



---

**Original Article: DINAMICHE INTERANNUALI E STAGIONALI DI RICADUTA  
ATMOSFERICA IN IRKUTSK (RUSSIA)**

**Citation**

Marinaite I.I., Golobokova L.P., Netsvetaeva O.G., Filippova U.G., Khodzher T.V., Dinamiche interannuali e stagionali di ricaduta atmosferica in Irkutsk (Russia). *Italian Science Review*. 2014; 3(12). PP. 277-283.

Available at URL: <http://www.ias-journal.org/archive/2014/march/Marinaite.pdf>

**Authors**

Irina I. Marinaite, Cand. Chem. Sci., Limnological Institute SB RAS, Russia.

Ljudmila P. Golobokova, Cand. Tech. Sci., Limnological Institute SB RAS, Russia.

Olga G. Netsvetaeva, Cand. Geo. Sci., Limnological Institute SB RAS, Russia.

Uljana G. Filippova, Cand. Geo. Sci., Limnological Institute SB RAS, Russia.

Tamara V. Khodzher, Dr. Geo. Sci., Limnological Institute SB RAS, Russia.

Submitted: February 21, 2014; Accepted: February 25, 2014; Published: March 31, 2014

**Introduzione**

Tra i principali problemi ambientali è quello di modificare la composizione della deposizione atmosferica, che conduce a violazioni del funzionamento degli ecosistemi terrestri e acquatici. Numerosi esempi di questi cambiamenti sono ben noti in Europa e Nord America [4, 7]. Regione di Baikal per il problema dei depositi acidi non era tagliente, anche se studi precedenti hanno mostrato bassi valori di pH e bassa capacità tampone dell'acqua neve. [2] I più colpiti sono sottoposti alle emissioni in atmosfera di aree industriali. La nostra ricerca completa si concentra sullo stato attuale dell'atmosfera di Irkutsk.

Irkutsk - una grande città con una infrastruttura di trasporto sviluppata e industria. La principale fonte di inquinamento atmosferico in Irkutsk è il trasporto su strada. A partire dal 1 Gennaio 2012 le emissioni dai gas di scarico dei veicoli è pari a 100.910 tonnellate, mentre le emissioni da fonti fisse - 69,03 tonnellate

[1]. Quantità di impurità che entrano nell'atmosfera è in costante crescita. Secondo il Ministero delle Risorse Naturali ed Ecologia della Russia Irkutsk incluso nella lista delle città russe con un inquinamento atmosferico elevato.

**Materiali e metodi**

Il continuo monitoraggio delle deposizioni atmosferiche in Irkutsk condotto dal 2000 alla stazione "Irkutsk" (52.1°N, 104,2°E; 469 m slm), istituito nell'ambito del piano nazionale di partecipare a una rete internazionale di monitoraggio acido deposizione nel sud est asiatico (EANET) [5]. stazione si trova nella parte meridionale della città, sulla riva sinistra. Hangar. Alla stazione di campionamento gas aerosol atmosferici nello strato superficiale e precipitazioni (pioggia e neve). Campionamento dell'aria è stato applicato unità filtro, che insieme con l'accumulo aerosol dirette condotte selezione contemporanea di impurezze di gas. Il metodo è utilizzato in reti

internazionali e monitoraggio EANET EMEP [6]. I campioni per la determinazione degli idrocarburi aromatici policiclici (PAH aerosol) sono state raccolte su filtri in fibra di vetro. Affrontare precipitazione è stata effettuata in base alla stagione in un contenitore di plastica (neve) o il circuito precipitazione (Giappone). In estratti acquosi aerosol filtri e soluzioni di precipitazione con concentrazioni di ioni  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ . Contenuto di composti gassosi  $\text{SO}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NH}_3$  è stato calcolato sulla base dell'analisi degli ioni corrispondenti. Analisi Ion stata effettuata liquida ad alta prestazione e cromatografia ionica, spettrofotometria di assorbimento atomico, photocolorimetry, potenziometria [6]. Determinazione del PAU è stato eseguito da cromatografia-spettrometria di massa gas.

