

Заключение. Общие выводы.

Проведено комплексное исследование влияния интеркалирования атомов $3d$ -металлов на магнитные, тепловые, электрические свойства систем $M_x\text{TiSe}_2$ ($M=3d$ -металл) в зависимости от сорта и концентрации интеркалянта.

1. Установлена корреляция между величиной эффективного магнитного момента внедренных d -ионов и параметра c гексагональной структуры соединений $M_x\text{TiSe}_2$, что указывает на наличие зависимости эффективного момента от степени гибридизации $3d$ -состояний интеркалянта с электронными состояниями матрицы, а также свидетельствует о зонной природе магнитного момента.
2. Обнаружено, что Паулиевский вклад в магнитную восприимчивость соединений $M_x\text{TiSe}_2$ коррелирует с зависимостью относительной деформации решетки в направлении перпендикулярном слою от порядкового номера внедренного $3d$ -элемента. Немонотонное изменение этих характеристик от порядкового номера внедренного элемента позволяют предположить, что степень гибридизации электронных состояний внедренных атомов и матрицы TiSe_2 , которая определяет деформацию решетки, зависит от заполнения $3d$ -оболочки внедренных атомов.
3. Впервые получены данные о магнитном состоянии соединений $M_x\text{TiSe}_2$ ($M = \text{Mn}, \text{Co}, \text{Ni}$). Показано, что в соединениях, интеркалированных марганцем (до $x = 0.5$) и кобальтом (до $x = 0.33$) в области низких температур формируется состояние типа спинового или кластерного стекла, в то время как соединения, интеркалированные никелем вплоть до $x = 0.5$, проявляют парамагнитное поведение во всем интервале температур от 2 до 350 К. Впервые показано, что фазовый переход из антиферромагнитного в ферромагнитное состояние в соединениях Fe_xTiSe_2 ($x \geq 0.33$) происходит в более высоких магнитных полях ($H_K \sim 250$

– 270 кЭ), чем в соединениях Cr_xTiSe_2 ($H_k \sim 10\text{-}20$ кЭ). Такое различие связывается с особенностями магнитной структуры этих соединений.

4. Впервые получены экспериментальные свидетельства, указывающие на возможное возвращение перехода в состояние с волной зарядовой плотности высокоинтеркалированных соединений $M_x\text{TiSe}_2$.
5. Показано, что интеркалирование соединения TiSe_2 атомами $3d$ -металлов приводит к изменению жесткости кристаллической решетки, в частности, к ее увеличению в соединениях, в которых наблюдается сжатие решетки в направлении, перпендикулярном Se-Ti-Se слоям. В соединениях Ni_xTiSe_2 сжатие решетки сопровождается значительным уменьшением плотности состояний фононов в области низких частот.
6. Показано, что наибольшие величины магниторезистивного эффекта (~ -6 % на порошковых образцах) наблюдаются в области малых концентраций интеркалянта соединениях $M_x\text{TiSe}_2$, интеркалированных марганцем. Снижение величины магниторезистивного эффекта с увеличением концентрации интеркалянта связывается с ростом энергии обменного взаимодействия.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает благодарность научному руководителю, д.ф.-м.н., заведующему кафедрой физики конденсированного состояния Уральского государственного университета Баранову Николаю Викторовичу за предоставление темы диссертации и руководство работой.

Горячо и искренне благодарю д.ф.-м.н. Э.З.Курмаева, заведующего лабораторией рентгеновской спектроскопии ИФМ УрО РАН, и к.ф.-м.н. А.Н.Титова за интерес к работе, моральную и материальную поддержку в проведении моих исследований.

Благодарю к.ф.-м.н. Плещева В.Г., профессора кафедры физики конденсированного состояния ГОУ ВПО УрГУ, за то, что обучил меня многим тонкостям и премудростям методики синтеза исследованных мной интеркалированных веществ. Очень признателен Н.В. Селезневой за оказанную помощь в аттестации образцов. Выражаю благодарность всем сотрудникам кафедры физики конденсированного состояния УрГУ за теплую и дружескую атмосферу в рабочем коллективе, а также за оказанные консультации по вопросам, возникавшим у меня по ходу исследований.

