

Einige Ergebnisse des Fluges der sowjetischen Erdsatelliten

von Professor W. Schtscheglow
 Korrespondierendes Mitglied der Akademie
 der Wissenschaften der Usbekischen Sowjet-
 republik und Direktor des Taschkenter
 Astronomischen Observatoriums.

Der erste künstliche Erdtrabant existierte 92 Tage und umflog die Erde an die 1400 mal. Lebensfähiger erwies sich der zweite Sputnik: in 161 Tagen, vom Start bis zum 14. April, vollbrachte er an die 2370 Umflüge. Dabei legte er eine wahrhaft astronomische Entfernung zurück, die hundert Millionen Kilometer übertrifft: das sind zwei Drittel der Entfernung bis zur Sonne.

Der zweite künstliche Erdtrabant bewegte sich zu Beginn seiner Existenz auf einer ellipsenförmigen Flugbahn, deren höchster Punkt über der Erde, das sogenannte Apogäum, sich in einer Höhe von 1900 Kilometern befand, und der niedrigste Punkt in einer Höhe von 225 Kilometern. In der Zeit eines Umluges um die Erde, d. h. in einer Stunde und 44 Minuten, verlief sein Weg unter den verschiedensten Bedingungen.

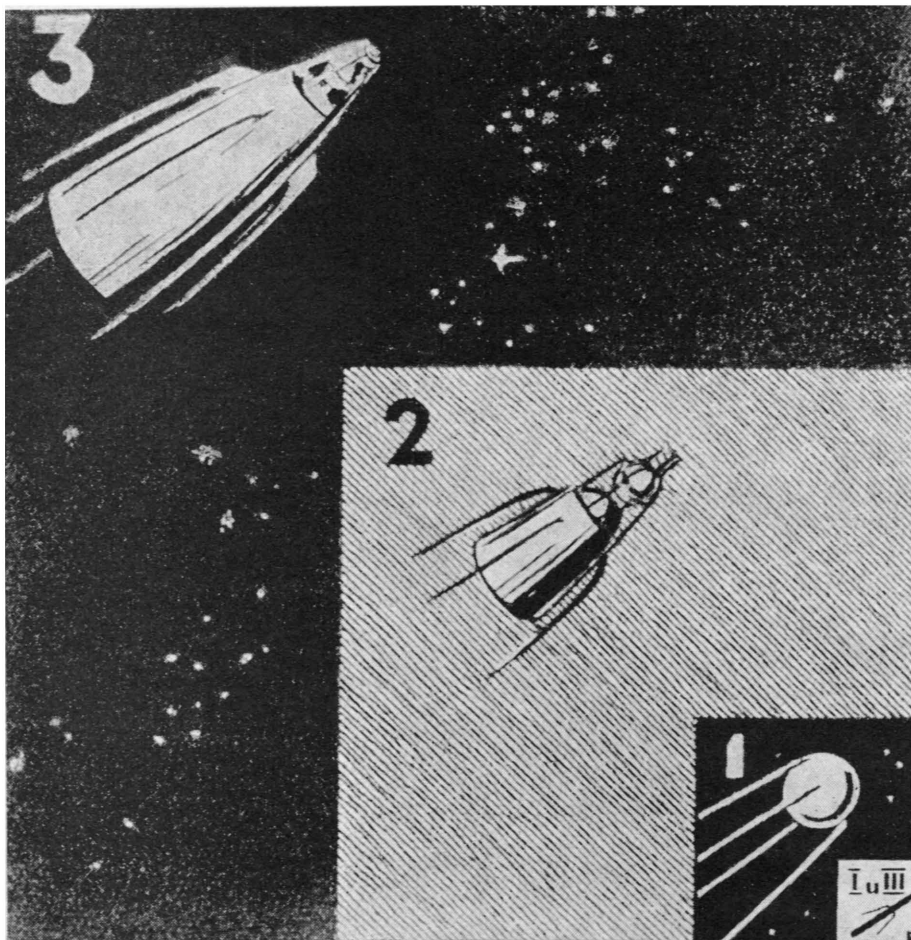
Die erhaltenen und bearbeiteten Angaben ergaben wertvolles Material über die Verteilung der kosmischen Strahlen, über die Breite, Länge und Höhe. Insbesondere wurde festgestellt, daß die Veränderlichkeit der Intensität der kosmischen Strahlen um den sich fortbewegenden Trabanten herum von der unterschiedlich ist, die von den Erdstationen aus registriert wird. Anscheinend werden die auf der Sonne entstehenden kosmischen Strahlen mit geringer Energie in bedeutendem Maße von der Erdatmosphäre absorbiert. Sehr wichtig sind die Angaben über den Zustand des lebenden Organismus unter den Bedingungen des fliegenden Satelliten.

