация;

Co (company) – компания;

JV (joint venture) – совместное предприятие;

C.O.D. (cash on delivery) – оплата при доставке;
 CIF (cost, insurance, freight) – сиф; стоимость, страхование и фрахт;
 D/P (documents against payment) – документы против платежа;
 l/c (letter of credit) – аккредитив;
 B/L (bill of lading) – транспортная накладная, коносамент.

Основные лексические различия британского и американского вариантов английского языка

Приведем сводную таблицу некоторых различий в лексиконе этих вариантов языков (источник - Евдокимов М. С., Шлеев Г. М. Краткий справочник американо-британских соответствий).

Лексические различия между американским и британским разновидностями английского языка

American variant		British variant
1st floor	первый этаж	ground floor
2d floor	второй этаж	1st floor
Administration	правительство	government
Apartment	квартира	flat
Appetizer	закуска	starter
Assignment	домашнее задание	homework
Auditorium	актовый зал	assembly hall
Baggage	багаж	luggage
Basement	подвал	cellar
Bill	банкнота	bank note
Billion	миллиард	milliard
Can	консервная банка	tin
Checkers	шашки	draughts
Class	курс обучения	course
Closet	гардероб	wardrobe
Cookie	печенье	biscuit
Corn	кукуруза	maize
Couch	диван	sofa
Druggist	аптекарь	chemist
Elevator	лифт	lift
Eraser	ластик	rubber
Fall	осень	autumn

Fix	ремонтировать	repair
Freeway	шоссе	motorway
Game	матч	match
Gasoline	бензин	petrol
Grade	отметка	mark
Insure	гарантировать	ensure
Intersection, junction	перекресток	cross-roads
Kerosene	керосин	paraffin
Last name	фамилия	surname
Line	очередь	queue
Loan	давать займы	lend
Located	расположенный	situated
Magician	фокусник	conjurer
Mail	почта	post
Metro/subway	метро	tube/underground
Movies	кинотеатр	cinema
Napkin	салфетка	serviette
Oatmeal	овсяная каша	porridge
Package	пакет, посылка	parcel
Pantry	кладовая	larder
Pants	брюки	trousers
Pavement	мостовая	road
Pool	бильярд	billiards
President	председатель	chairman
Quiz	контрольная, тест	test, exam
Raisin	изюм	sultana
Reserve	заказать	book
Schedule	расписание	timetable
Sewer/soil pipe	сточная труба	drain
Shop	магазин	store
Shorts	шорты	briefs
Shot	инъекция	jab
Sidewalk	тротуар	pavement
Soccer	футбол	football

Streetcar	трамвай	tram
Tag	этикетка	label
Taxes	налоги	rates
Term paper	курсовая работа	essay/project
Truck	грузовик	lorry
Two weeks	две недели	fortnight
Underpass	подземный переход	subway
Vacation	каникулы	holiday
Vacuum cleaner	пылесос	hoover
Wharf	причал	quay
Wire	телеграмма	telegram
Wrench	гаечный ключ	spanner
Zee	буква Z	zed
Zip code	почтовый индекс	postal code

Также стоит обратить внимание на разницу в написании многих слов в США и в Британии.

Например:

American variant	British variant
apologize	apologise
center	centre
defense	defence
honor	honour
jail	gaol
plow	plough
thru	through
traveler	traveller

Грамматические различия между американским и британским вариантами английского языка. Существует определённая разница в употреблении времен глагола. Так, вместо Present Perfect американец может использовать Past Simple.

Past participle глагола *got* звучит как *gotten*.

Вместо вспомогательного глагола *shall* в Америке используют *will*, который, в свою очередь, вытесняется формой *gonna* – разговорный вариант *going to*. Это является общей тенденцией английского языка.

Также в американском разговорном варианте английского языка ярко выражена такая тенденция английского глагола *to do*, как постепенное

вытеснение формы третьего лица *does* формой первого и второго лица *do*. Это относится и к отрицательной форме этого глагола.

В американском варианте языка не используется *should* после глаголов *demand, insist, require* и др. подобных, например: «*I demanded that he apologize*» вместо «*I demanded that he should apologise*» в британском варианте.

Многие неправильные глаголы (например, *to burn, to spoil*) в американском варианте языка являются правильными.

По-разному употребляются артикли. Например, «*to/in THE hospital*» в американском варианте, в то время как в британском «*to/in hospital*» без артикля.

Часто в одном и том же выражении вместо одного предлога используется другой, например, «*on the weekend/on weekend*» вместо «*at the weekend/at weekend*» в британском варианте; «*on a street*» вместо «*in a street*».

Многие устойчивые выражения в американском варианте языка получают изменение. Например, в американском варианте «*take a shower/a bath*» вместо «*have a shower/a bath*». Вместо «*needn't*» используется сложная форма «*don't need to*».

Внутривузовское издание

Подписано в печать 01.12. 2017. Гарнитура Таймс

Формат 60×90/16 Бумага офсетная

Объем 6,8 усл. печ. л

Тираж 25 экз. Заказ № 157 Продаже не подлежит

Отпечатано в УПП «Репрография» МИИГАиК