Благодарю также работников криогенной станции УрГУ, без технической помощи которых было бы невозможным получение результатов, представленных в главе 4.

Особую благодарность выражаю своей маме, Максимовой Людмиле Вениаминовне, за терпение и родительское участие при подготовке диссертации.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Whittingham M.S., Ebert L.B. // F.A.Levy(Ed.), *Intercalated Layered Materials*, Reidel, Dordrecht, 1979.
- [2] Velikanova T.V., Titov A.N., Mityashina S.G., and Vdovina O.V. *Cobalt-Selective Electrode Based on Titanium Ditelluride Intercalated with Cobalt.* // *J.Anal.Chem.* 2001, V.56, No1. P.56-59.
- [3] Velikanova T.V., Titov A.N., and Malkova M.A. *Chromium(III)-Selective Electrodes Based on Titanium Dichalcogenides Intercalated with Chromium.* // *J.Anal.Chem.* 2001, V.56, No 7. P. 666-670.
- [4] Pleschov V G, Baranov N V, Titov A N, Inoue K, Bartashevich M.I and Goto T. *Magnetic properties of Cr-intercalated $TiSe_2$.* // *J. Alloys and Comp.* 2001. V.320 P.13-17
- [5] Соболев В.В., Немошкаленко В.В. *Методы вычислительной физики в теории твердого тела. Электронная структура дихалькогенидов редких металлов.* Киев, Наукова думка, 1990.
- [6] Плещев В.Г., Титов А.Н., Куранов А.В. *Электрические и магнитные свойства диселенида титана, интеркалированного кобальтом.* // *Физ. Тверд. Тела.* 1997. Т.39, вып.9. С.1618-1621.
- [7] Starnberg H.I. *Recent developments in alkali metal intercalation of layered transition metal dichalcogenides.* // *Modern Phys. Lett. B.* 2000. V.14, No.13. P.455-471.
- [8] F.J. Di Salvo, D.E.Moncton, J.V.Waszczyk, *Electronic properties and superlattice formation in the semimetal $TiSe_2$.* // *J.Phys.Rev.B.* 1976. V.14, Iss.10. P. 4321-4328.
- [9] J.M.E.Harper, T.H.Heballe, F.J.DiSalvo. *Thermal properties of layered transition-metal dichalcogenides at charge density wave.* // *Phys.Rev.B,* 1977. V.15. P. 2943.

- [10] Inoue M., Hughes H.P., and Yoffe A.D. *The electronic and magnetic properties of the 3d transition metal intercalates of TiS_2* . // Adv. Phys. 1989. V.38, No.5. P. 565-604.
- [11] Куранов А.В., Плещев В.Г., Титов А.Н., Баранов Н.В., Красавин Л.С. *Влияние интеркаляции 3d-элементами на структуру и физические свойства диселенида титана M_xTiSe_2 ($M=Cr, Fe, Co$)*. // Физ. Тверд. Тела. 2000. Т.42, вып.11. С.2029-2032.
- [12] Hibma T. *Intercalation Chemistry*. Academic Press, London, 1982.
- [13] Powder diffraction files. Картотека программы PDWin3.0. Версия 2.03. НПП «Буревестник» С.Петербург, 1999г.
- [14] Плещев В.Г., Титов А.Н., Титова С.Г. *Структурные характеристики и физические свойства диселенида и дителлурида титана, интеркалированных кобальтом*. // Физ. Тверд. Тела. 2003. Т.45, вып.3. С.409-412.
- [15] Титов А.Н. *Электронные эффекты в термодинамике интеркалатных материалов с сильным электрон-решеточным взаимодействием*. Диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. Екатеринбург, 2005.
- [16] C.M.Fang, R.A.de Groot, and C.Haas. *Bulk and surface electronic structure of $1T-TiS_2$ and $1T-TiSe_2$* . // Phys.Rev.B. 1997. V.56, Iss.8. P.4455-4463.
- [17] N.Suzuki, T.Yamasaki, and K.Motizuki, *Electronic band structures and bond orders of $M_{1/3}TiS_2$ ($M=Mn, Fe, Co, Ni$)*. // J.Phys.Soc. of Japan, 1989. Vol.58. No.9. P.3280-3289.
- [18] Thompson A. H. *Electron-Electron Scattering in TiS_2* . // Phys. Rev. Lett. 1975, V.35, Iss.26. P.1786-1789.
- [19] Thompson A. H., Pisharody H. R., and Koehler R. F. *Experimental Study of the Solid Solutions $Ti_xTa_{1-x}S_2$* . // Phys. Rev. Lett. 1972. V. 29, Iss.3. P.163-166.