Es stellte sich heraus, daß unmittelbar nach dem Start der Rakete die Herzmuskeln des Hundes fast drei-

mal schneller als gewöhnlich zu arbeiten begannen. Später normalisierte sich die Herzstätigkeit wieder weitgehend. Auch die Atmung veränderte sich — der Atem ging erst schneller und dann wieder langsamer. Im allgemeinen überstand das Tier den Flug vom Start bis zum Einschwenken auf die Flugbahn zufriedenstellend. Es ist bekannt, daß sich der Hund während der Fortbewegung auf der Flugbahn im schwerelosen Zustand befand. Dennoch traten keinerlei wesentliche Veränderungen in der Funktion des Organismus ein. Diese Angaben sind für die zukünftigen Weltraumflieger, die kosmische Flüge unternehmen werden, sehr vielversprechend. Natürlich genügen die ersten Versuche nicht, und es ist eine weitere, tiefeschürfende Arbeit auf diesem Gebiet notwendig.

Will man berechnen, wie die Trabanten von den verschiedenen Stellen des Erdballs zu sehen sein werden, so ist es notwendig, aufs genaueste ihren Flug zu verfolgen. Diese Arbeit wurde seit dem Augenblick des Starts des ersten Satelliten von Beobachtungsstationen durchgeführt, die speziell vom Astronomischen Rat der Akademie der Wissenschaften der UdSSR errichtet wurden. Auf dem Territorium der UdSSR befinden sich siebenzig solcher Stationen. Die Beobachtungen erfolgten mit Hilfe von optischen Rohren mit einem Gesichtsfeld von ungefähr 8 Grad. Die Spur des Trabanten ist durch diese Rohre am Hintergrund der Sterne zu sehen, nach denen seine Koordinaten bestimmt werden. Die Zeit der Beobachtungen wird durch Funkzeitsignale fixiert. Sie genügen vollauf zur Berechnung der Sicht der Trabanten, sind aber nicht genügend genau für andere Zwecke, wie z. B. für das Studium der Dichte der Sphäre, in der sich der Trabant fortbewegt und der Verteilung der Massen in der Erde. Dazu erfolgten besondere photographische Beobachtungen der Trabanten mit Spezial-Kameras.

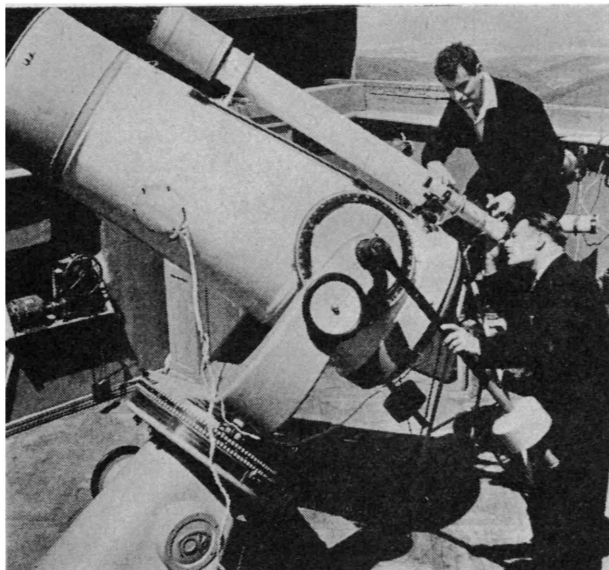
Vom 10.—12. April fand in Moskau im Staatlichen Astronomischen Sternberg-Institut eine Unions-Beratung über Fragen der photographischen Beobachtungen der künstlichen Trabanten statt, die vom Astronomischen Rat einberufen wurde. Die Tagung zog Wissenschaftler aus allen Teilen der Sowjetunion an und zeigte die große Arbeit, die von den verschiedensten Institutionen auf dem Gebiet der Vervollkommnung der Instrumente und der Methoden der Beobachtung geleistet wird.