#### **Discussione dei risultati della ricerca**

##### *Tracce di gas atmosferici e aerosol*

Combustione di combustibili fossili in vari processi di produzione è una delle principali fonti di acidificanti impurità gas nell'atmosfera. Nelle aree densamente popolate di carburante Siberia bruciare sostanzialmente dipende dalla temperatura dell'aria entro l'anno (inverno, più in estate - meno), così di anno in anno (negli anni freddi - ancora a caldo - di meno). A questo proposito, l' inquinamento atmosferico totale, e in particolare la concentrazione di biossido di zolfo e azoto sono soggetti a variazioni stagionali e interannuali. Il mensile media stagionale durante l' inverno concentrazione  $\text{SO}_2$  v Irkutsk, in media molto superiore a quella estiva. Tracciato il corso della temperatura interannuale media invernale (dicembre, gennaio, febbraio). L'accumulo di gas in Irkutsk correla bene con i cambiamenti nella curva della temperatura. Le loro concentrazioni sono più alte nei periodi più freddi (Fig. 1). Il più grande contributo alla somma dei gas rende tenore di anidride solforosa determina il corso base della loro concentrazione media di lungo termine. 13 anni durante il periodo di studio, con una significativa variabilità

interannuale nella concentrazione media di  $\text{SO}_2$  nel trend di lungo periodo osservato durante il suo aumento graduale. Ciò indica mancanza di misure per ridurre le emissioni di  $\text{SO}_2$  nella regione di Irkutsk.

La composizione del gas nell'atmosfera comprende alcuni contenente azoto, acido coinvolti nella sedimentazione. Il processo risultante di acido nitrico ( $\text{HNO}_3$ ) può rimanere a lungo in uno stato gassoso a causa della sua bassa condensa. Per Art. Irkutsk variazione annuale kontsentratsiy  $\text{HNO}_3$  v 2000-2010. fatta 0,09-1,17  $\text{mg}/\text{m}^3$ , con minimi nel 2000 e nel 2007 con l'inverno più caldo e picchi nel 2001, 2005 e 2010, quando la temperatura media invernale è stato il più basso.

Il contenuto di ammoniaca nell'atmosfera della città di Irkutsk dipendeva non solo dalla temperatura dell'aria. In inverno, il periodo freddo l'accumulo di queste emissioni di gas associate al settore dell'energia e dei trasporti. Nella stagione calda, un importante fornitore di ammoniaca in atmosfera è la decomposizione biologica dei prodotti biologici di vegetazione e il suolo. Le piogge in questo periodo dell'anno contribuisce al rapido dilavamento di ammoniaca dall'atmosfera. Per esempio, in fig. 2 mostra l' evoluzione della concentrazione di ammoniaca in atmosfera di Irkutsk nel 2012. Precipitazioni massima in estate è sceso dal 4 al 25 luglio. Contenuto  $\text{NH}_3$  ridotto fino ad un minimo. Dal 25 giugno al 1 agosto a causa di alte temperature dell'aria (fino a  $28^\circ\text{C}$ ) e in assenza di precipitazioni di ammoniaca nell'aria aumentato.

Successivamente, dalla figura che la precipitazione aiuta a ridurre nuovamente ammoniaca nell'atmosfera. Durante gli stessi periodi, una diminuzione della temperatura dell'aria. Osservazioni durante il periodo di studio hanno mostrato che la variazione di temperatura nella stagione calda e la presenza/assenza di precipitazioni influenzano il contenuto di ammoniaca nell'atmosfera di Irkutsk. Dipendenza simile si osserva per l'acido nitrico gassoso.

Un'influenza significativa sulla composizione chimica dell'atmosfera rende HCl. Forma disciolta HCl è la parte più reattiva, e quindi pericoloso di gas inquinanti per l'atmosfera. In un clima di Irkutsk pronunciate concentrazioni picchi HCl ( $0,4-0,6\text{g/m}^3$ ) si manifesta in primavera (aprile-maggio) e l'autunno (ottobre-novembre) periodi. L'alto contenuto di gas si osserva nella ricorrenza frequente di venti sud-orientali e quartieri nord-occidentale. Fonti di composti di cloro gassosi in settori quali il trasferimento di masse d'aria può essere da emissioni industriali Bajkal'sk (BTCBK), Usolie siberiano (OOO "Usoliekhimprom") e Sajan (JSC "Sayanskhimplast"). V2005 - 2009 gg. rispetto al 2000-2004. c'è stata una riduzione dell'inquinamento atmosferico strato superficiale concentrazioni medie annue HCl, ma nel 2010-2012. contenuto di questo gas è aumentato notevolmente, e le concentrazioni erano molto superiore al livello di 2001-2003.

