

## HOLOGRĀFIJAS PIONIERIM JURIM UPATNIEKAM – 75

Juris Upatnieks, latviešu izcelsmes ASV zinātnieks, ir viens no hologrāfijas pamatlicējiem, cilvēks, kas vistuvāk no latviešiem ir bijis Nobela prēmijas saņēmšanai fizikas nozarē<sup>1</sup>. Kā zināms<sup>2,3</sup>, hologrāfija ir viļņu ieraksta un nolases metode, kas balstās uz viļņu interferenci un difrakciju. Šī metode ir spēkā ne vien gaismas viļņiem<sup>1-3</sup>, bet arī radioviļņiem<sup>4</sup>, skaņas viļņiem<sup>5</sup>, rentgenstariem<sup>6</sup>, kā arī elektronu<sup>7</sup>, neitronu<sup>8</sup> un atomu<sup>9</sup> koherentiem kūļiem.[Saskaņā ar kvantu fiziku katrai daļiņai atbilst t.s. de Brojī (*de Broglie*) vilnis<sup>10</sup>]. Tomēr visbiežāk ar vārdu „hologrāfija” saprot tieši optisko hologrāfiju, kas ir tuva fotogrāfijai. Galvenā hologrāfijas atšķirība no fotogrāfijas ir tā, ka hologrāfija ļauj iegūt telpiskus objektu attēlus, bet fotogrāfija – tikai plakanus. Tas ir saistīts ar to, ka hologramma satur informāciju ne tikai par gaismas viļņu amplitūdu kā fotogrāfijā, bet arī par to fāzi. Tieši no objekta atstaroto gaismas viļņu fāze nes informāciju par trešo dimensiju. Binokulārā redze dod mums iespēju iegūt informāciju un redzēt priekšmetus telpiskus. Faktiski ar hologrāfijas metodi var iegūt objekta optisko ekvivalentu.

### **1.attēls. Juris Upatnieks 2007.gada 4.septembrī LZA.**

Hologrāfija tomēr nav tikai telpiska fotogrāfija. Tās nozīme ir daudz lielāka, tādēļ plašākā nozīmē par hologrāfiju sauc arī zinātnes, tehnikas un mākslas nozaru kopumu, kas balstās uz hologrāfijas metodi.<sup>3</sup> Kā tālāk redzēsime, hologrāfija ir ietekmējusi arī cilvēces priekšstatus par pasaules uzbūvi. Jura Upatnieka vārds ir nesaraujami saistīts ar hologrāfijas izcelsmi un attīstību.

Juris Upatnieks ir dzimis Rīgā, Pārdaugavā<sup>11,12</sup> 1936.gada 7.maijā<sup>13</sup>. Jura tēvs bija grāmatvedis, bet māte – psiholoģe. Ģimenē bez Jura bija vēl vecāks brālis Ojārs un vecāka māsa. Pēc mātes vārdiem jaunākais dēls Juris ir vairāk atsities vectēvā, kas atšķirībā no vecākiem ir bijis ar tehnisku ievirzi un Valmieras pusē uzbūvējis vienu no pirmajām elektrostacijām Latvijā<sup>11</sup>.1944.gada rudenī ģimene dodas bēgļu gaitās uz Vāciju. Tur trīs gados Juris beidz pamatskolu bēgļu nometnē. 1951.gadā Upatnieku ģimene izceļo uz ASV. Tur Juris iestājas Elleta vidusskolā Akronā (Ohaijo štats), kuru ar izcilību beidz 1955.gadā. Pēc vidusskolas beigšanas Juris nolemj studēt

elektrozinības (*electrical engineering*) un iestājas Akronas Universitātē, kuru atkal ar izcilību beidz 1960.gadā un iegūst bakalaura grādu elektrozinībās .

Pēc Akronas Universitātes beigšanas tajā pašā 1960. gadā Juris Upatnieks sāk darbu Mičiganas Universitātes Zinātnes un tehnoloģiju institūta Vilouranas laboratorijās (*Willow Run Laboratories*) Optikas grupā pie Emeta Līsa (*Emmeth Leith, 1927 - 2005*)<sup>1</sup>. 1965.gadā Juris iegūst maģistra grādu elektrozinībās. Tieši 1960.– to gadu pirmajā pusē top viņa un E.Līsa nozīmīgākie atklājumi.

