

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

I. S. Šklovskij; P. V. Ščeglov

Optická pozorování umělých družic Země

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 4 (1959), No. 1, 90--96

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137855>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1959

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

- [18] E. N. Parker, *Astrophys. J.* sv. 122, 293 (1955).
 [19] E. N. Parker and K. Krook, *Astrophys. J.* sv. 124, 214 (1956).
 [20] R. Montalbetti and A. Jones Vallance, *J. Atm. Fer. Phys.* sv. 11, 43 (1957).
 [21] V. H. Bennet and D. E. Hulburt, *Phys. Rev.* sv. 91, č. 6, 1502 (1953).
 [22] V. A. Petuchov, *The Airglow and the Aurorae*, London, 254 (1956).
 [23] V. A. Petuchov, *Izv. AN SSSR, ser. geofiz.*, č. 1 (1957).
 [24] H. Siedentoff, A. Behr and H. Elsässer, *Nature* sv. 177, 1066 (1953).
 [25] A. Behrand, H. Siedentoff, *Zeits. Astrophys.* sv. 32, 19 (1953).
 [26] D. E. Blackwell, *Mon. Not.* sv. 116, 56 (1956).
 [27] D. E. Blackwell, *Mon. Not.* sv. 116, 365 (1956).
 [28] T. Gold, *Rocket Expl. Up. Atm.*, London, 366 (1954).
 [29] I. S. Šklovskij, *DAN* sv. 81, č. 3, 367 (1951).
 [30] I. S. Šklovskij, *Izv. Krym. Obs.* sv. 8, 51 (1952).
 [31] D. R. Bates, *OAGA Bulletin No. 15b*, 135 (1956).
 [32] I. S. Šklovskij, *Sborník sympozia po aeronómii v Toronto*. V pečati.
 [33] V. I. Krasovskij, J. I. Gal'perin, A. V. Mironov, V. S. Prokudina, N. N. Šefov, N. I. Fedorov a B. A. Bagarjackij, *Sborník sympozia po aeronómii v Toronto*. V pečati.
 [34] V. I. Krasovskij, *Sborník sympozia po aeronómii v Toronto*. V pečati.
 [35] C. J. Fan, *The Airglow and the Aurorae*, London, 276 (1956).
 [36] M. Nicolet, *Rocket Expl. Up. Atm.*, London, 357 (1954).
 [37] S. L. Mandelštam a A. I. Efremov, *UFN* sv. 63, č. 1b, 163 (1957).
 [38] S. M. Poloskova a T. N. Nezarova, *UFN* sv. 63, č. 1b, 253 (1957).

OPTICKÁ POZOROVÁNÍ UMĚLÝCH DRUŽIC ZEMĚ*

I. S. ŠKLOVSKIJ a P. V. ŠČEGLOV

V souvislosti s vypuštěním umělých družic Země (UDZ) se objevil vážný problém určení jejich prostorových souřadnic pro různé časové okamžiky pozorování se zemského povrchu. K určení souřadnic družice se užívají jak radiotechnické, tak optické metody; v tomto článku probereme optické metody, které umožňují určit souřadnice UDZ s větší přesností, než metody radiové. Znalost přesných souřadnic UDZ je nutná pro vypočtení její dráhy. Na základě takových měření můžeme získat důležité údaje o fyzikálních vlastnostech vrchních vrstev zemské atmosféry. Dostatečně přesné parametry dráhy družice (které můžeme získat pouze z velmi kvalitních pozorování) umožňují najít rozložení hustoty vrchních vrstev zemské atmosféry. Poznámenejme, že v současné době nemáme spolehlivé údaje o rozložení hustoty atmosféry nad hladinou 300 km. Kromě toho budeme moci studovat slapové jevy ve vrchních vrstvách atmosféry, které, jak se zdá, jsou značné. Je velmi důležité, že budeme moci zjistit charakteristické odchylky v rozložení hustoty vrchních vrstev atmosféry od kulové symetrie.