Zu interessanten Ergebnissen führt die Gegenüberstellung der sowjetischen und amerikanischen künstlichen Erdsatelliten vom Standpunkte der Energie aus, die beide haben, nachdem sie auf die Flugbahn gebracht sind. (Die Energie, die nötig ist, um den Erdsatelliten zu starten, ist viel größer als die Energie des Erdsatelliten auf der Flugbahn.)

Wenn wir die volle mechanische Energie des ersten sowjetischen Erdsatelliten mit 100 Punkten qualifizieren, dann beträgt die Energie des Sputniks II = 663 Punkte und des Sputniks III = 1671 Punkte. Die mechanische Energie des Explorer I und III beträgt insgesamt 18,2 Punkte, des Vanguard = nur 2,1 Punkte. Die Energie des Sputnik I entspricht der von 10 Eisenbahnzügen mit je 1150 Tonnen Gewicht, die sich mit einer Geschwindigkeit von 80 km/st bewegen.

Obenstehendes Diagramm zeigt das Verhältnis der Energie der verschiedenen sowjetischen und amerikanischen Erdsatelliten. Ganz unten rechts: Explorer I u. III und Vanguard, darüber Sputnik I-III.



Mitarbeiter des Astrophysischen Institutes in Alma-Ata (Kasachstan) am 500mm Teleskop, womit der Sputnik III beobachtet wird



Mitglieder eines Radioklubs in Alma-Ata empfangen mit ihren Geräten die Funksignale des dritten sowjetischen Erdsatelliten

Es wurde festgestellt, daß sich die Fläche der Trabantenflugbahn langsam im Raume vom Osten nach dem Westen verschob, daß ihr Apogäum (höchster Punkt) ebenfalls langsam über die Flugbahn glitt und daß die ganze Flugbahn ihre Form verändert, wobei sie bestrebt ist, sich aus einer ellipsenförmigen in eine kreisförmige zu verwandeln. Sehr wichtig waren in wissenschaftlicher Hinsicht die Beobachtungen des Trabanten während seiner letzten Umlüge, als er sich bereits der Erde näherte und in die dichten Schichten der Atmosphäre eingedrungen war. Er leuchtete dabei immer heller und zerfiel schließlich in einzelne Teile, ähnlich einem Meteoriten.

Wie groß die Bedeutung der künstlichen Trabanten für die Lösung wissenschaftlicher Probleme auch sein mag — die ganze Bedeutung ihres Startes ist damit bei weitem noch nicht erschöpft. Die Sache ist die: Wenn man einem Körper eine Geschwindigkeit von 11,2 Kilometern in der Sekunde verleiht, so wird ein solcher Körper aus der Sphäre der Anziehungskraft der Erde herauskommen und in den Weltraum in einer von dem Menschen vorgezeichneten Richtung fliegen. Somit würde sich ein „Sputnik“, dessen Geschwindigkeit um 40 Prozent erhöht werden würde, in eine kosmische Rakete verwandeln. Betrachtet man das Entwicklungstempo der modernen Wissenschaft, dann weiß man, daß eine solche Geschwindigkeit in naher Zukunft erreicht werden wird.

Das ist es, warum der Start der künstlichen Trabanten als Beginn einer neuen Ära, einer Ära der Bezwingung des interplanetarischen Raumes, bezeichnet wird. Die unmittelbare Erforschung der uns am nächsten liegenden Himmelskörper — des Mondes, der Venus und des Mars — wird unsere Kenntnisse unermesslich bereichern und die Voraussetzungen für die weitere Bezwingung der Natur, durch den Menschen schaffen.