- [20] J.A.Wilson, F.J.DiSalvo, and S.Mahajan, *Charge-density waves and superlattices in the metallic layered transition metal dichalcogenides.* // *Adv.Phys.*, 1975. Vol.24. Num.2. P.117-201.
- [21] P.M.Williams, S.B.Scruby, and Tatlock G.J. Charge density waves in $2H-NbSe_2$. // *Sol.State Commun.*, 1975. Vol. 17, Iss.9. P.1197-1200.
- [22] D.E.Moncton, J.D. Axe, and F.J.DiSalvo. *Study of Superlattice Formation in $2H-NbSe_2$ and $2H-TaSe_2$ by Neutron Scattering.* // *Phys.Rev.Lett.* 1975. V.34, Iss.12. P.734-737.
- [23] Margaritondo G., Bertoni C., Weaver J.et.al. *Density of states near E_f in $TiSe_2$.* // *Phys.Rev. B.* 1981. V.23, Iss.8. P.3765-3769.
- [24] White R.M. and Lucovsky G. *Suppression of antiferroelectricity in $TiSe_2$.* // *Nuovo Cimento Soc.Ital.Fis.B*, 1977. Vol.38. N.2. P.280-289.
- [25] Yosida Y., Motizuki K. *Electron-lattice interaction and instability of $1T-TiSe_2$.* // *J. Phys.Soc. Jap.* 1980. V.49. P.898.
- [26] T E Kidd, T Miller, M Y Chou and T -C Chiang. *Electron-Hole Coupling and the Charge Density Wave Transition in $TiSe_2$.* // *Phys. Rev. Lett.* 2002. V.88, Iss.22. P.226402-1 – 226402-4.
- [27] A.Bussmann-Holder, and H.Buttner. *Charge-density-wave formation in $TiSe_2$ driven by an incipient antiferroelectric instability.* // *J. Phys.: Condens. Matter.* 2002. V.14, Iss.34. P.7973-7979.
- [28] M Holt, P Zschak, H Hong, M Y Chou and T -C Chiang, *X-Ray studies of phonon softening in $TiSe_2$.* // *Phys. Rev. Lett.*, 2001. Vol.86. Num.17. P.3799-3802.
- [29] D.K.G.DeBoer, C.F.van Bruggen, G.W.Bus, R.Coehoorn, C.Haas, G.A.Sawatzky, H.W.Myron, D.Norman and H.Padmores, *Titanium ditelluride: Band structure, photoemission, and electrical and magnetic properties.*// *Phys.Rev.B*, 29 (1984) 6797.
- [30] Philip B.Allen, N.Chetty, *$TiTe_2$: Inconsistency between transport properties and photoemission results.* // *Phys.Rev.B*, 50 (1994) 14855.