Velký význam má analýza pohybu UDZ pro problém tvaru Země. Tato úloha po dlouhou dobu zajímala astronomy a geodety. K jejímu řešení jsou potřebná velmi přesná určení času a souřadnic hvězd. Pozorování UDZ umožňuje řešit tento problém, i když určení jejich souřadnic je poměrně hrubé (souřadnice hvězd jsou v současné době určovány s přesností několika setin obloukové vteřiny).

Předpokládáme, že souřadnice UDZ jsou známy s přesností na $10''$ a příslušný okamžik jejího přeletu s přesností několika tisícín vteřiny. Zvolíme-li vzdálenost UDZ od místa pozorování 300 km, snadno vypočteme, že přemístě-

*) И. С. Шкловский и П. В. Щеглов. Оптические наблюдения искусственных спутников Земли. *Uspechi fizičeskich nauk*, sv. LXIV, č. 3, 1958.

ní pozorovatele na zemském povrchu o 15 metrů bude odpovídat změně úhlových souřadnic UDZ o 10". Takže, pozorujeme-li UDZ s přesností 5" můžeme stanovit souřadnice místa pozorování (známe-li ovšem dráhu družice) s přesností několika metrů, čemuž odpovídá určení geografických souřadnic pozorovacího místa s přesností zlomku obloukové vteřiny. Určení zeměpisných souřadnic s takovou přesností klasickými astronomickými metodami by vyžadovalo speciálních a výjimečně přesných pozorování hvězd během dlouhé doby, jak se to dělá na velkých observatořích. Pozorujeme-li družici z různých bodů zemského povrchu, můžeme zpřesnit určení vzájemné polohy pevnin a ostrovů, což souvisí s řešením řady geodetických a geografických problémů.

Je třeba poznamenat, že se v poslední době začaly při pozorování slunečních zatmění provádět práce o „navázání“ souřadnic vzdálených bodů, ale ukázalo se, že přesnost metodiky zatmění je poměrně malá.

Řešení geofyzikálních a geodetických úloh je pouze jednou z oblastí, kde využíváme přesných souřadnic UDZ; jsou možná také jiná užití (na příklad studium anomálií gravitačního pole Země, ověření jevů všeobecné teorie relativity [1]).

Pro pozorovatele, který je na povrchu Země, představuje umělá družice Země (je-li osvětlena Sluncem), poměrně slabý, prakticky bodový objekt, pohybující se po obloze dosti velkou úhlovou rychlostí. Hvězdnou velikost UDZ můžeme snadno určit, známe-li efektivní odrazejší povrch, koeficient odrazu a vzdálenost družice. Pro družici o průměru 50 cm se zrcadlově odrazejším povrchem vycházejí tyto hodnoty hvězdné velikosti [2]:

Vzdálenost od pozorovatele km	Fotovisualní hvězdná velikost m	Úhlová rychlost "/sec
360	5,7	88
720	7,2	42
1080	8,1	27
1440	8,7	19
1800	9,2	15
2160	9,6	12
2700	10,1	9

Pozorování umělých družic Země ukazují, že teoretické údaje velmi dobře souhlasí s pozorovanými hodnotami hvězdných velikostí družice.

Naskýtá se zajímavá možnost značně zvětšit jasnost UDZ za soumraku. Jde o vypuštění „doplňkové“ družice z družice základní. Byl by to balón z tenké hliníkové destičky [9]. Byl již zhotoven takový balón, vážící při průměru 75 cm spolu se zařízením pro jeho naplnění plynem 300 g, a nedělalo by zvláštních potíží vyrobit podobný balón, který by měl při podstatně větších rozměrech poměrně malou váhu. Kulový tvar balónu je udržován hliníkovou folií, a nikoli tlakem plynu zevnitř [9], takže by mu nehrozilo případné probití obalu mikrometeority. Je třeba ovšem poznamenat, že tento balón nemůže mít valnou vědeckou cenu. Protože má velký povrch a malou hmotu, zabrzdí se velmi rychle a tedy z analýsy jeho pohybu nebudeme moci získat dostatečné informace o tvaru Země, hustotě atmosféry atd. (počet pozorování bude malý).