Wie eine Rakete auf die Flugbahn gelangt

Einem unkundigen Menschen fällt es schwer, sich auch nur vorzustellen, welche Schwierigkeiten man überwinden mußte, bevor in den Zeitungen die Mitteilung erschien, daß jeder künstliche Erdsatellit die aufgegebenen Flugbahn erreicht hat. Bevor die Raketen aufsteigen und den Trabanten die erforderliche Geschwindigkeit verleihen konnten, mußten hochleistungsfähige Motoren, hitzebeständige Werkstoffe geschaffen und viele andere Aufgaben gelöst werden.

Zu den wichtigsten dieser Aufgaben gehört die Fernsteuerung des Raketenfluges.

Die ersten durch Funk gesteuerten Raketen tauchten erst vor kurzem auf — in den Jahren des zweiten Weltkrieges. Derartigen Raketen werden alle erforderlichen Angaben über das Ziel, den Flug der Rakete und die notwendigen Manöver durch Funk übermittelt. Diese Daten weisen der Rakete ununterbrochen den richtigen Weg, und in Übereinstimmung damit ändert die Rakete ihre Flugrichtung.

Bei einem derartigen Steuerungssystem, das als Beobachtungssteuerung bezeichnet wird, brauchen an Bord der Rakete nicht sehr viele Geräte vorhanden zu sein, da die Hauptaufgabe — die Umrechnung der Daten und ihre Weiterleitung — außerhalb der Rakete gelöst wird. Es gibt sowohl optische als auch Radar-Beobachtungssysteme. Dieses Steuerungs-

verfahren ist ziemlich einfach, die Rakete bleibt jedoch in diesem Fall an die Stelle gebunden, von der sie alle Befehle erhält.

Wenn es jedoch erforderlich ist, die Rakete auf eine Entfernung von mehreren tausenden Kilometern zu entsenden, dann ist dieses Verfahren schon allein deshalb unbrauchbar, weil die Kugelgestalt der Erde es unserem „Funksteuermann“ nicht gestatten würde, die Rakete auf der ganzen Flugstrecke „zu sehen“. In diesem Fall werden andere, kompliziertere Systeme verwendet. Bei einem dieser Systeme wird zum Beispiel zur Kontrolle des Raketenfluges das Gravitationsfeld der Erde benutzt. Bekanntlich ist die Richtung der Gravitation, der Anziehungskraft also, in jedem einzelnen Punkt der Erdoberfläche verschieden und nur annähernd auf das Zentrum unseres Planeten gerichtet. Deshalb kann ein Gerät, welches nach der Richtung der Gravitation orientiert wird, auch für die Ortung der Rakete verwendet werden. Dieses Steuerungssystem ist jedoch verhältnismäßig ungenau, denn es ist sehr schwer, Geräte zu schaffen, die im Inneren der Rakete während der ganzen Flugzeit eine stabile Lage erhalten würden. Aber nur davon ausgehend kann man die Änderungen in der Richtung der Schwerkraft und folglich auch die Änderung der Raketenlage berechnen.

(Fortsetzung nächste Seite)



Zu Beginn dieses Jahrhunderts war in der Zeitschrift „Wissenschaftliche Rundschau“ Nr. 5 des Jahres 1903 ein Artikel veröffentlicht unter der Überschrift „Erforschung des Weltraums mit Hilfe von Düsengeräten“. Der junge Mathematiklehrer aus der Provinzstadt Kaluga, Konstantin Ziolkowski, bewies darin zum erstenmal in der Welt, daß eine Rakete eine beliebige Geschwindigkeit erreichen kann, wenn der Brennstoff dazu vorhanden ist. Die von ihm angeführte Gleichung der Bewegung einer Rakete zeigt, daß die maximale Geschwindigkeit einer Rakete im luftleeren Raum und außerhalb der Anziehungskraft eines Planeten nur von zwei Faktoren abhängig ist: von dem Verhältnis der Anfangsmasse (des Gewichtes) der Rakete, bei ihrem Aufflug, zu ihrer Endmasse und von der Geschwindigkeit des Ausstoßes der Gase. Weder die Größe der Rakete, noch die Form oder die Dauer der Arbeit des Triebwerkes wirken auf die Geschwindigkeit der Rakete ein. Und eine große Rakete mit einem Gewicht von tausenden Tonnen und eine kleine mit einem Gewicht von einigen Kilo werden eine gleiche Geschwindigkeit bei ein und demselben Verhältnis der Masse und der gleichen

Geschwindigkeit des Ausstoßes der Gase erlangen.