1967.gadā, referējot par saviem atklājumiem hologrāfijā Oregonā, Juris satiek Ilzi Indusu, Rīgas mākslinieku Marijas un Jāņa Indusu meitu<sup>11</sup>. 1968.gadā Juris un Ilze apprecas .Tagad abiem Amerikā ir divi pieauguši dēli, no kuriem viens arī darbojas jomā, kas ir saistīta ar hologrāfiju.

1972.gadā Vilouranas Laboratorijas pārtop par Mičiganas Vides pētniecības institūtu (*Environmental Research Institute of Michigan* ) un Juris Upatnieks turpina darbu tajā<sup>13</sup>. Paralēli kopš 1973.gada viņš strādā kā profesors (*adjunct associate professor*) Mičiganas Universitātes Elektrozinību un datorzinātņu departamentā ( *Department of Electrical Engineering and Computer Science, University of Michigan*). Cita starpā šeit viņš izstrādā optikas praktikumu, kuru māca 25 gadus līdz 1996.gadam.

No 1993. līdz 2001. gadam Juris Upatnieks ir firmas „Applied Optics” prezidents un konsultants, bet no 1996.gada līdz 2001. gadam – pētnieks Mičiganas Universitātes Inženiermehānikas un lietišķās mehānikas departamentā (*Mechanical Engineering and Applied Mechanics Department*). Pašlaik Juris Upatnieks ir pensijā, sniedz konsultācijas hologrāfijā un strādā optikas laboratorijā savas mājas pagrabā. Tāds īsumā ir Jura Upatnieka dzīves gājums. Kāds ir viņa ieguldījums hologrāfijā? Sāksim ar atkāpi.

Hologrāfijas metodi izgudroja ungāru izcelsmes angļu zinātnieks Deniss Gabors 1948. gadā<sup>14</sup>. Atšķirībā no fotogrāfijas hologrāfija ir divpakāpju process<sup>2,3</sup>. Pirmajā pakāpē fotoplatē (vai citā gaismas jutīgā materiālā vai fotodetektoru matricā) ieraksta (tas ir, noreflektē) interferences ainu, ko veido no objekta nākošie gaismas viļņi (objekta stars) un speciāls papildus gaismas staru kūlis (atbalsta stars). Abiem šiem stariem jābūt koherentiem, tas ir, ar laiku un telpā saskaņotām fāzēm, lai nodrošinātu to interferenci. Otrajā pakāpē ar interferences ainas fotogrāfijas – hologrammas un atbalsta stara palīdzību atjauno objekta staru, tas ir, telpisku objekta attēlu. Objekta stars atjaunojas

atbalsta staram difragējot hologrammā, kas būtībā ir sarežģīts difrakcijas režģis. Otro pakāpi sauc arī par hologrammas nolasi.

Hologrammu darbība un īpašības lielā mērā ir atkarīgas no to biezuma. Lielāko daļu hologrammu var iedalīt divās lielās grupās – plānajās un biežajās. Plāno hologrammu biezums  $d$  ir daudz mazāks nekā to vidējais periods  $\Lambda$  ( $d \ll \Lambda$ ), bet biežajām hologrammām ir otrādi –  $d \gg \Lambda$ . Ja hologramma ir plāna (un tā tas ir visbiežāk), tad nolases procesā veidojas divi attēli – šķietamais, kuru veido izklīstoši gaismas stari, un reālais, kuru veido saejoši gaismas stari. Gabora hologrāfijas optiskajā shēmā objekta stars un atbalsta stars ir koaksiāli, tāpēc nolases gaitā šķietamais un reālais attēls pārklājas, tā ievērojami bojājot kopējo ainu.

Kad Juris Upatnieks 1960. gadā sāka darbu Vilouranas Laboratorijās, Emets Līss risināja jautājumu par kvalitatīvu radiohologrammu nolasi, kas bija iegūtas ar sintētiskās apertūras radaru (SAR). SAR bija nesen izstrādāts Vilouranas laboratorijās ASV armijas vajadzībām un principā ļāva no lidmašīnām un pavadoņiem iegūt detalizētus Zemes virsmas attēlus ar augstu izšķirtspēju neatkarīgi no laika apstākļiem. Problēma bija augstāk minētajā Gabora hologrammu trūkumā (bet citu toreiz nebija!). Emets Līss un Juris Upatnieks šo problēmu spoži atrisināja, radot jauna tipa hologrāfijas shēmu – Līsa-Upatnieka shēmu jeb divstaru shēmu.