Il confronto dei risultati delle analisi chimiche della frazione solubile di aerosol a Irkutsk per il periodo 2000-2012 gg. studi precedenti non trova differenze fondamentali nella composizione qualitativa degli aerosol [3]. Predominante in aerosol di cationi sono ioni.  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{Ca}^{2+}$ , di anioni  $-\text{SO}_4^{2-}$  (Tabella 1).

Il rapporto quantitativo di concentrazioni medie annue di ioni dipende dal periodo dell'anno e la portata dell'impatto umano nell'area di studio. In un clima di Irkutsk elevato valore medio della somma degli ioni nella frazione solubile di aerosol marcati nel 2000-2001., Che ha raggiunto  $9,4\text{ mg/m}^3$ . Nel periodo successivo fino al 2006 era una diminuzione del contenuto totale di ioni in aerosol. Ridurre la loro massa è dovuto principalmente alle concentrazioni di  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  e  $\text{HCO}_3^-$ . Ovviamente, la messa in servizio del territorio di Irkutsk grande cogenerazione dotato di elettrostatica moderna ha contribuito a purificare l'atmosfera. Nel periodo attuale (2007-2012

gg.) Illustra la tendenza ad un aumento della quantità di solidi disciolti in aerosol.

Dinamica stagionale della quantità di ioni nella frazione solubile in acqua di aerosol nell'atmosfera di Irkutsk in buon accordo con le dinamiche del gas totale (Fig.3). La maggiore concentrazione di ioni nel aerosol contenute nelle stagioni fredde. Tuttavia, durante i mesi più caldi, al contrario di gas, c'è un leggero aumento delle concentrazioni di aerosol. Forse in questo periodo è aumentato fattore di erosione e l'influenza della vegetazione al suolo.

Variabilità delle concentrazioni di aerosol PAU strato di terra atmosfera urbana è stagionale in natura. Le massime concentrazioni di questi inquinanti si trovano nella stagione fredda ( $20-430\text{ ng/m}^3$ ). Durante questo periodo, risultano superiori PDK per benzo (a) pirene a 30 volte (fig. 4).

Nei mesi più caldi, marcata diminuzione delle concentrazioni nell'atmosfera a PAU 10 20. Sommario quantità di benzo (g, h, i) perilene, indeno (1,2,3 -c, d) pirene idibenz (a, h) antracene indicatori di inquinamento ambiente su strada in campioni di aerosol estivi raggiunto il 25% in inverno, fino al 5%. Fluorantene e pirene in aerosol inverno raggiunto il 46%, in estate è stato dell' 8%. Secondo il fluorantene letteratura e pirene associati alla combustione del carbone, e crisene e benzo (b) fluorantene dominato da emissioni da fonti fisse. Contenuti crisene e benzo (b) fluorantene durante l'anno variano leggermente ed è stato il 20-30% del valore rilevato PAU. Secondo l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro del gruppo sono potenzialmente cancerogeni IPA "pesanti" (benzo (k) fluorantene, benzo (b) fluorantene, benzo (a) pirene, benzo (g, h, i) perilene, indeno (1,2,3-c, d) pirene, dibenz (a, h) antracene). Sulla base di questa classificazione si può concludere che fino al 70% di aerosol urbani sono rischio cancerogeno per la salute umana.

Sulle relative concentrazioni di IPA in atmosfera tenuto determinazione dell'età

delle masse d'aria. X = rapporto di benzo (a) antracene/crisene ha un valore inferiore a 0,4 in campioni di aerosol situati lungo tempo nell'atmosfera, il rapporto di X varia 0,50-1,43 per l'inquinamento "fresco" da fonti locali. I valori più bassi di X (0,25-0,35) sono stati ottenuti per aerosol estate Irkutsk. I valori massimi di X (0,45-0,70) sono tipiche di aerosol campionato in inverno.