Určení souřadnic UDZ můžeme provést fotografováním družice a okolních hvězd.

Probereme požadavky na optickou soustavu pro fotografování družice. Podobně jako při fotografování meteorů musíme vzít v úvahu rychlý pohyb družice. Jako příklad probereme UDZ 6^m, pohybující se rychlostí 1°/sec, fotografovanou přístrojem s ohniskovou délkou 0,5 m. Nechť optika přístroje je dostatečně kvalitní a průměr obrazu hvězdy tedy určen pouze rozptylem světla v emulsi fotografické desky. U současných velmi citlivých emulsi je průměr difusního kroužku přibližně 30 μ , což odpovídá rozlišovací schopnosti 30 čar na mm. Za jednu vteřinu urazí stopa v ohniskové rovině přístroje dráhu 10 mm (je-li komora nehybná); každý bod stopy družice se bude exponovat během doby, dostatečné ke vzniku obrazu družice v difusním kroužku desky, tj. kolem 1/300 sec. Komora při registraci UDZ musí tedy zachytit za 1/300 sec nehybnou hvězdu 6. velikosti.

Analogický výpočet lehce provedeme pro libovolnou optickou soustavu, je třeba pouze brát zřetel na průměr obrazu, který soustava vytvoří. Obecně závisí účinnost fotografického dalekohledu při zachycení pohyblivého objektu (při stálé kvalitě, dané optikou obrazu) na parametru $\frac{D^2}{F}$ kde D je průměr objektivu a F jeho ohnisková vzdálenost.

Pro fotografická pozorování bylo v USA zhotoveno speciální zařízení, složené ze Schmidovy komory ($D = 50$ cm, $F = 50$ cm).

Kvalita obrazu, získaného tímto zařízením, je dostatečně vysoká; průměr obrázku hvězdy nepřevyšuje 30 μ ani na okraji zorného pole. Fotografování se provádí na 55 mm kinofilm o délce 30 cm; komoru můžeme otáčet kolem její osy, umístíme-li delší stranu obrázku ve směru pohybu družice.

Přesnost měření vzájemných poloh obrazu UDZ a hvězd může dosáhnout ± 3 μ , což odpovídá přesnosti určení úhlových souřadnic $\pm 1''$, 5 až 2". Je třeba poznamenat, že pro přesná měření budeme raději používat fotografické desky. Avšak pro křivost pole a nutnost rychlé výměny materiálu se jich nepodařilo užít v popsaném zařízení.

Přesnost měření souřadnic UDZ závisí na přesnosti registrace okamžiku, kdy byla fotografována. V případě nedostatečně rychlé uzávěrky je konec stopy družice na fotografické desce rozmazaný, což ztěžuje nastavení vláken proměřovacího přístroje. Přesnost registrace okamžiku začátku a konce expozice v popsaném zařízení je několik desetitisícin vteřiny. Na každém zařízení jsou křemenné hodiny, synchronisované signály přesného času radiové stanice WWV. Vteřiny, desetiny a setiny vteřin se registrují fotografováním ciferníku těchto hodin ve světle elektronového záblesku, který nastane v okamžiku začátku a konce expozice. Kromě mechanického ciferníku je na křemenných hodinách „elektronový“ ciferník. Je to katodový oscilograf s kruhovým stínítkem, na kterém můžeme odečítat čas s přesností na 10^{-4} sec. V okamžiku začátku a konce expozice se elektronový paprsek zařazuje a stínítko oscilografu se fotografuje [3].

Zaměpisné souřadnice místa polohy komory musí být známy s velkou přesností.

Předpokládalo se, že bude rozmístěno 12 těchto zařízení na různých místech zeměkoule.