**2.attēls.** . Līsa-Upatnieka (vai arī caurlaidības jeb transmisijas) hologrammas ieraksts (a) un nolase (b) objektam, kas sastāv no trīsstūra prizmas un kuba. Apzīmējumi: S - spogulis; O - objektīvs; PS – puscaurlaidīgs spogulis; OS – objekta stars; AS – atbalsta stars; ŠA – šķietamais attēls; RA – reālais attēls.

Šajā shēmā objekta stars un atbalsta stars uz fotoplati krīt pa dažādiem ceļiem, kas veido pietiekoši lielu leņķi, tādēļ Līsa-Upatnieka hologrammu nolasot šķietamais un reālais attēls ir telpiski atdalīti un nepārklājas. Līdz ar to daudzkārt uzlabojās attēlu kvalitāte un SAR problēma bija atrisināta. Faktiski tikai pateicoties Līsa-Upatnieka shēmai hologrāfija ieguva praktisku nozīmi.

Šodien Līsa-Upatnieka hologrammas ir klasika un šķiet pašsaprotamas. Tomēr ceļš līdz tām bija grūts un veda caur elektrosakaru teoriju<sup>1,2</sup>, attiecinot uz gaismas viļņu

telpiskajām īpašībām tādus tās jēdzienus kā signāla spektrs, amplitūdas modulācija, nesējfrekvence, kvadrātiskā detektēšana<sup>15</sup>. Jautājuma teorētiskā puse bija E.Līsa ziņā, bet J.Upatnieks veica visus eksperimentus un deva savus ieteikumus tālākai problēmas virzībai.

Līss un Upatnieks sāka ar Gabora eksperimentu atkārtojumu. Pēc tam 1961. gadā tika veikts pirmais divstaru hologrammas ieraksts ar dzīvsudraba lampu un Ronči difrakcijas režģi. Objekts bija stieple, bet ar Ronči režģa palīdzību asprātīgi tika kompensēta dzīvsudraba lampas gaismas nepietiekamā koherence. 1960.gadā amerikāņu zinātnieks Teodors Meimans izgatavoja pirmo lāzeru, bet 1962.gadā arī Līss un Upatnieks ieguva lāzeru savā rīcībā. Kā zināms, lāzeru gaismas koherence ir daudz augstāka nekā parastajiem gaismas avotiem. Tomēr pirmie eksperimenti pretēji cerētajam deva negatīvus rezultātus, jo parādījās stiprs t.s. koherentais troksnis – papildus izkliedēta gaisma, ko radīja putekļu un optisko elementu neviendabību ieraksts. Tikai 1963.gadā Līss un Upatnieks atrisināja koherentā trokšņa problēmu, ievēdot difūzu objekta apgaismojumu. Līdz ar to kļuva iespējams kvalitatīvu trīsdimensionālu (3D) objektu hologrammu ieraksts. Jau pirmā šāda hologramma (darba biedra dēlēna rotaļu vilciena hologramma, kas tagad ir izstādīta Smitsona muzejā Vašingtonā) izraisīja sajūsmu visos skatītājos, ieskaitot autorus. Līdz ar to hologrāfijas attīstībā, kas kopš 1948.gada stagnēja, bija noticis kardināls lūzums, kas īstenībā nozīmēja tās atdzimšanu.

**3.attēls.** Juris Upatnieks demonstrē vienu no savām hologrammām Latvijas Zinātņu Akadēmijā 2007.gada 4. septembrī – dienā, kad viņam tika pasniegta Valtera Capa balva.

Hologrammām ir vairākas īpašības, kas būtiski atšķiras no fotogrāfiju īpašībām.

1) Hologrammas daļa atjauno visa objekta attēlu, ja objekta stars ir difūzs. Sakaru teorijas terminos runājot, hologrāfiskais kods ir redundants. Tādēļ vienā fotomateriāla vietā var ierakstīt vairākas hologrammas.

2) Hologramma ir asociatīva: visa objekta attēlu var nolasīt arī ar objekta stara daļu, ne tikai ar atbalsta staru.

3) Hologrammas negatīvs dod to pašu attēlu kā pozitīvs.

4) Līsa - Upatnieka hologrammu eksistence pierāda, ka 3D informāciju var attēlot divdimensionālā (2D) veidā. Kā tālāk redzēsīm, šim faktam ir tālejošas sekas.