- [31] M.Inoue, H.Negishi, S.Sonokawa, *Specific heat and lattice dynamics of layered TiS_2 crystal.*//Z.Phys.B – Condens. Matter, 67 (1987) 319.
- [32] R A Craven, F J Di Salvo and F S L Hsu, *Mechanisms for the 200 K transition in $TiSe_2$: a measurement of the specific heat.* // Solid State Commun 25 (1978) 39.
- [33] T.Kusawake, Y.Takahashi, M.Yong Wey, and Ken-ichi Ohshima, *X-Ray structure analysis and electron density distributions of the layered compounds Cu_xTiS_2 .* // J.Phys.: Condens. Matter, 2001. Vol.13. Iss.44. P.9913-9922.
- [34] Y.Ohno, K.Kaneda, and K.Hirama. *X-Ray absorption spectra and electronic structures of post-transition-metal intercalates of TiS_2 and NbS_2 .*// Phys.Rev.B, 1984. V.30. P.4648-4652.
- [35] Y.Tazuke, K.Kuwazawa, Y.Onishi, and T.Hashimoto, *Magnetic and electrical properties of Cu_xTiS_2 .*//J.Phys.Soc. of Japan, 1991. V.60. P.2534-2543.
- [36] Plovnick R.H., Perloff D.S., Vlasse M., and Wold A, *Electrical and structural properties of some ternary chalcogenides of titanium.* // J.Phys.Chem.Solids 1968. V.29. P.1935-1940.
- [37] Y.Arnaud, M.Chevretton, A.Ahouandjinou, M.Danot, J.Rouxel, *Etude structurale des composes M_xTiSe_2 ($M=Fe, Co, Ni$).* // J.Solid State Chem., 1976. Vol.18. P.9.
- [38] Y.Arnaud et M.Chevretton. *Etude structurale des composes $Fe_{0.25}TiSe_2$ et $Co_{0.25}TiSe_2$ a cristaux macles. Surstructures et degre d'ordre des lacunes.* // J.Solid State Chem., 1981. Vol.36. P.151.
- [39] S.Muranaka and T.Takada. *Grows and electrical properties of $FeMe_2X_4$ ($Me=Ti, V$; $X=S, Se$) single crystals.*// Bull.Inst.Chem.Res., Kyoto Univ., Vol.51, No.5, 1973.
- [40] Плещев В.Г., Титов А.Н. Баранов Н.В. *Структурные характеристики и физические свойства диселенида титана, интеркалированного марганцем.* // Физ.тверд.тела, 2002. Т.44, вып.1. С.62-65.
- [41] Плещев В.Г., Топорова Н.В., Титов А.Н., Баранов Н.В.. *Структура и физические свойства диселенида титана, интеркалированного никелем.* // Физ.Тверд.Тела. 2004. Т.46, вып.7. С.1153-1157.

- [42] Y.Tazuke and T.Takeyama. *Magnetic properties of 3d-transition element intercalated compounds M_xTiSe_2* . // J.Phys.Soc.Jpn. 1997. V.66, No.3. P.827-830.
- [43] Suzuki N., Motizuki K. *Bands, bonds and magnetism of intercalation compounds of transition-metal dichalcogenides*. // In: Recent advances in magnetism of transition metal compounds, ed.A.Kotani and N.Suzuki. (World Scientific, Singapore, 1993.) P.106-136
- [44] T.Yoshioka and Y.Tazuke. *Magnetic properties of Fe_xTiS_2 system*. // J.Phys.Soc.Jpn., 1985. V.54. No.6. P.2088-2091.
- [45] T.Satoh, Y.Tazuke, T.Miyadai, and K.Hoshi. *Ferromagnetic and reentrant spin glass properties in an Ising magnet Fe_xTiS_2* .// J.Phys.Soc.Jpn., 1988. V.57. No.5. P.1743-1750.
- [46] Tazuke Y. *Spin glass transitions in transition metal intercalation compounds*. // In: Recent advances in magnetism of transition metal compounds, ed.A.Kotani and N.Suzuki. (World Scientific, Singapore, 1993.) P.204-219.
- [47] Y.Tazuke, T.Satoh and T.Miyadai. *Magnetic properties of M_xTiS_2 ($M=V, Fe, Co$)*. //J.of Magn.Magn.Mater. 1987. V.70. P.194-196.
- [48] M. Koyano, M. Suezava, H. Watanabe, M. Inoue. *Low-field magnetization and AC magnetic susceptibility of spin- and cluster-glasses of itinerant magnet Fe_xTiS_2* . //J. Phys. Soc. Japan 1994. V.63, No.3. P.1114-1122.
- [49] K.Takase, Y.Cubota, Y.Takano, H.Negishi, M.Sasaki, M.Inoue, K.Sekizawa. *Anisotropic magnetic properties of intercalation compound $Mn_{1/4}TiS_2$* . //Phys. B. 2000. No.284-288. P.1517-1518.
- [50] H.Negishi, M.Koyano, M.Inoue, T.Sakakibara and T.Goto. *High field magnetization of 3d-transition metal intercalates M_xTiS_2 ($M=3d$ metals)*. // J.Magn.Magn.Mater 1988. V.74. P.27-30.
- [51] S.Muranaka and T.Takada. *Magnetic susceptibility and torque measurements of FeV_2S_4 , FeV_2Se_4 and $FeTi_2Se_4$* . // J.Sol.State Chem. 1975. V.14. P.291-298.