#### *Precipitazione*

In 2000-2010, contenuto totale medio annuo di ioni in precipitazioni Irkutsk variato entro 12-28  $\text{dm}^3$ , con una media di 20 fattori  $\text{mg}/\text{dm}^3$ . Osnovnymi che influenzano la variabilità della composizione chimica delle precipitazioni atmosferiche, sono le emissioni antropogeniche di inquinanti in atmosfera, la stessa naturale - la quantità di precipitazione. Così, almeno, le emissioni V2005 e una grande pioggia annuale (oltre 500 mm/anno) ha contribuito a ridurre la quantità di ioni più di B1, 5 volte rispetto al 2000-2004 sostanze 2009-2010 gg.v gg.kolichestvo rilasciati in atmosfera dopo riduzioni 2005-2008. nuovamente avvicinati al livello di 2000-2004., e grazie alla minore quantità annuale di precipitazioni di ioni in essi è aumentata (Fig. 5). Osservate le dinamiche stagionali di mineralizzazione variabilità delle precipitazioni. La sua massima registrata durante il periodo freddo ed è associata con precipitazioni inferiori (4-5 volte) e più inquinamento dell'aria. Gli ioni definire mineralizzazione stazione precipitazioni Irkutsk, yavlyayutsya  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ . Le loro concentrazioni più elevate a Irkutsk contrassegnati marzo, almeno nei mesi estivi, quando possibile pioggia.

Di grande interesse è l'acidità delle precipitazioni. pH medio nei sedimenti di Irkutsk definita all'interno di 5.9. La pioggia acida è di solito superiore a quella della neve. pH medio annuo di neve e pioggia precipitazioni a Irkutsk variava 5,5-6,47. Bassa pH nel periodo caldo a causa di minor contenuto in atmosfera di componenti alcalini vengono lavati più

frequentemente che nel periodo freddo, pioggia. Le piogge con un pH inferiore a 5,0-2010 è diminuita di 1,5 volte. Deposizione massima acida registrato nel 2007

#### **Conclusion**

Monitoraggio delle deposizioni atmosferiche in Irkutsk ha mostrato un aumento di mineralizzazione delle precipitazioni, soprattutto in inverno, durante gli ultimi cinque anni di osservazione. Allo stesso tempo aumenta la quantità di impurezze gassose nell'aria della città a causa di un aumento delle emissioni di impurità nell'atmosfera dalle aziende cittadine e veicoli. Indagine della "età" di IPA indica la ricezione e l'accumulo di contaminanti nell'aria della città in inverno. Progetti di integrazione Questo lavoro è stato sostenuto finanziariamente SO RAN #8 e 25 (2012-2014.).

#### **References:**

1. On the state and Environmental Protection of the Irkutsk region in 2011. State Report. Irkutsk, 2012. p.390.
2. Sorokovikova L.M., 2004. Effect of precipitation on the chemical composition of river waters of Southern Baikal. L.M. Sorokovikova, O.G. Netsvetaeva, I.V. Tomberg, etc. Atmospheric and Oceanic Optics, Volume 17, #5-6, pp. 423-427.
3. Khodzher T.V., 2006. Chapter 1. Monitoring of atmospheric aerosols of Siberia and the Russian Arctic basin. T.V. Khodzher, L.P. Golobokova, E.V. Molozhnikovai others. Integration projects of SB RAS. Issue 9. Aerosols of Siberia, pp. 58-148.
4. Brimblecombe P., 2007. Acid Rain-Deposition to Recovery. P. Brimblecombe, H. Hara, D. Houle, etc. Springer, 427p.
5. Data Report 2010. NetworkCenter for EANET, 2012. 313 p.
6. Manual for sampling and chemical analysis. EMEP Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe. NILU: EMEP.CCC-Report 1.95. Reference: 0-7726. EMEP.1996. 176 p.