V současné době (listopad 1957) není údajů o použití těchto komor při pozorování sovětských umělých družic Země; jak se zdá, montáž těchto zařízení nebyla dokončena do doby vypuštění sovětské UDZ.

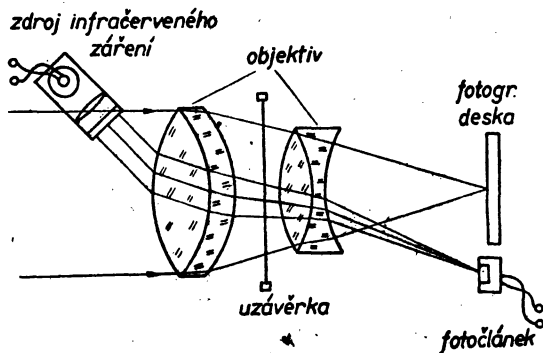
Kromě výše popsaných zařízení byla v USA organizována síť stanic pro vizuální pozorování družice [4]. Vizuální pozorování se konají malými dalekohledy o průměru objektivu 50 až 70 mm, se zvětšením 6 až 10× a zorným polem 8 až 11°. V těchto dalekohledech můžeme pozorovat objekty 8.—9. hvězdné velikosti. V zorném poli dalekohledů jsou vlákna a pozorovatel zaznamená okamžik, kdy UDZ přeletí mezi vlákna. Poloha vláken se určuje podle hvězd viditelných v zorném poli dalekohledu.

Přesnost těchto pozorování je ovšem mnohem menší než přesnost fotografických pozorování.

V Sovětském svazu bylo organizováno 66 stanic pro vizuální pozorování UDZ. Metodika pozorování se v podstatě shoduje s výše popsanou.

Kromě nevelké kulové družice, jejíž pozorování je v důsledku její malé jasnosti dosti těžké, mají význam pozorování velkých, jasnějších umělých družic Země. Jejich pozorování

můžeme konat i jednoduššími fotografickými prostředky, než bylo popsáno výše, a užijeme objektiv s menším průměrem. Zařízení pro fotografování jasných UDZ bylo zhotoveno v Šternbergově státním astronomickém ústavě V. F. Esipovem, V. G. Kurtem a jedním z autorů tohoto článku ze standardní letecké komory NAFA-3c/25. Fotografuje se na desky (pro zvýšení přesnosti při měření souřadnic UDZ). Jisté obtíže způsobilo zajištění přesné registrace okamžiků začátku a konce expozice. Me-



Obr. 1. Schema zařízení pro registraci okamžiků činnosti uzávěrky komory pro pozorování umělých družic Země.

chanické kontakty, upevněné na pohyblivých částech uzávěrky vyžadují sledování opožďování okamžiku uzavření kontaktu vzhledem k otevření nebo uzavření uzávěrky; proto podle návrhu J. N. Lipského byl uskutečněn přímý zápis okamžiků otevření a uzavření uzávěrky. K tomuto účelu byl v komoře současně s deskou umístěn (v nepracovní oblasti zorného pole komory) fotočlánek, osvětlovaný přes objektiv a uzávěrku zdrojem infračerveného světla, které nepůsobí na fotografickou desku (obr. 1). Proud jdoucí fotočlánekem, právě tak jako sekundární impulsy astronomických hodin, kalibrující signál 500 Hz a okamžiky otevření a uzavření uzávěrky se zaznamenávaly na oscilografu. Jak je vidět z obr. 2 a 3, otevření a uzavření uzávěrky probíhalo dostatečně rychle (2 až 3 milisekundy), což dovoluje určit souřadnice jasných UDZ touto komorou s dostatečnou přesností. Mezní hvězdná velikost objektu, pohybujícího se rychlostí 1°/s je pro výše popsanou komoru 2,5^m až 3^m).