- [52] A.Keren, F.Gulener, I.Campbell, G.Bazalitsky, and A.Amato. *Dynamical crossover in an Ising spin glass above T_g : a muon-spin-relaxation investigation of $Fe_{0.05}TiS_2$* . // Phys.Rev.Lett. 2002. V.89, Num.10. P.107201-1 – 107201-4.
- [53] B.L.Morris, R.H.Plovnick, and A.Wold. *Magnetic susceptibility of some transition metal chalcogenides having the Cr_3S_4 structure*. // Sol.State Commun. 1969. V.7. P.291-293.
- [54] D.R. Huntley, M.J.Sienko, and K.Hiebl. *Magnetic properties of iron-intercalated titanium diselenide*. // J.Solid State Chem. 1984. V.52. P.233-243.
- [55] G.Calvarin, J.R.Gavarri, M.A.Buhannic, P.Colombet and M.Danot. *Crystal and magnetic structures of $Fe_{0.25}TiSe_2$ and $Fe_{0.48}TiSe_2$* . // Revue Phys. Appl. 1987. V.22. P.1131-1138.
- [56] M.A.Buhannic, P.Colombet, and M.Danot. *The iron electronic characteristics and the crystal dimensionality of the phases Fe_xTiSe_2 ($x=0.25, 0.38, 0.50$)*. // J.Sol.State Chem. 1987. V.69. P.280-288.
- [57] V.G.Pleshchev, A.N.Titov, S.G.Titova, and A.V.Kuranov. *Structural properties and magnetic susceptibility of iron-intercalated titanium ditelluride*. // Inorg.Mater. 1997. V.33, No.11, P.1333-1335.
- [58] В.Г.Плещев, А.В.Королев, Ю.А.Дорофеев. *Магнитное состояние интеркалированных соединений в системе Cr_xTiTe_2* . // Физ.тв.т. 2004. Т.46, вып.2. С.288-292.
- [59] Н.Ашкрофт, Н.Мермин. *Физика твердого тела*. Т. 2. М.:Мир, 1979
- [60] Morya T 1985 *Spin Fluctuations in the Itinerant Electron Magnetism*, (Berlin: Springer)
- [61] Y.Tazuke, S.Shibata, K.Nakamura, and H.Yano. *Exchange interactions in M_xTiS_2 ($M=Fe, Co$)*. // J.Phys.Soc.Jpn. V.64. No.1. P.242-250
- [62] K.Binder, A.P.Young. *Spin glasses: Experimental facts, theoretical concepts, and open questions*. // Rev.of Mod.Phys. 1986. V.58, No.4. P.801-976.