E.Līss un J.Upatnieks ir devuši lielu ieguldījumu arī tālākajā hologrāfijas attīstībā. Viņi izstrādāja un eksperimentāli pārbaudīja hologrāfiskās mikroskopijas metodiku, kur mikroobjektu palielinājums tiek panākts nevis ar lēcām, bet ar pašas hologrāfijas līdzekļiem<sup>2</sup>. Tāpat jāatzīmē lēcu aberāciju korekcijas metodes izstrāde ar hologrammu palīdzību, kā arī krāsainu hologrammu ieraksts ar nolasi baltā gaismā. Juris Upatnieks ir izstrādājis kompaktu hologrammu konstrukciju ar apgaismojumu no malas (*edge-illuminated holograms*)<sup>16</sup>, kas ir ērtas demonstrēšanai. Tāpat J.Upatnieks ir arī izstrādājis un ar savas firmas „Applied Optics” palīdzību ieviesis ražošanā hologrāfiskos tēmekļus, kas krasi uzlabo šaušanas precizitāti un ātrumu, jo tie optiski pagarina stobru ar graudu par 25-30 metriem<sup>17</sup>. Jura Upatnieka devums hologrāfijā ir atspoguļots daudzās publikācijā un 19 patentos.

Neatkarīgi no Līsa un Upatnieka tajā pašā laikā 1960.-to gadu sākumā savu hologrāfijas metodes paveidu izstrādāja krievu zinātnieks Jurijs Deņisjuks (1927 – 2006). Tajā izmanto biežus fotomateriālus, objekta un atbalsta stari krīt uz fotoplati no pretējām pusēm. Deņisjuka hologrammas, atšķirībā no Līsa-Upatnieka caurlaidības jeb transmisijas hologrammām, sauc arī par atstarošanas jeb refleksijas hologrammām. Tās var nolasīt baltā gaismā un tās vienlaicīgi atjauno tikai vienu – šķietamo vai reālo attēlu<sup>2</sup>. Ar to palīdzību ir ērti rādīt trauslus un dārgus muzeja eksponātus, kas ir plaši praktizēti Krievijā un Ukrainā<sup>1,2</sup>.

Runājot par praktiski nozīmīgiem hologrammu veidiem ir jāatzīmē arī ASV zinātnieka Stīvena Bentona (*Stephen Benton*, 1941 – 2004) 1968.gadā izstrādātās varavīksnes hologrammas (*rainbow holograms*)<sup>1</sup>, kas ir plānas caurlaidības hologrammas, kuras tiek ierakstītas divpakāpju procesā, pie kam pirmā pakāpe ir Līsa-Upatnieka hologrammas ieraksts. To priekšrocības ir iespēju nolasīt attēlu baltā gaismā un hologrammas pavairot ar presēšanas palīdzību. Hologrāfiskās uzlīmes uz dokumentiem un precēm ir Bentona varavīksnes hologrammas.

Hologrāfijas pacēluma vilnis, ko izraisīja Līsa-Upatnieka divstaru metode, Latviju sasniedza ap 1970. gadu. Eksperimentāli pētījumi hologrāfijā tiek veikti kopš 1972.gada, kad LPSR ZA Fizikas institūtā profesora Kurta Švarca laboratorijā sākās

hologrāfiskā ieraksta izpēte KBr kristālos ar krāsas centriem (K.Švarcs, A.Ozols, D.Bandere, J.Kristapsons, J.Ekmanis). Tālākajos eksperimentos ar amorfajiem pusvadītājiem un LiNbO<sub>3</sub> kristāliem Fizikas institūtā iesaistījās arī M.Reinfelde, J.Teteris un P.Augustovs. Kopš 1973.gada pētījumi hologrāfiskajā interferometrijā sākās arī Rīgas Civilās aviācijas institūtā (K.Švarcs, M.Zaruckis, J.Šaicāns, P.Āboltiņš). Ap 1976. gadu segnetokeramikas pētījumi ar hologrāfijas palīdzību sākās LU Cietvielu fizikas institūtā (CFI) (A.Krūmiņš, U. Iļjins, J.Segliņš). Organiskos kristālus ar hologrāfijas metodi LPSR ZA Fizikālās enerģētikas institūtā pētīja S.Zaļetajevs. 1980. gadā tika izveidota LU Hologrāfijas mācību laboratorija (V.Rēvalds, J.Harja, J.Briška). 1980. – gadu beigās hologrāfiskos pētījumus Daugavpils Pedagoģiskajā institūtā (tagad Daugavpils Universitāte) iesāka V.Paškēvičs un V.Gerbrederis, turpinot doktorantūras laikā Fizikas institūtā sāktu darbu.