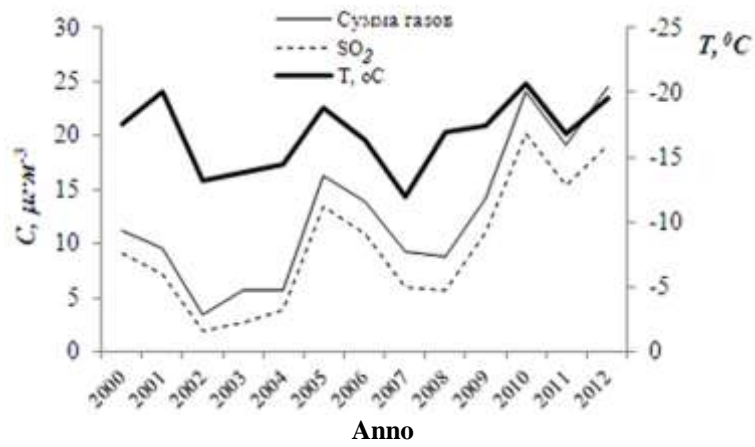


Fig. 1. Variazione interannuale nella concentrazione media di gas totale, SO<sub>2</sub> (mkg/m<sup>3</sup>) nell'atmosfera di Irkutsk e media invernale (dicembre, gennaio, febbraio) temperatura (0 ° C)

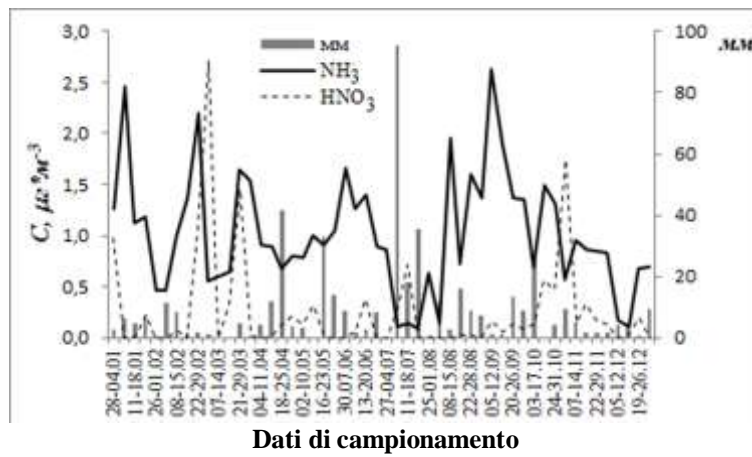


Fig. 2. Ammoniaca gassosa e acido nitrico nell'atmosfera (mkg/m<sup>3</sup>) e la quantità di caduta precipitazioni (mm) nella stazione di Irkutsk nel 2012

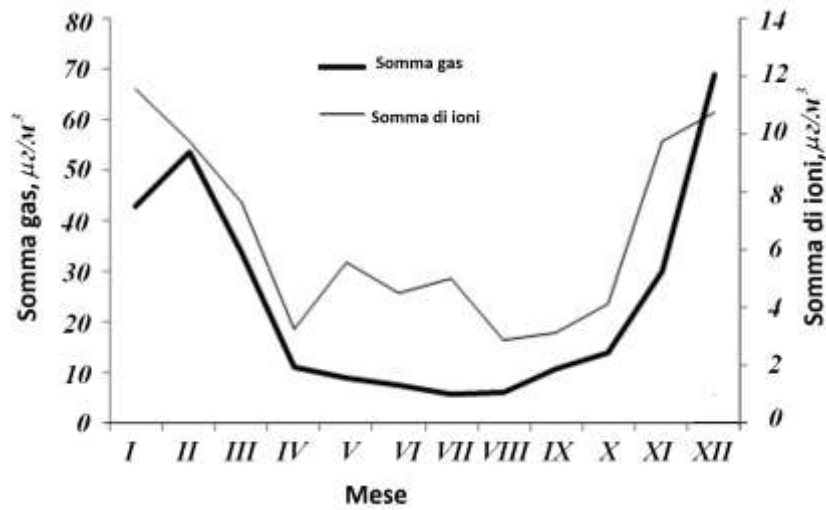


Fig. 3. Interannuale variazioni stagionali di gas totale e la quantità di ioni in aerosol nell'atmosfera Irkutsk