- [63] Inoue M., Muneta Y., Negishi H. and Sasaki M. *Specific heat measurements of intercalation compounds M_xTiS_2 ($M=3d$ transition metals) using AC calorimetry technique.* // J. Low Temp. Phys., 1986. Vol.63. P.235-245.
- [64] Takase K., Negishi H., Sasaki M. and Inoue M. *Effect of magnetic field on the specific heat of intercalation compounds M_xTiS_2 ($M=3d$ transition metals).* // J. Low Temp. Phys., 1996. Vol.103. P.107-127.
- [65] H.Martinez, S.F.Matar, C.Auriel, M.Loudet, G.Pfister-Guillouzo. *Electronic structure of intercalated metal disulfides ($Ag_{1/3}TiS_2$ and $Fe_{1/3}TiS_2$) studied by XPS and theoretical calculations.*// J.Alloys and Compounds. 1996. V.245. P.30-39.
- [66] H.Martinez, S.F.Matar, C.Auriel, G.Pfister-Guillouzo. *Electronic structure of intercalated metal disulfide ($Fe_{1/4}TiS_2$) studied by XPS and theoretical calculations.* // J.El.Spectrosc. and Rel. Phen. 1997. V.87. P.19-30.
- [67] A.N.Titov, A.V.Kuranov, V.G.Pleschev, Yu.M.Yarmoshenko, M.V.Yablonskikh, A.V.Postnikov, S.Plogmann, M.Neumann, A.V.Ezhov, and E.Z.Kurmaev. *Electronic structure of Co_xTiSe_2 and Cr_xTiSe_2 .* // Phys.Rev.B.2001. V.63. P.035106-1 – 035106-8.
- [68] Inoue M., Koyano M., Negishi H., Ueda Y., and Sato H. *Localized impurity level and carrier concentration in self-intercalated TiS_2 crystals.*// Phys.stat.sol. (b). 1985. V.132. P.295-303.
- [69] Inoue M., Negishi H., Fujii T., Takase K., Hara Y., and Sasaki M. *Transport properties of self-intercalated compounds $Ti_{1+x}S_2$.*// J.Phys.Chem.Solids. 1996. V.57, No. 6-8. P. 1109-1112.
- [70] Koyano M., Negishi H., Ueda Y., Sasaki M., and Inoue M. *Electrical resistivity and termoelectric power of intercalation compounds M_xTiS_2 ($M=Mn, Fe, Co, and Ni$).* // Phys.stat.sol. (b). 1986. V.138. P. 357-363.
- [71] Koyano M., Horisaka S., Negishi H., Sasaki M., Inoue M., Suzuki N., and Motizuki K. *Magnetic scattering of conduction carriers in 3d transition metal intercalates of M_xTiS_2 ($M=Mn, Fe, Co and Ni$).* // J.Low Temp. Phys., 1990. V. 78, Num.1-2. P.141-154.

- [72] Negishi H., Yamada H., Yuri K., Sasaki M., and Inoue M. *Negative magnetoresistance in crystals of the paramagnetic intercalation compound Mn_xTiS_2* . // Phys. Rev. B. 1997. V.56, No.17. P. 11 144 – 11 148.
- [73] Negishi H., Kakita S., Yamada H., Negishi S., Sasaki M., Inoue M. *Impurity scattering by guest 3d metals and their impurity band formation in M_xTiS_2 ($M = 3d$ metals)*. // Sol. State Comm. 1999. V.112. P. 275-279.
- [74] Negishi H., Koyano M., Ueda Y., Sasaki M., and Inoue M. *Electrical and thermal properties of intercalation compound Fe_xTiS_2* . // J.Magn.Magn.Mater. 1987. V.70. P. 203-204.
- [75] Kannewurf C.R., Lyding J.W., Ratajack M.T., Revelli J.F., Garvin Jr., J.F., and Morris R.C., *Ordering in two dimensions* (Edited by S.K. Sinha). Elsevier-North Holland, New York, 1980. P.403.
- [76] Lyding J.W., Ratajack M.T., Kannewurf C.R., Goodman W.H., Ibers J.A., and Marsh R.E., *Structure, electrical transport, and optical properties of a new ordered iron intercalated dichalcogenide, $Fe_{0.34}TiSe_2$* . // J.Phys.Chem.Solids, 1982. Vol.43, No. 7. P.599-607.
- [77] Titov A.N., Yarmoshenko Yu.M., Titova S.G., Krasavin L.S., Neumann M. *Localization of charge carriers in materials with high polaron concentration*. // Physica B, 2003. V.328. P.108-110.
- [78] P.L.Rossiter. *Long-range order and electrical resistivity*. // J.Phys.F: Metal Phys., 1980. Vol.10, No.7. P.1459-1465.
- [79] Maksimov V.I., Baranov N.V., Pleschov V.G., Inoue K. *Influence of the Mn intercalation on magnetic properties of $TiSe_2$* . // J. Alloys and Comp., 2004. V.384, No.1-2. P.33-38.
- [80] Весы лабораторные ВЛ. Руководство по эксплуатации 1К0.005.068 РЭ. Санкт-Петербург, 2002.
- [81] System & Options. Magnetic Property Measurement System. Quantum Design, 2004.
- [82] PPMS Physical Property Measurement System. Quantum Design, 2004.