¹⁾ Nesmíme zaměňovat přesnost registrace okamžiků otevření a uzavření uzávěrky a přesnost určení absolutního okamžiku přeletu družice na daném místě oblohy. Přesnost registrace okamžiků otevření a uzavření uzávěrky je kolem 2 msec, ale oprava astronomických hodin vzhledem k absolutnímu času s takovou přesností činí značné potíže. Ovšem v případě použití jednoho času libovolné časové služby pro všechna pozorování, bude dána přesnost registrace času pouze konstrukcí komory. Systém sám se může také lišit od absolutního času, ovšem všechny výpočty dráhy můžeme provádět v této speciální soustavě.

Druhé zařízení pro přesnou registraci okamžiku přeletu jasných UDZ bylo vypracováno nezávisle pracovníkem Krymské astrofyzikální observatoře AV SSSR P. P. Dobronravovem a pracovníkem Šternbergova státního astronomického ústavu V. I. Morozovem. Obraz UDZ se promítá objektivem na neprůhlednou clonu s průřezy, jejichž poloha vzhledem k obrazům hvězd je známa. Za clonou je umístěn fotonásobič, jehož proud se automaticky registruje a pomocí něho se určuje okamžik průchodu obrazu UDZ průřezem.

V zařízení, navrženém V. I. Morozovem, je jako clona použita fotografická deska, na které se fotografují hvězdy i dráha družice, což usnadňuje určení polohy průřezu a stopy družice vzhledem k hvězdám.

Určení souřadnic slabých UDZ se může provádět také pomocí optických přístrojů s poměrně malým průměrem, uijeme-li k zachycení záření přijímače citlivější než je fotografická deska. Může to být např. elektrono-optický měnič.

Jestliže kvantový výtěžek současných vysoce citlivých desek (tj. množství zrn emulze, které se stanou patrnými působením jednoho kvanta záření) nepřevyšuje 10^{-4} , pak kvantový výtěžek nynějších fotokatod dosahuje v lepších případech $\frac{1}{3}$. V současné době známe kontaktní elektrono-optické měniče [5], [6] a také násobiče [7], [8].

Užití těchto systémů, jak můžeme ukázat, umožňuje zvětšit citlivost přibližně 100krát vzhledem k nejlepšímu současným fotografickým emulším. Rozlišovací schopnost stávajících elektrono-optických měničů je větší než 0,1 mm a může být ještě zvýšena.

Nedostatkem při užití elektrono-optických měničů k řešení dané úlohy jsou poměrně malé rozměry jejich pracovního pole (10—20 mm). Jestliže je ohnisková délka používaných komor poměrně velká, pak přesnost předběžných určení souřadnic musí být přiměřeně zvýšena. Vezmeme-li v úvahu, že výška UDZ nad povrchem Země se mění od 300 do 1000 km, můžeme snadno vypočítat, že úhel, o který je Slunce pod obzorem v místě pozorování, může dosáhnout 30° , takže družici bude možno pozorovat po dosti dlouhou dobu před východem a po západu Slunce.

Nedávno byla vyslovena velmi zajímavá myšlenka, jak značně zvýšit jasnost umělých družic Země [10]. Představme si, že povrch družice není oblý, ale hranatý. Každou stěnu, jestliže je dostatečně dobře vyleštěna, můžeme považovat za rovinné zrcadlo. Tato malá zrcadla budou na Zemi odrážet sluneční „prasátka“. Pozorovatel bude za určitých podmínek vidět celkem krátkodobé světelné záblesky dosti značné jasnosti. Žádné podrobnosti o výpočtech se v [10] neuvádějí. Vypočetli jsme, že pro družici o rozměrech několika metrů, která je ve vzdálenosti 500 km od pozorovatele a jejíž rovinné části mají plochu 100 cm^2 , bude hvězdná velikost „prasátka“ kolem -3^m . Průměr „prasátka“ na Zemi bude kolem 5 km. Jestliže se družice otočí kolem své osy jednou za 1 s, pak světelné signály budou trvat 3 milisek a budou po sobě následovat přibližně za 1 s. Zachytit tyto jasné, i když krátkodobé záblesky standardními komorami není nijak nesnadné.