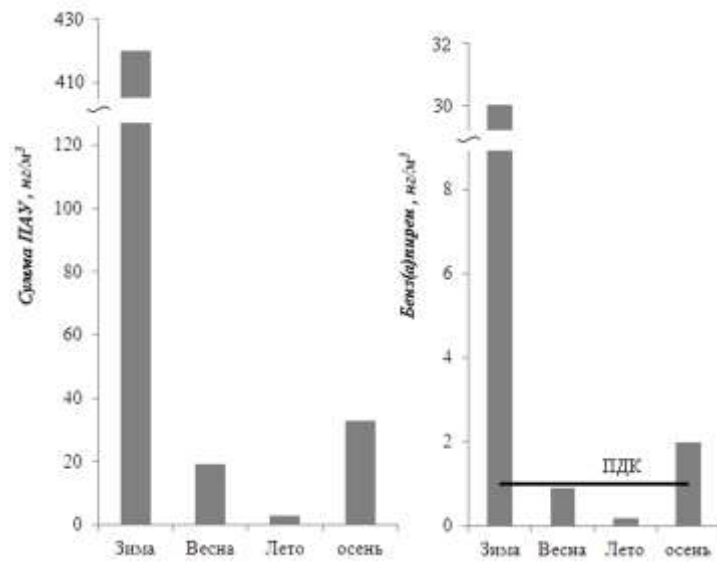


Fig. 4. Dinamica stagionale degli PAU in aerosol Irkutsk

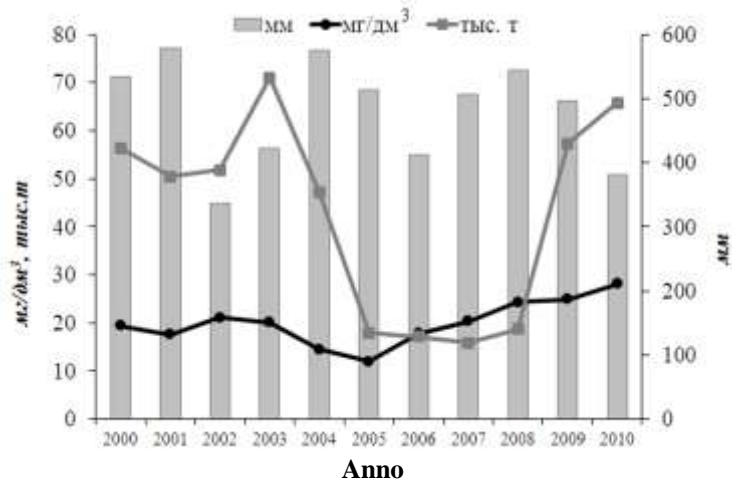


Fig. 5. Dinamica emissioni di inquinanti atmosferici provenienti da fonti fisse a Irkutsk (mig t), precipitazioni (mm) e la quantità di ioni di precipitazioni

Tabella 1

Concentrazioni medie Inter-annuali di alcuni ioni e la quantità di ioni in aerosoleg. Irkutsk, mkg/m<sup>3</sup>

Mese	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Σioni
I	4,63±1,50	1,42±0,73	1,35±0,61	0,25±0,19	0,55±0,21	9,25±3,24
II	3,68±2,15	1,43±0,63	1,14±0,73	0,27±0,20	0,55±0,21	8,02±3,92
III	2,54±1,23	0,97±0,59	0,76±0,51	0,31±0,22	0,45±0,31	5,89±3,29
IV	2,38±1,78	0,72±0,52	0,74±0,67	0,21±0,10	0,54±0,25	5,94±3,11
V	2,06±0,68	0,75±0,52	0,58±0,34	0,16±0,12	0,69±0,43	5,77±2,37
VI	1,81±1,83	0,95±1,67	0,65±1,17	0,14±0,19	0,42±0,23	5,60±5,55
VII	1,93±1,78	0,36±0,33	0,54±0,67	0,12±0,11	0,41±0,24	4,64±3,00
VIII	1,32±0,84	0,34±0,27	0,46±0,71	0,11±0,16	0,34±0,22	3,88±3,35
IX	1,21±0,49	0,37±0,35	0,36±0,17	0,11±0,12	0,44±0,15	3,73±0,92
X	1,59±0,96	0,47±0,36	0,42±0,26	0,13±0,08	0,42±0,23	4,22±1,64
XI	3,46±2,91	1,15±1,13	1,11±1,01	0,32±0,29	0,51±0,32	7,93±5,62
XII	5,42±3,96	1,74±1,20	1,73±1,19	0,33±0,20	0,62±0,35	11,29±5,93