- [83] J.C. Lashley, M.F. Hundley, A. Migliori, J.L. Sarrao, P.G. Pagliuso, T.W. Darling, M. Jaime, J.C. Cooley, W.L. Hults, L. Morales, D.J. Thoma, J.L. Smith, J. Boerio-Goates, B.F. Woodfield, G.R. Stewart, R.A. Fisher, N.E. Phillips. *Critical examination of heat capacity measurements made on a Quantum Design physical property measurement system.* // *Cryogenics*, 2003. V.43. P.369-378.
- [84] N.X.Chen. *Modified Mobius inverse formula and its applications in physics.* // *Phys.Rev.Lett.*, 1990. V.64. Num.11. P.1193 – 1195.
- [85] Dai XianXi, Tao Wen, GuiCun Ma, JiXin Dai. *A concrete realization of specific heat-phonon spectrum inversion for YBCO.* // *Phys.Lett.A*, 1999. V.264. P.68-73.
- [86] A.V.Postnikov, M.Neumann, St.Plogmann, Yu.M.Yarmoshenko, A.N.Titov, A.V.Kuranov. *Magnetic proprieties of 3d-doped $TiSe_2$ and $TiTe_2$ intercalate compounds.* // *Comput.Mater. Sci.*, 2000. Vol.17. P.450-454.
- [87] N.V.Baranov, A.N.Titov, V.I.Maksimov, N.V.Toporova, A.Daoud-Aladine, and A.Podlesnyak. *Antiferromagnetism in the ordered subsystem of Cr ions intercalated into titanium diselenide.* // *J.Phys.: Condensed Matter*, 2005. Vol.17. P.5255-5262.
- [88] N.V. Baranov, K.Inoue, V.I.Maksimov, A.S.Ovchinnikov, V.G.Pleschov, A.Podlesnyak, A.N.Titov, and N.V.Toporova. *Ni intercalation of titanium diselenide: effect on the lattice, specific heat, and magnetic properties.* // *J.Phys.: Condens.Matter*, 2004. Vol.16. P.9243-9258.
- [89] С.В.Вонсовский. Магнетизм. Наука. М., 1971, с. 174.
- [90] N.V.Toporova, V.I.Maksimov, V.G.Pleschov, A.N.Titov, and N.V.Baranov. *Titanium diselenide intercalated with 3d-metals: interplay between the lattice and magnetic properties.* // *Phys.Met.and Metallogr.*, 2005. Vol.99, Suppl.1. P.S50-S52.
- [91] Селезнева Н.В., Максимов В.И., Титов А.Н. *Структурные упорядочения и магнитное состояние интеркалированных соединений Cr_xTiSe_2 .* // V Молодежный семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества. Тезисы докладов. УрО РАН. Институт физики металлов УрО РАН. Екатеринбург, 2004. С.45.

- [92] Bergenlid U., Hill R.W., Webb E.J., Wilks J. *The specific heat of graphite below 90 K.* // Philos. Mag., 1954. Vol.45, No.367. P.851-854.
- [93] Stirling W.G., Dorner B., Cheeke J.D.N., Revelli J. *Acoustic phonons in the transition-metal dichalcogenide layer compound, $TiSe_2$.* // Solid State Commun., 1976. Vol.18. P.931-933.
- [94] Nicklow R., Wakabayashi N., Smith H.G. *Lattice dynamics of pyrolytic graphite.* // J.Phys. Rev. B, 1972. V.5. P.4951-4962.
- [95] Jaswal S.S. *Lattice dynamics of $TiSe_2$.* // J.Phys. Rev. B, 1979. V.20. P.5297-5300.
- [96] P.L.Rossiter, *Application of electrical resistivity to investigation of atomic and magnetic microstructures.* // Metals Forum, 1985. V.8. No.4. P.204-217.
- [97] Максимов В.И. *Возвращение волны зарядовой плотности в высокоинтеркалированных системах Mn_xTiSe_2 ($x \geq 0.33$).* //VI Молодежный семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества. Тезисы докладов. УрО РАН. Институт физики металлов УрО РАН. Екатеринбург, 2005. С.41.
- [98] A.Zunger and A.J.Freeman, *Band structure and lattice instability of $TiSe_2$.* // Phys.Rev.B,1978. V.17. P.1839-1842.
- [99] Wilson J.A. *Modelling the contrasting semimetallic characters of TiS_2 and $TiSe_2$.* // Phys.Status Solidi b,1978. Vol.86. N.11. P.11-36.
- [100] Kohn W. *Excitonic phases.* // Phys.Rev.Lett.,1967. Vol.19, P.439-442.
- [101] Motizuki K. (ed) *Structural Phase Transitions in layered transition metal compounds* (Boston, MA: Reidel, 1986)
- [102] Hughes H.P. *Structural distortion in $TiSe_2$ and related materials – a possible Jahn-Teller effect?* // J.Phys.C: Solid State Phys.,1977. Vol.10, L319-L323.
- [103] Friend R.H., Jerome D., Yoffe A.D. *High-pressure transport properties of TiS_2 and $TiSe_2$* // J. Phys.C: Solid State Phys., 1982. V. 15. P. 2183.
- [104] T.Moriya and A.Kawabata, *Effect of spin fluctuations on itinerant electron ferromagnetism.* // J.Phys.Soc.Jpn., 1973. V.34. No.3. P.639-651.