**4.attēls.** Juris Upatnieks kopā ar dažiem Latvijas hologrāfistiem Zinātņu akadēmijā 1999.gada 5.jūlijā LZA Lielās medaļas saņemšanas reizē. No kreisās: Andris Ozols, Juris Upatnieks, Māra Reinfelde, Jānis Teteris.

Pašlaik hologrāfijas jomā darbi tiek veikti LU CFI (J.Teteris, M.Reinfelde, U.Gertners, J.Aleksejeva), RTU (A.Ozols, P.Augustovs, Dm. Saharovs), LU un Ventspils Augstskolā (J.Harja), Daugavpils Universitātē (V.Paškēvičs, V. Gerbrederis, A.Bulanovs), kā arī SIA „Hologramma”, „Dardedze” un „Difraks”, kas ražo hologrāfiskās uzlīmes.

Kā jau ievadā tika teikts, plašākā nozīmē par hologrāfiju sauc zinātnes, tehnikas un mākslas nozaru kopumu, kuras balstās uz hologrāfijas metodi. Šī raksta ierobežotais apjoms ļauj tikai nosaukt šīs nozares<sup>1-9</sup>. Tās ir tādas optiskās hologrāfijas nozares kā tēlotājhologrāfija (tajā skaitā 3D dinamiskie hologrāfiskie displeji), hologrāfiskā kinematogrāfija, hologrāfiskā televīzija, hologrāfiskā interferometrija, hologrāfiskā informācijas apstrāde, hologrāfiskā spektroskopija, hologrāfiskā instrumentālā optika, hologrāfiskā metroloģija, dinamiskā hologrāfija, polarizācijas hologrāfija, kā arī datorhologrāfija, akustiskā hologrāfija, elektronhologrāfija, neitronhologrāfija, rentgenhologrāfija, atomhologrāfija. Arī pati optiskā hologrāfija šodien principā jau ir kļuvusi par telplaicisko hologrāfiju, jo izmantojot īsus gaismas impulsus un speciālas

reģistrējošas vides var ierakstīt un atjaunot arī impulsu laicisko formu<sup>18</sup>. No šī uzskaitījuma vien jau ir redzams, ka hologrāfija, kuras pamatlicējs ir Juris Upatnieks, kā koks ir sakuplojusi daudzus zaros, kas nes vērtīgus augļus cilvēcei.

Varbūt vēl lielāka nozīme ir tam faktam, ka hologrāfija ir izmainījusi mūsu priekšstatus par apkārtējo pasauli, tādējādi ietekmējot ne tikai tādu fizikas nozaru kā kvantu gravitācijas teorijas un kosmoloģijas attīstību, bet arī filozofijas attīstību. Amerikāņu fiziķis Deivids Boms (*David Bohm*, 1917 – 1992) bija pirmais, kas saskatīja Līsa-Upatnieka hologrammu īpašības Visuma uzbūvē<sup>19</sup>. Vienkāršojot var teikt, ka viņš uzskatīja, ka Visums ir milzīga hologramma, kuras katra daļa satur informāciju par visu un viss satur informāciju par katru daļu. Redzamā pasaule tāpat atšķiras no īstās, kā hologrāfiskais attēls no hologrammas.

Šinī vietā jāizdara atkāpe sakarā ar nesen latviešu valodā iznākušo Maikla Talbota grāmatu „Hologrāfiskais Visums”<sup>20</sup> kas ir ar interesi lasāma un ir guvusi popularitāti. Tajā minētā Boma ideja kopā ar Karla Pribrama domu, ka smadzenes darbojas līdzīgi hologrammai (skatīt iepriekš hologrammu īpašības), tiek izmantota, lai pamatotu hiromantiju, psihokinēzi, šamanismu, ārpusķermeņa pieredzi, nāvei tuva stāvokļa pieredzi un NLO un pat lai noliegtu fizikas likumu objektīvumu. Tādam hologrāfijas vispārinājumam nevar piekrist. Pēdējais apgalvojums ir absurds, ko pierāda prakse. Ja fizikas likumi būtu tikai subjektīvi „ieradumi”(146.lpp), tad tehnika, kas balstās uz fizikas likumiem (piemēram, datori) nevarētu objektīvi pastāvēt, jo ieradumi var būt katram savi. Kas attiecas uz neizprasto psihisko parādību izskaidrošanu ar hologrāfijas palīdzību, tad autors būtībā saka: „Viss, kas ir nesaprotams, ir hologrammas, jo mēs redzam tikai hologrāfiskos attēlus”. Tas nav skaidrojums, bet tikai nesaprotamā nosaukšana citā vārdā. Atgriezīsimies pie fizikas.