Diese fundamentale Gleichung, die zur Zeit die Grundlage der neuen Wissenschaft über den Raketenflug — der Raketendynamik — darstellt, gestattet es, mit genügender Genauigkeit zu bestimmen, wieviel und welchen Brennstoff man nehmen muß, um die gewünschte Fluggeschwindigkeit zu erhalten und folglich auch eine möglichst große Höhe zu erreichen.

Zum Starten der sowjetischen künstlichen Erdtrabanten wurden bekanntlich leistungsfähige Mehrstufenraketen verwendet. Das wird dadurch erklärt: will man die erste Weltraumgeschwindigkeit erzielen — 8 km/sek. — so muß das Gewicht des Treibstoffes in einer Einstufenrakete ungefähr 15 mal größer sein als das Gewicht ihrer Konstruktion, der Triebwerke, der Schaltanlagen und der Nutzlast.

Aber was bedeutet solch ein Verhältnis der Massen? Wenn man ein Hühner- ei nimmt und einzeln die Schale und dann das Eigelb und das Eiweiß zusammen abwägt, so sehen wir, daß der Inhalt des Ei's ungefähr um das Zehnfache schwerer ist als seine Schale.

Wie dünn und gleichzeitig fest muß folglich die Hülle einer Rakete sein,

damit man darin so viel Treibstoff unterbringen kann. Aber außer dem Gehäuse hat die Rakete noch Triebwerke, Schaltapparaturen und eine Nutzlast!

K. Ziolkowski sah diese Schwierigkeiten voraus und schlug vor, zusammengesetzte Raketen zu bauen. In ihrer einfachsten Form stellt eine solche Rakete eine Konstruktion dar, die aus einigen nacheinander angeschlossenen Raketen besteht, von denen jede ihre Triebwerke und einen bestimmten Vorrat an Treibstoff hat. Beim Aufstieg einer solchen mehrstufigen Konstruktion arbeiten zunächst die Triebwerke der ersten (unteren) Stufe. Wenn der darin enthaltene Treibstoff verbraucht sein wird, löst sie sich von der gesamten Konstruktion los. In diesem Augenblick beginnen die Triebwerke der zweiten Stufe zu arbeiten. Nachdem der darin enthaltene Treibstoff verbrannt ist, wird auch sie abgeworfen, und die Triebwerke der nächsten Stufe setzen ein.

Die Besonderheiten der sowjetischen Einstufen- und Mehrstufenraketen bestehen in ihrer großen Nutzlast, die zum Beispiel beim dritten Sputnik über 1327 Kilogramm ausmacht. Bei der Verminderung dieses Gewichtes bis zu einigen Kilo könnte man einen Flug auf den Mond unternehmen. Jedoch würde in diesem Falle die wissenschaftliche Bedeutung eines solchen Experimentes nicht groß sein, da es infolge der Sparsamkeit hinsichtlich des Gewichtes unmöglich wäre, an Bord einer solchen Rakete irgendeine bedeutsame Apparatur zur Durchführung von wissenschaftlichen Forschungen, zum Fixieren der erhaltenen Ergebnisse und zur Übertragung derselben auf die Erde zu haben.

Die Berechnungen weisen auf die reale Möglichkeit hin, daß der Mond mit Hilfe einer zusammengesetzten Rakete, deren Nutzlast 1000 Kilogramm beträgt, erreicht werden kann.

Das gesamte Anfangsgewicht einer Mehrstufenrakete mit thermochemischem Treibstoff beträgt 1000 Tonnen.