[105] T.Moriya and A.Kawabata, *Effect of spin fluctuations on itinerant electron ferromagnetism. II.* // J.Phys.Soc.Jpn., 1973. Vol.35. No.3. P.669-676.

[106] K.Ueda. *Effect of magnetic field on spin fluctuations in weakly ferromagnetic metals.*// Solid State Communications.,1976. V.19. Iss.10. P. 965-968.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ.

1. Максимов В.И. Баранов Н.В., Плещев В.Г. Влияние интеркаляции Mn на магнитные свойства квазидвумерных систем Mn_xTiSe_2 . // IV Молодежный семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества. Тезисы докладов. УрО РАН. Институт физики металлов УрО РАН. Екатеринбург, 2003. С. 46.
2. Toporova N.V., Maksimov V.I., Pleschov V.G., Titov A.N., Baranov N.V. Titanium diselenide intercalated by 3d-metals: interplay between lattice and magnetic properties. // EASTMAG-2004. Euro-Asian simposium "Trends in magnetism". Abstract book. Krasnoyarsk, Russia, 2004. P.59.
3. Селезнева Н.В., Максимов В.И., Титов А.Н. Структурные упорядочения и магнитное состояние интеркалированных соединений Cr_xTiSe_2 . // V Молодежный семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества. Тезисы докладов. УрО РАН. Институт физики металлов УрО РАН. Екатеринбург, 2004. С.45.
4. Maksimov V.I., Baranov N.V., Pleschov V.G., Inoue K. Influence of the Mn intercalation on magnetic properties of $TiSe_2$. // J. Alloys and Comp., 2004. V.384, No.1-2. P.33-38.
5. N.V. Baranov, K.Inoue, V.I.Maksimov, A.S.Ovchinnikov, V.G.Pleschov, A.Podlesnyak, A.N.Titov, and N.V.Toporova. Ni intercalation of titanium diselenide: effect on the lattice, specific heat, and magnetic properties. // J.Phys.: Condens.Matter, 2004. Vol.16. P.9243-9258.
6. N.V.Toporova, V.I.Maksimov, V.G.Pleschov, A.N.Titov, and N.V.Baranov. Titanium diselenide intercalated with 3d-metals: interplay between the lattice and

- magnetic properties. // *Phys.Met.and Metallogr.*, 2005. Vol.99, Suppl.1. P.S50-S52.
7. V.I.Maksimov, N.V.Baranov, V.G.Pleschov, A.N.Titov. Magnetic ordering and electrical resistivity of titanium diselenide intercalated by 3d-metals. // *MISM. Books of Abstracts. Moskow*, 2005. P.590.
 8. N.V.Baranov, A.N.Titov, V.I.Maksimov, N.V.Toporova, A.Daoud-Aladine, and A.Podlesnyak. Antiferromagnetism in the ordered subsystem of Cr ions intercalated into titanium diselenide. // *J.Phys.: Condensed Matter*, 2005. Vol.17. P.5255-5262.
 9. Максимов В.И. Возвращение волны зарядовой плотности в высокоинтеркалированных системах Mn_xTiSe_2 ($x \geq 0.33$). // VI Молодежный семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества. Тезисы докладов. УрО РАН. Институт физики металлов УрО РАН. Екатеринбург, 2005. С. 41-42.