Určité obtíže vznikají s určením okamžiků záblesku. Problém spočívá v tom, že okamžik expozice jednotlivých bodových obrazů záblesků není určován mechanizmem závěrky komory, ale otáčením družice. Okamžiky záblesků však můžeme zachytit pomocí fotoelektrického fotometru, umístěného v bezprostřední blízkosti komory.

Difrakce na okrajích zrcadel — jak ukazují jednoduché výpočty — je za-

nedbatelně malá (poloměr prvního ohybového kroužku bude kolem 2,5 m, což je podstatně méně než rozměry „prasátka“).

Jistým nebezpečím při realizaci tohoto projektu jsou mikrometeory. Bombardování zrcadlových ploch družice mikrometeory může za určitou dobu porušit jejich optický povrch. Zatím však o množství mikrometeorů víme málo. Přijmeme-li, že hustota mikrometeorů v horních vrstvách atmosféry je stejná jako hustota meziplanetárního prachu, tj. 10^{-21} g/cm³ a že rozměry každého mikrometeoru jsou $3 \cdot 10^{-4}$ cm při specifické váze 3, pak bude koncentrace mikrometeorů $3 \cdot 10^{-12}$ cm⁻³. Při rychlosti $3 \cdot 10^6$ cm/s bude proud mikrometeorů 10^{-5} cm⁻²s⁻¹, tj. na každý čtvereční centimetr dopadne za 12 dní 1 mikrometeor. Jak se zdá, zabezpečí tato skutečnost uchránění zrcadel po dostatečně dlouhou dobu. Je samozřejmé, že naše výpočty mají pouze orientační charakter.

Na konci svého pohybu, když se družice dostatečně zabrzdí, dostane se do poměrně hustých vrstev atmosféry, silně se zahřeje a shoří. Pak budeme moci pozorovat intenzivní jev „umělého meteoru“. Ještě před shořením se silně zahřátá družice stane svítícím tělesem a může být pozorována i v noci. Pro taková pozorování mohou být použity různé přijímače infračerveného záření, jako je elektrono-optický měnič a fotočlánky. Velmi zajímavá budou pozorování UDZ v době jejího spalování v zemské atmosféře. Taková pozorování jsou analogická fotografování spekter meteorů.

Hranolové a šterbinové spektrografy, užívané v astronomii pro získání spektrogramů hvězd, nemohou vyřešit tuto úlohu vzhledem k jejich poměrně velké dispersi a malé citlivosti.

Spektrum UDZ můžeme získat tehdy, když zhotovíme speciální objektivní hranol s malým lámavým úhlem a použijeme výše popsané fotografické komory. Disperse a rozlišovací schopnost přitom budou dosti malé. Avšak základní kvalitativní a snad i kvantitativní charakteristiky spektra mohou být získány.

Na obr. 4 je fotografie přeletu druhé umělé družice Země, získaná pomocí fotografického zařízení Šternbergova státního astronomického ústavu V. G. Kurtem a I. V. Ščeglovem na Taškentské astronomické observatoři.

Současně s konci stopy jsou udány okamžiky otevření a uzavření uzávěrky podle hvězdného času (přesnost časové registrace je 2 msec). Střední chyba v nastavení vláken měřícího přístroje na konci dráhy je 4μ , což při ohniskové délce komory 250 mm odpovídá 3". Na obrázku je vidět změna jasnosti družice, způsobená její rotací.



Obr. 4. Fotografie druhé sovětské umělé družice Země.