Es muß hervorgehoben werden, daß durch die Vergrößerung der Geschwindigkeit des Ausstoßes der Gase das Anfangsgewicht der Mehrstufenrakete bei derselben Nutzlast bedeutend gesenkt werden kann. Und da dieses Problem zur Zeit erfolgreich gelöst wird, gibt es allen Anlaß, anzunehmen, daß der Flug zum Mond — entsprechend der weiteren Entwicklung der Raketentechnik —

(Fortsetzung von Seite 9)

Die Wissenschaftler haben jedoch diese Schwierigkeit gemeistert. Falls das erste Steuerungsgerät seine Lage zu verändern beginnt, werden seine Fehler durch andere an Bord der Rakete befindlichen Geräte korrigiert. Dazu wird die Lage des Gerätes mit irgendeinem absolut unbeweglichen Gegenstand verglichen. Derartige Gegenstände gibt es auf der Erde natürlich nicht, da sie sich alle mit ihr zusammen drehen. Deshalb wird die Lage des Steuerungsgerätes mit der der Fixsterne verglichen.

Zur Lenkung von Fernraketen kann man ferner ein Steuerungssystem verwenden, bei dem auch das Magnetfeld der Erde ausgenutzt wird. Die Anwendung eines derartigen Systems führt zu verhältnismäßig einfachen Konstruktionsschemata. Eventuelle Verzerrungen des Magnetfeldes der Erde und insbesondere Magnetstürme

beeinflussen jedoch die Präzision dieses Systems.

Bei der Beförderung des Sputniks auf seine Flugbahn kann man ferner das Radarverfahren anwenden, das man auch „Verfahren der Peilsender“ nennt. In diesem Fall wird entlang der Flugstrecke der Trägerrakete mit dem künstlichen Erdsatelliten eine Kette von Radaranlagen stationiert. Sobald die Rakete eine Radarstation passiert hat, wird sie von der nächstliegenden Station erfaßt und weitergeleitet usw.

Die sowjetischen Wissenschaftler verfügen über verschiedenartige Verfahren zur Beförderung von künstlichen Erdsatelliten auf ihre Flugbahn. Alle bisher gestarteten Sputniks wurden genau auf die aufgebene Flugbahn gesteuert und bewiesen somit die Brauchbarkeit der von den sowjetischen Wissenschaftlern verwendeten Steuerungssysteme.

Ing. B. Skotnikow

und die Durchführung der mit dieser Errungenschaft verbundenen ersten wissenschaftlichen Forschungen in den nächsten Jahren verwirklicht werden.

Die Rakete, die die Erde mit einer Geschwindigkeit von 40 000 km/st verlassen hat, wird, ein Trabant der Erde verbleibend, nach 115 Stunden den Mond erreichen.

Somit geben uns die Trabanten die Hoffnung, noch in unserem Leben Zeugen der Verwirklichung des Fluges auf den Mond zu sein.

Die Schaffung von künstlichen Trabanten mit großem Gewicht ist der Hauptweg, den die Wissenschaft der Weltraumflüge beschreiten muß, um das Problem der interplanetarischen Verbindungen zu lösen, das auf keinen Fall mit Trabanten von winzigem Ausmaß gelöst werden kann.

N. Warwarow

Vorsitzender der Sektion für Weltraumflüge

Der Sternriese



Der Mond: „Oho, welch' Riese kam zur Welt; sein Gewicht ist ja beinahe eineinhalb Tonnen!“

Zeichnung von K. Newleta

Ist der Start eines Fixspatniks möglich?

Man kann einen solchen Fixspatnik schaffen, indem ein Körper in den Weltraum geschickt wird, der — nachdem er seine Bahn eingeschlagen hat — vom Westen nach dem Osten den Äquator entlang mit der Geschwindigkeit, die der Winkelgeschwindigkeit der Erdrotation gleich ist, um die Erde kreist. Dadurch wird der neue Spatnik immer über einem bestimmten Ort der Erde „stehen“. Die Geschwindigkeit des Spatniks muß zu diesem Zweck 3076 Meter in der Sekunde betragen. Außerdem soll er die Erde in einer Höhe von rund 36 000 km über dem Äquator umkreisen.