1990.- to gadu sākumā holandiešu fiziķis Žerārs Hufts (*Gerardus 'tHooft*, 1946) ir licis priekšā hologrāfisko principu kvantu gravitācijas teorijā un kosmoloģijā<sup>21</sup>. Tālāk to attīstīja ASV fiziķis Leonards Sasksinds (*Leonard Susskind*, 1940)<sup>22</sup>. Šodien hologrāfiskais princips ir viens no teorētiskās fizikas stūrakmeņiem<sup>23</sup>. Saskaņā ar hologrāfisko principu tā vienkāršākajā formā informācija par tilpumu atrodas virsmā, kas to ierobežo. Virsmas informācijas blīvums nevar pārsniegt  $1.4 \times 10^{65}$  bit/cm<sup>2</sup><sup>21</sup>. No tā izriet, ka Visums ir ar diskrētu uzbūvi un ka tilpums faktiski ir fiktīvs, tāpat kā 3D

objekts, kas ir ierakstīts 2D hologrammā. Šīs idejas tiek pielietotas kosmoloģijā melno caurumu teorijā un Visuma brānu teorijā jeb M-teorijā<sup>22, 23, 24</sup>, kā arī citur. M-teorija pauž mūsdienās populārāko priekšstatu par apkārtējās pasaules uzbūvi. M-teorijā Lielais Visums ir 11-dimensionāls un sastāv no 10 telpas dimensijām (no kurām septiņas ir saritinājušās tik mazos izmēros, ka mēs tās nemanām) un vienas laika dimensijas. Mēs dzīvojam 4-dimensionālā (ieskaitot laiku) membrānā jeb brānā, kas tad arī ir mūsu Visums. Blakus 7D telpā ir citas brānas.

Hologrāfijas metodes izgudrošana un tās pamatprincipu izstrāde neapšaubāmi bija pelnījusi visaugstāko atzinību fizikā – Nobela prēmiju. Uz Nobela prēmiju 1971. gadā, kad tā tika piešķirta, reāli pretendēja D.Gabors, E.Līss, J.Upatnieks un J.Deņisjuks<sup>1</sup>. Diemžēl aktīvu pretdarbību Līsa un Upatnieka nominēšanai izvērsa viņu Mičiganas Universitātes kolēģis Džordžs Strouks (*George Wilhelm Stroke*, 1924), kas hologrāfijā sāka darboties pēc Līsa un Upatnieka un viņu darbu stimulēts. Viņš deva ieguldījumu Furjē hologrāfijā un arī vēlējās saņemt Nobela prēmiju, turklāt viņam bija liela ietekme Stokholmā. Tomēr galvenā problēma bija ne vairāk kā triju laureātu ierobežojums. Piemēram, šī ierobežojuma dēļ no astoņiem elektronu mikroskopa autoriem tikai Ernsts Ruska (*Ernst Ruska*, 1907 – 1987) 1986.gadā saņēma Nobela prēmiju, kad pārējie līdzautori bija jau miruši<sup>1</sup>.

Galu galā Nobela komiteja prēmiju par hologrāfijas izgudrošanu piešķīra tikai Denisam Gaboram. Tomēr jāatceras, ka bez kardinālā pavērsiena, ko izdarīja E.Līss un J.Upatnieks, hologrāfija nebūtu ieguvusi to teorētisko un praktisko nozīmi, kas tai ir pašlaik. Tādējādi Juris Upatnieks vistuvāk no latviešu zinātniekiem ir bijis Nobela prēmijas saņemšanai fizikā.

**5.attēls.** Juris Upatnieks ar kundzi Ilzi (priekšplānā) LZA sēžu zālē klausās *laudatio* sakarā ar Valtera Capa balvas piešķiršanu viņam. Centrā – LZA prezidents Juris Ekmanis un akadēmiķis Jānis Stradiņš. Viņiem blakus, domājams, Jura Upatnieka brālis Ojārs. Otrā rindā kreisā pusē malējais – Jānis Kristapsons.