Literatura

- [1] V. L. Ginzburg, Usp. fiz. nauk sv. 63, vyp. 1, 120 (1957).
- [2] K. G. Henize, Sky and Telescope sv. 16, č. 3, 108 (1957).
- [3] F. Whipple, J. Hynek, Proc. Inst. Radio Engineers, 760—761, červenec 1956; Sky and Telescope sv. 15, č. 12 (1956).
- [4] Sky and Telescope, sv. 15, 12 (1956).
- [5] Transactions of the IX-th meeting of the I. A. U, 9, 693, Cambridge, 1957.
- [6] W. Baum, Astr. Soc. of the Pacific, Leaflet No. 326, 8 (1956).
- [7] L. A. Gončarskij, autorské právo SSSR z 26. listopadu 1934, čís. 43462.
- [8] Naturforschung und Medizin in Deutschland sv. 15, 1939—1946, 96—98.
- [9] Science News Letters, 19. října 1957, sv. 72, č. 16, 244.
- [10] Sky and Telescope, sv. 17, č. 1, 6, listopad 1957.

NOVÝ SLUNEČNÍ SPEKTROGRAF NA ONDŘEJOVĚ

Dr. ZDENĚK ŠVESTKA,

Astronomický ústav ČSAV, Ondřejov

Od začátku června 1958 pracuje na Astronomickém ústavu Československé Akademie věd v Ondřejově nový sluneční spektrograf, jehož hlavním úkolem je shromažďovat spektra rychle se měnících úkazů na Slunci, především erupcí a eruptivních protuberancí. Získání spekter těchto jevů s dostatečně velikou dispersí naráželo doposud na značné obtíže. Tyto obtíže vyplývaly jednak z rychlé proměnnosti těchto úkazů a jednak z toho, že spektrum s větší dispersí má již tak značné rozměry, že je prakticky nelze v celém potřebném rozsahu zachytit na film nebo na fotografickou desku. Na některých hvězdárnách, jako např. na Krymu, v Pulkovu, či na McMathu v USA řešili tento problém tak, že postupně fotografovali různé části spektra. Při přechodu z jedné části spektra do druhé uplyne ovšem vždy dosti značná doba, během níž se fyzikální struktura vyšetřované erupce i protuberance může podstatně změnit. Víme z pozorování, že vzplanutí velké erupce často proběhne v době jedné až dvou minut a trvání maximální fáze bývá ještě kratší. Vedle toho nemáme také nikdy naprosto zaručeno, že ve dvou po sobě následujících dobách snímáme přesně stejné místo erupce nebo protuberance, neboť ani nejlepší hodinový pohon neudrží s dokonalou přesností neměnnou polohu přístroje. Proto se ukázalo, že naprosto nezbytnou podmínkou pro studium těchto jevů je současné zachycení co největšího rozsahu spektra erupce. Jedině tehdy můžeme vzájemně srovnávat chování různých, od sebe vzdálených spektrálních čar a odtud pak usuzovat na fyzikální podmínky, které ve vyšetřovaném místě erupce v daném okamžiku panovaly.

Celé spektrum, jak jsme již uvedli, není možno současně zachytit, neboť při potřebné dispersi 1 Angströmu na milimetr jeho délka měří několik metrů. Proto jsme v Ondřejově vybrali jen několik spektrálních oborů, šířky přibližně 100 Angströmů, v nichž leží zajímavé emisní čáry erupcí a protuberancí. Jsou to především čáry Balmerovy serie vodíku, čáry helia, čáry jednou ionisovaného vápníku K a H a žlutý sodíkový dublet. Celkové schéma spektrografu je znázorněno na obr. 1.

Na věži na jižní stěně budovy je ve výši prvního patra umístěn coelostat C, který pomocí hodinového stroje sleduje trvale Slunce a vrhá jeho světlo do místnosti pozorovatele P. V této místnosti je umístěno konkávní zrcadlo O průměru 22 cm a ohniskové vzdálenosti 14 metrů, které slouží jako hlavní objektiv spektrografu. Svazek paprsků, vycházející z objektivu, je odražen rovinným zrcadlem Z na štěrbinu Š, v jejíž rovině se vytváří