Möglicherweise wird ein derartiger Spatnik als eine Umsteigestation im Weltraum benutzt werden, die jederzeit angezogen werden kann, ohne den Zeitpunkt abzuwarten, wo der Spatnik der Abschubrampe auf der Erde gegenübersteht.

Nikolai Barbaschow

Mitglied der Ukrainischen Akademie der Wissenschaften

Sonnenbatterie aus Halbleiterelementen

Unter den vielen in dem neuen sowjetischen Spatnik eingebauten Geräten befindet sich neben den elektrochemischen Stromquellen zur Speisung der Funkanlagen auch eine „Sonnenbatterie“ mit Halbleiterelementen.

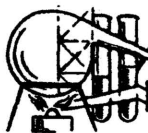
Der stellvertretende Direktor des Halbleiterinstituts der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Kandidat der physikalischen und mathematischen Wissenschaften, M. S. Sominskij, berichtet hierzu:

Viele Jahre hindurch beschäftigten sich die Wissenschaftler und Techniker der verschiedensten Länder mit dem Problem einer unmittelbaren Verwandlung der Sonnenenergie in Kraftstrom. Die verschiedensten Vorschläge wurden gemacht, viele Entwürfe ausgearbeitet. Aber echte Fortschritte auf diesem Gebiet hat es lange Zeit hindurch nicht gegeben. Vor 25 Jahren hat der sowjetische Gelehrte A. F. Joffe eine Reihe wichtiger Grundgedanken geäußert, die die Entwicklung eines Halbleiterphotoelements von hohem Wirkungsgrad anregte. Damals haben die meisten an der Realität und Verwirklichung einer solchen Konstruktion gezweifelt.

In den letzten Jahren war die unermüdliche Forschungsarbeit der Physiker von Erfolg gekrönt. Ein Photoelement von über 10% Wirkungsgrad war entwickelt worden.

Was ist überhaupt ein Halbleiterphotoelement, das die Strahlenenergie in elektrische verwandelt?

Das ist eigentlich ein kleines Sonnen-Kraftwerk, das durch die Absorption der Strahlenenergie „geheizt“ wird.



Aus Wissenschaft und Technik

Die Halbleiter-„Sonnenbatterie“ verwandelt unmittelbar die Energie der Sonnenstrahlen in Elektrizität. In diesem Falle wird das neue Silizium-Halbleiterphotoelement als vom energetischen Standpunkt aus günstigste Verwandlungsquelle der Sonnenenergie unmittelbar in elektrische Energie verwendet. Die „Sonnenbatterie“ entsteht durch Parallel- und Reihenschaltung der einzelnen Photoelemente. Die Betriebsdauer einer solchen Batterie kann sehr groß sein. Eine solche Batterie kann zum Aufladen von Akkumulatoren, zur Speisung von Telefonstationen auf dem flachen Lande, Rundfunkempfängern, verschiedenen

Sendeanlagen usw. benutzt werden. Die Erforschung des Weltalls und der Start der Spatniks sind für die Entwicklung der „Sonnenbatterie“ von großer Bedeutung.

Schmerzlose Zahnbohrung

Eine Ultraschallbohrmaschine, die dem Patienten selbst bei solchen Eingriffen wie Freilegung des Zahnnerfs nicht den geringsten Schmerz verursacht, ist von Professor W. Kurljandski und Ingenieur I. Weinstok im Moskauer Medizinischen Stomatologischen Institut entwickelt worden.

Auf den kranken Zahn kommt ein Tropfen einer Schleifflüssigkeit und in den Mund des Patienten wird ein Röhrchen mit feiner Spitze eingeführt. Der Generator wandelt die elektrische Energie in Hochfrequenzschwingungen um, die auf die Spitze des Röhrchens einwirken. Mit Hilfe der Schleifflüssigkeit, mit der der Zahn befeuchtet ist, bohrt die Spitze mit ihren 25 000 bis 30 000 Schwingungen in der Sekunde die erforderliche Öffnung.

In der letzten Zeit wurden noch zwei Modelle der Ultraschallbohrmaschine entwickelt. Sie werden in der nächsten Zeit erprobt werden und das geeignetste Modell wird man dann in Serienproduktion geben.