Lai arī Juris Upatnieks Nobela prēmiju nesaņēma, viņš ir pasauleslavens fiziķis, kura vārds kopš 1965. gada ir atrodams jebkurā enciklopēdijā. Viņa darbs ASV ir

novērtēts ar tādām prestižām balvām kā Roberta Gordona balva (1965.g.piešķīrusi Fotogrāfiskās aparatūras inženieru biedrība - *SPIE*), Roberta Vuda balva (1967.g. piešķīrusi Amerikas Optikas biedrība), ASV 1976.gada labākā izgudrotāja balva (piešķīrusi Amerikas izgudrojumu un inovāciju veicināšanas apvienība). 1999.gadā Juris Upatnieks saņēma Latvijas Zinātņu akadēmijas (LZA) lielo medaļu, bet 2007.gadā - Valtera Capa balvu., ko piešķir LZA un Latvijas Republikas Patentu valde. Kopš 1991.gada Juris Upatnieks ir arī LZA ārzemju loceklis.

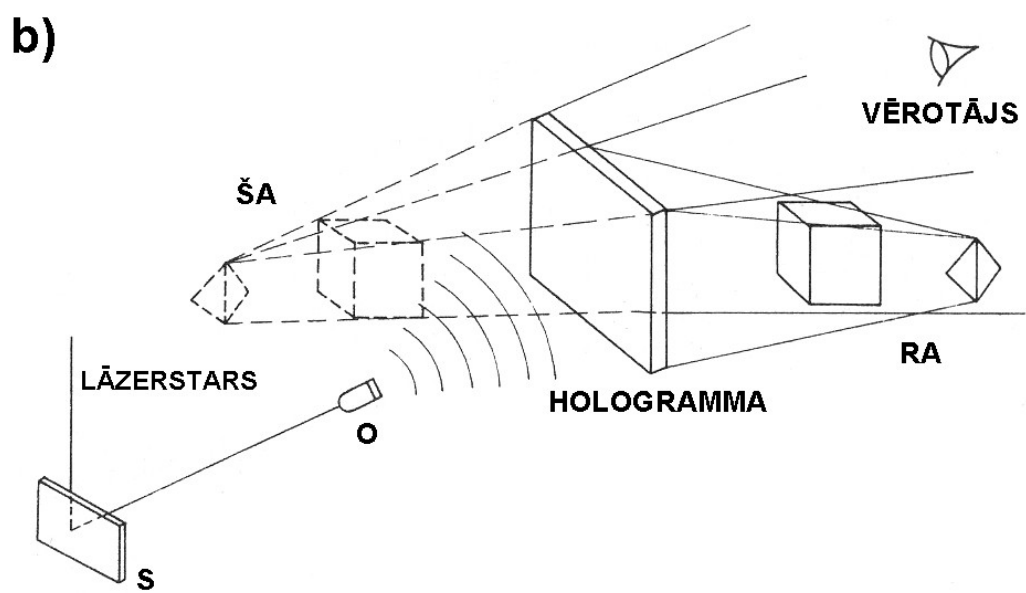
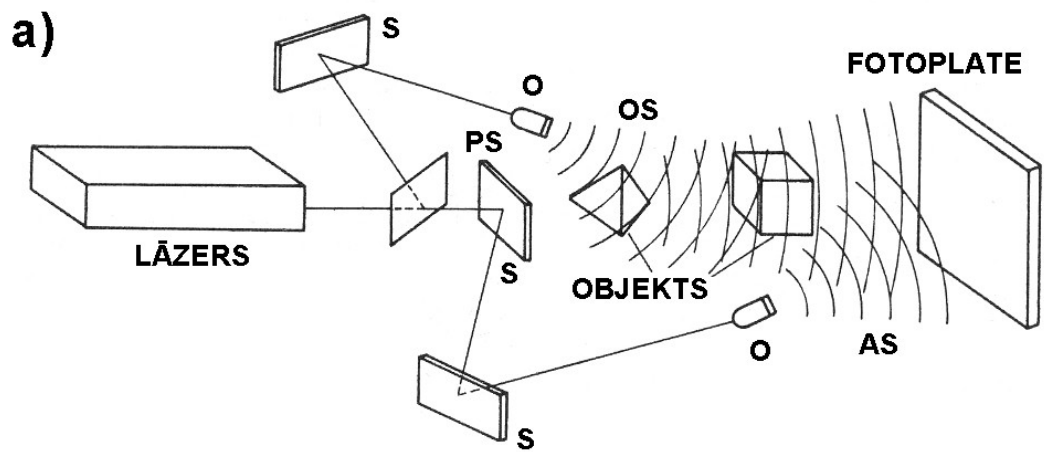
### Citētā literatūra

1. *Johnston S.F.* Holographic Visions, A History of New Science. Oxford: Oxford University Press, 2006. – 518 p.
2. *Švarcs K., Ozols A.* Hologrāfija – revolūcija optikā. Rīga: Zinātne: 1975.- 208 lpp.
3. Hologrāfija. Latvijas Padomju Enciklopēdija, 4.sējums. Rīga: Galvenā Enciklopēdiju redakcija, 1983. – 125. – 127. lpp.
4. *Сафронов Г.С., Сафронова А.П.* Введение в радиоголографию. Москва: Советское Радио, 1973. – 288 с.
5. *Shekhawat G.S., Dravid V.P.* Nanoscale imaging of buried structures via scanning near-field ultrasound holography// *Science*. 2005. - vol.310, No 5745. - pp.89-92.
6. *Chapman H.N., Hau-Riege S.P., Bogan J.M. et al.* Femtosecond time delay X-ray holography// *Nature*. 2007. - vol.448, No 7154. - pp.676 – 679.
7. *Tonomura A.* Electron holography: a new view of the microscopic// *Physics Today*. April 1990. - pp. 22 – 29.
8. *Sur B., Rogge R.B., Hammond R.P., Anghel V.N.P., Katsaras J.* Atomic structure holography using thermal neutrons// *Nature*. 2001. - vol. 414, No 6863 - pp.525 – 527.
9. *Bernet S., Abfalterer R., Keller C., Schmiedmayer J., Zeilinger A.* Diffractive matter wave optics in time// *Journ. Opt. Soc .Am . B*. 1998. - vol.15, No12. - pp.2817 – 2822.

10. *Valters A., Apinis A., Ogriņš M., Danebergs A., Lūsis Dz., Okmanis A., Čudars J.* Fizika. Rīga: Zvaigzne, 1992. - 660 lpp.
11. *Caune D.* Gaismas spēles kalps // Diena. - 1999. - 8. jūlijs.
12. *Kanepone A.* Titulētais latvis, hologrāfijas profesors // Neatkarīgā Rīta Avīze. - 1999. - 8. jūlijs.
13. Juris Upatnieks. Available: [http:// www.upatnieks.com/Juris%20Upatnieks%20-%20100.htm](http://www.upatnieks.com/Juris%20Upatnieks%20-%20100.htm) (skatīts 20.08.07).
14. *Gabor D.* A new microscopic principle // Nature. 1948. - vol. 161, No 4098. - pp. 777-778.
15. *Leith E., Upatnieks J.* Reconstructed wavefronts and communication theory // Journ. Opt. Soc. Am. 1962. - vol. 52, No 10. - pp. 1123 - 1130.
16. *Upatnieks J.* Edge-illuminated holograms // Applied Optics. 1992. - vol. 31, No 8. - pp. 1048 - 1052.
17. *Upatnieks J.* Compact holographic sight // Proc. SPIE. - 1988. - vol. 883. - pp. 171 - 176.
18. *Ozols A.* Ultraīso impulsu lāzeri // Zvaigžņotā Debess. - 1986. g. pavasaris. - 9.-12. lpp.
19. *Bohm D., Capra F., Ferguson M., Pribram K.H., Wilber K .u.a.* Das Holographische Weltbild. Bern: Scherz Verlag, 1986. - 320 S.
20. *Talbots M.* Hologrāfiskais Visums. Rīga: Jumava, 2009, - 349 lpp.
21. *Smolin Lee.* Three Roads to Quantum Gravity. New York: Basic Books, A Member of the Perseus Book Group, 2001. - 245 p.
22. *Susskind L.* The Cosmic Landscape. New York: Back Bay Books, 2006. - 403 p.
23. *Hokings St.* Visums rieksta čaumalā. Rīga: Jāņa Rozes apgāds, 2003. - 216 lpp.
24. *Hawking S and Mlodinow L.* The Grand Design. New York: Bantam Books Trade Paperback Edition, 2010 - 199 p.



1.attēls



2.attēls



3.attēls



4.attēls



5.attēls