

Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений

Научный руководитель – д.ф.-м.н. Титов Александр Натанович

Специальность 01.04.07 Физика конденсированного состояния

Тема работы – Структура и свойства соединений Cu_xZrCh_2 , Ch = S, Se, Te

Задача текущего года

Методом электрохимического титрования будут установлены границы однофазной области в системе $\text{Cu}_{1-x}\text{ZrSe}_2$ и $\text{Cu}_{1-x}\text{CrSe}_2$ при комнатной температуре. Будут синтезированы твёрдые растворы $\text{CuZr}_{1-x}\text{Cr}_x\text{Se}_2$ и $\text{CuCr}_{1-x}\text{Zr}_x\text{Se}_2$, на основе CuZrSe_2 и CuCrSe_2 , соответственно. Будет определена граница растворимости Cr и Zr при комнатной температуре. Будут выращены монокристаллы и выполнен рентгеноструктурный анализ твёрдых растворов на монокристаллах и полнопрофильный анализ на порошковых образцах. Таким образом, будет установлена кристаллическая структура твёрдых растворов.

Результаты, полученные в текущем году

Методом высокотемпературной рентгенографии установлено наличие равновесной области смеси фаз CuCrSe_2 и CuCr_2Se_4 в области температур 300 - 950 С. Установлено, что при температурах ниже 300 С равновесие в пределах разумных времён не достигается и закалённый образец сохраняет свой фазовый состав. Определена температура закалки (1250 С), позволяющая фиксировать однородный CuCrSe_2 со структурой делафоссита. Установлено, что замещение хрома цирконием приводит к снижению температуры перехода CuCr_2Se_4 в CuCrSe_2 и повышает устойчивость фазы со структурой делафоссита. Изучено влияние режима закалок на устойчивость однофазного состояния в $\text{CuCr}_{1-x}\text{Zr}_x\text{Se}_2$. На основании этих результатов получены однофазные материалы в диапазоне составов $x = 0 - 0.3$ в поли- и монокристаллическом виде

**Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений**

Апробация работы

Статьи

- 1) Band Gap Width Control by Cu Intercalation Into $ZrSe_2$ / A.S.Shkvarin, A.I.Merentsov, Yu.M.Yarmoshenko, M.S.Postnikov, E.G.Shkvarina, A.A.Titov, I.Pis, S.Nappini, F.Bondino, A.N.Titov // Journal of Physical Chemistry C. — 2019. — V. 123. — P. 410—416.
- 2) Thermal stability of the Cu–ZrTe₂ intercalation compounds / A.S.Shkvarin, A.A.Titov, M.S.Postnikov, J.R.Plaisier, L.Gigli, M.Gaboardi, A.N.Titov, E.G.Shkvarina // Journal of Molecular Structure. — 2020. — V. 1205. — P. 127644—127649.
- 3) Thermal disorder in the $Fe_{0.5}TiSe_2$ / E.G.Shkvarina, A.A.Titov, A.S.Shkvarin, M.S.Postnikov, D.I.Radzivonchik, J.R.Plaisier, L.Gigli, M.Gaboardi, A.N.Titov // Journal of Alloys and Compounds. — 2020. — V. 819. — P. 153016—153023.
- 4) Specific features of the electronic and crystal structure of Cu_xZrSe_2 ($0 < x \leq 0.3$) / A.S.Shkvarin, A.I.Merentsov, Yu.M.Yarmoshenko, M.S.Postnikov, E.G.Shkvarina, E.V.Mostovshchikova, A.A.Titov, I.Pis, F.Bondino, S.A.Uporov, S.Yu.Melchakov, A.N.Titov // Journal of Materials Chemistry C. — 2020. — V. 8. — P. 8290—8304.

**Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений**

Апробация работы

Статьи

- 5) Specific features of the electronic structure of Co_xTiSe_2 according to the resonant photoemission data / A.S.Shkvarin, A.I.Merentsov, M.S.Postnikov, Yu.M.Yarmoshenko, E.G.Shkvarina, A.N.Titov // PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS. — 2020. — V. 22. — P. 16934—16942.
- 6) Electronic and crystal structure of bi-intercalated titanium diselenide $\text{Cu}_x\text{Ni}_y\text{TiSe}_2$ / E.G.Shkvarina, A.I.Merentsov, M.S.Postnikov, A.S.Shkvarin, S.V.Pryanichnikov, I.Piš, S.Nappini, F.Bondino, A.N.Titov // Journal of Materials Chemistry C. — 2021. — V. 9. — P. 1657—1670.
- 7) The crystal structure, chemical bonding, and magnetic properties of the intercalation compounds Cr_xZrTe_2 ($x = 0-0.3$) / A.S.Shkvarin, A.A.Titov, A.I.Merentsov, E.G.Shkvarina, M.S.Postnikov, I.Pis, S.Nappini, P.A.Agzamova, A.S.Volegov, A.N.Titov // Materials Science and Engineering B. — 2021. — V. 270. — P. 115218—115227.
- 8) Electronic and crystal structure of bi-intercalated titanium diselenide $\text{Cu}_x\text{Ni}_y\text{TiSe}_2$ / E.G.Shkvarina, A.I.Merentsov, M.S.Postnikov, A.S.Shkvarin, S.V.Pryanichnikov, I.Piš, S.Nappini, F.Bondino, A.N.Titov // Journal of Materials Chemistry C. — 2021. — V. 9. — P. 1657—1670.

**Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений**

Апробация работы

Статьи

- 9) Synthesis, crystal structure and electronic structure of Ag_xZrTe_2 / E.G.Shkvarina, A.I.Merentsov, A.S.Shkvarin, M.S.Postnikov, A.A.Titov, N.Tsud, Yu.M.Yarmoshenko, E.I.Patrakov, A.N.Titov // Journal of Alloys and Compounds. — 2022. — V. 906. — P. 164269—164278.
- 10) Electronic Structure of $\text{V}_x\text{Ti}_{1-x}\text{Se}_2$ Solid Solutions with the (V,Ti)Se₂ Structural Fragments / A.S.Shkvarin, A.I.Merentsov, M.S.Postnikov, Yu.M.Yarmoshenko¹, E.G.Shkvarina¹, E.A.Suslov¹, A.Yu.Kuznetsova², I.Piš⁰, S.Nappini, F.Bondino, P.Moras, P.M.Sheverdyeva, E.Betz-Guttner, A.N.Titov // Journal of Physical Chemistry C. — 2022. — V. 126. — P. 7076—7085.
- 11) Studying the heterogeneity of the $\text{Cr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{Ch}_2$ (Ch = S, Se) single crystals using X-ray scanning photoemission microscopy / A.I.Merentsov, A.S.Shkvarin, M.S.Postnikov, L.Gregoratti, M.Amati, P.Zeller, P.Moras, A.N.Titov // Journal of Physics and Chemistry of Solids. — 2022. — V. 160. — P. 110309—110315.

Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений

Апробация работы

Статьи

В этом году:

12) Morphology and composition of nanoinclusions in $(\text{Fe, Ni})_{0.25}\text{TiSe}_2$ / A.S.Shkvarin, A.I.Merentsov, M.S.Postnikov, E.I.Patrakov, E.Betz-Guttner, L.Gregoratti, M.Amati, P.Zeller, A.N.Titov // Materials Science and Engineering B. — 2022. — V. 283. — P. 115821—115829.

13) An unusual Cu/Te hybridization in the $\text{Cu}_{0.3}\text{ZrTe}_2$ intercalation compound / A.S.Shkvarin, A.I.Merentsov, A.A.Titov, N.Tsud, E.G.Shkvarina, P.A.Agzamova, M.S.Postnikov, A.N.Titov // Journal of Alloys and Compounds. — 2022. — V. 924. — P. 166580—166589.

Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений

Апробация работы

Статьи

14) Влияние изовалентного замещения на электронную структуру твёрдых растворов $Zr_xTi_{1-x}Se_2$ / А.И.Меренцов, А.С.Шкварин, М.С.Постников, Е.Г.Шкварина, А.О.Онищенко, А.Н.Титов // Инженерная физика. — 2022. — V. 2022. — P. 13—29.

15) Электронная структура $Cu_{0.5}ZrSe_2$ / А.С. Шкварин, А.И. Меренцов, М.С. Постников, А.Н. Титов // Инженерная физика. — 2022. — V. 2022. — P. 28—32.

**Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений**

Апробация работы

Тезисы докладов на международных конференциях

1. Управление шириной запрещенной зоны с помощью интеркалирования меди в $ZrSe_2$ / М.С.Постников, А.С.Шкварин, А.И.Меренцов, А.А.Титов, Е.Г.Шкварина, Ю.М.Ярмошенко, А.Н.Титов // VI Международная молодежная научная конференция «Физика. Технологии. Инновации» (ФТИ-2019), 20-24 мая, 2019 / Тез.докл.-Екатеринбург:ФГАОУ ВО УрФУ;
2. Кристаллическая структура и физические свойства Cu_xZrSe_2 / М.С.Постников, А.С.Шкварин, А.И.Меренцов, А.А.Титов, Е.Г.Шкварина, С.А.Упоров, А.Н.Титов // VI Международная молодежная научная конференция «Физика. Технологии. Инновации» (ФТИ-2019), 20-24 мая, 2019/Тез.докл.-Екатеринбург:ФГАОУ ВО УрФУ;
3. The stability of the layered structure: $Cu - TiS_2$, $Cu - ZrSe_2$ and $Cu - ZrTe_2$ / E.G.Shkvarina, A.A.Titov, A.S.Shkvarin, M.S.Postnikov, J.R.Plaisier, L.Gigli, Titov A.N. // 10th Intern. Conference «New Generation in Strongly Correlated Electron Systems (NGSCES 2019)», 2-6 сентября, 2019 / Тез.докл.-Pescara, Italy:Orgcom.

**Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений**

Апробация работы

Тезисы докладов на международных конференциях

4. Self-organization of the chalcogen sublattice in a solid solution $Ti(S_{1-x}Se_x)_2$ / A.N.Titov, A.S.Shkvarin, A.I.Merentsov, J.Avila, M.Asensio, Ye.A.Suslov, O.V.Bushkova, A.Sala, A.A.Titov, N.V.Kazantseva, A.N.Enyashin, M.S.Postnikov, Yu.M.Yarmoshenko // 10th Intern. Conference «New Generation in Strongly Correlated Electron Systems (NGSCES 2019), 2-6 сентября, 2019 / Тез.докл.-Pescara, Italy:Orgcom.
5. А.Н.Титов, Самоорганизация в подрешётке халькогена в системе TiS_2-TiSe_2 / А.Н.Титов, А.С.Шкварин, А.И.Меренцов, О.В.Бушкова, Е.А.Суслов, А.А.Титов, Н.В.Казанцева, М.С.Постников // III Междунар. науч.-практ. конф.Физика конденсированного состояния и ее приложения, 9 – 12 сентября , 2020 / Сб. трудов .-терлитамак:Орг.ком.
6. Электронная и кристаллическая структура Cr_xZrTe_2 / А.С.Шкварин, А.А.Титов, М.С.Постников, Е.Г.Шкварина, А.И.Меренцов, П.А.Агзамова, А.Н.Титов // III Междунар. науч.-практ. конф.Физика конденсированного состояния и ее приложения, 9 – 12 сентября , 2020 / Сб. трудов .-терлитамак:Орг.ком.

**Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений**

Апробация работы

Тезисы докладов на международных конференциях

7. Е.Г.Шкварина, Электронная и кристаллическая структуры биинтрекалированного диселенида титана $Cu_xNi_yTiSe_2$ / Е.Г.Шкварина, А.И.Меренцов, М.С.Постников, А.С.Шкварин, С.В.Пряничников, А.Н.Титов // III Междунар. науч.-практ. конф. Физика конденсированного состояния и ее приложения, 9 – 12 сентября, 2020 / Сб. трудов .- терлитамак:Орг.ком
8. Thermal stability of the Cu-ZrTe₂ intercalation compounds / A.S.Shkvarin, A.A.Titov, M.S.Postnikov, A.N.Titov, E.G.Shkvarina // Конференция и школа для молодых ученых Терморентгенография и Рентгенография Наноматериалов (ТРРН-4), 19-21 октября, 2020 / Тез.докл.-С.-Петербург
9. Thermal disorder in the Fe_{0.5}TiSe₂ / E.G.Shkvarina, A.A.Titov, A.S.Shkvarin, M.S.Postnikov, D.I.Radzivonchik, A.N.Titov // Конференция и школа для молодых ученых Терморентгенография и Рентгенография Наноматериалов (ТРРН-4), 19-21 октября, all / Тез.докл.-С.-Петербург;

**Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений**

Апробация работы

Тезисы докладов на международных конференциях

10. Self-organization of the chalcogen sublattice in a solid solution $Ti(S_{1-x}Se_x)_2$ / A.N.Titov, A.S.Shkvarin, A.I.Merentsov, J.Avila, M.Asensio, O.V.Bushkova, A.Sala, A.A.Titov, N.V.Kazantseva, M.S.Postnikov, Yu.M.Yarmoshenko // Конференция и школа для молодых ученых Терморентгенография и Рентгенография Наноматериалов (ТРРН-4), 19-21 октября , 2020 / Тез.докл.-С.-Петербург

11. Janus-layers in $TiS_2 - TiSe_2$ solid solution / Titov A.N., Shkvarin A.S., Merentsov A.I., Avila J., Asensio M., Suslov Ye.A., Bushkova O.V., Sala A , Titov A.A. , Kazantseva N.V. , Postnikov M.S. // 3rd Workshop on Characterization and Analysis of Nanomaterials University of Aveiro, Portugal, February 3-5, 2021

12. Formation of the structural fragments in $Cr_xTi_{1-x}Ch_2$ (Ch = S, Se) single Crystals / A.S. Shkvarin, A.I. Merentsov, M.S. Postnikov, L. Gregoratti, M. Amati, P. Zeller, P.Moras, A.N. Titov. // 3rd Workshop on Characterization and Analysis of Nanomaterials University of Aveiro, Portugal, February 3-5, 2021

**Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений**

Апробация работы

Тезисы докладов на международных конференциях

13. Morphology and composition of nano-inclusions in $\text{Fe}_{0.25}\text{Ni}_{0.25}\text{TiSe}_2$ / Postnikov M.S., Shkvarin A.S., Merentsov A.I., Patrakov E.I., Titov A.N., Betz-Guttner E., Gregoratti L., Amati M., Zeller P. // // 3rd Workshop on Characterization and Analysis of Nanomaterials University of Aveiro, Portugal, February 3-5, 2021

14. Изучение электронной структуры интеркалатных соединений триады железа (Me_xTiSe_2) методом ЭДС / Постников М.С., Кузнецова А.Ю., Титов А.Н., Суслов Е.А // Современные методы в теоретической и экспериментальной электрохимии, 7 – 11 сентября 2020 г., Плес, Ивановская обл., Россия

15. Дефектность в медной подрешетке в мультиферроике CuCrSe_2 / М.С.Постников, Е.А.Суслов, А.Н.Титов // XII Международная научная конференция Современные методы в теоретической и экспериментальной электрохимии, Плес, 13-17 сентября, 2021: Тез.докл.-Плес:Орг.ком.- 58 с

**Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений**

Апробация работы

Тезисы докладов на международных конференциях

В этом году:

16. Phase transitions in intercalated titanium diselenides [Текст] / A.S.Shkvarin, A.I.Merentsov, A.A.Titov, M.S.Postnikov, E.G.Shkvarina, D.I.Radzivonchik, A.N.Titov // International conference Materials science of the future: research, development, scientific training (MSF2022), Nizhny Novgorod, 5-7 апреля, 2022: Тез.докл.-Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod University Press.- 32 с.

14. Электронная структура $\text{Cu}_{0.5}\text{ZrSe}_2$ [Текст] / А.С.Шкварин, А.И.Меренцов, М.С.Постников, А.Н.Титов // IV Международная научно-практическая конференция «Физика конденсированного состояния и ее приложения», Стерлитамак, 22-24 сентября, 2022: Сборник трудов.- Стерлитамак: Стерлитамакский филиал БашГУ.- 249 с.

15. Термическая стабильность CuZrSe_2 [Текст] / А.С.Шкварин, Е.Г.Шкварина, М.С.Постников, А.Н.Титов // IV Международная научно-практическая конференция «Физика конденсированного состояния и ее приложения», Стерлитамак, 22-24 сентября, 2022: Сборник трудов.- Стерлитамак: Стерлитамакский филиал БашГУ.- 254 с.

**Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений**

Апробация работы

Тезисы докладов на международных конференциях

17. Влияние изовалентного замещения на электронную структуру твердых растворов $Zr_xTi_{1-x}Se_2$ [Текст] / А.И.Меренцов, А.С.Шкварин, М.С.Постников, Е.Г.Шкварина, А.С.Онищенко, А.Н.Титов // IV Международная научно-практическая конференция «Физика конденсированного состояния и ее приложения», Стерлитамак, 22-24 сентября, 2022: Сборник трудов.-Стерлитамак: Стерлитамакский филиал БашГУ.- 229 с.

18. Electronic structure of $Cu_{0.5}ZrS$ [Текст] / A.S.Shkvarin, A.I.Merentsov, M.S.Postnikov, A.N.Titov // International Conference Synchrotron Radiation Techniques for Catalysts and Functional Materials, Novosibirsk, 31 октября-3 ноября, 2022: International Conference, Abstracts (October 31 – November 3, 2022, Novosibirsk, Russia) [Electronic resource].- 82 с.

Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений

Тезисы докладов на российских конференциях

1. Метод ЭДС как инструмент для изучения интеркалатных соединений халькогенидов / Е.А.Суслов, М.С.Постников, А.Н.Титов // XIX Всеросс. школа-семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-19), 15-22 ноября, 2018 / Тез.докл.-Екатеринбург:ИФМ УрО РАН;
2. Фазовая диаграмма Cu_xZrTe_2 / Е.Г.Шкварина, А.А.Титов, А.С.Шкварин, М.С.Постников, А.Н.Титов // XIX Всеросс. школа-семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-19), 15-22 ноября, 2018 / Тез.докл.-Екатеринбург:ИФМ УрО РАН
3. Температурные разрезы фазовой диаграммы системы Cu_xZrSe_2 при $x = 0.3, 1$ / М.С.Постников, А.С.Шкварин, А.А.Титов, Е.Г.Шкварина, А.Н.Титов // XIX Всеросс. школа-семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-19), 15-22 ноября, 2018 / Тез.докл.-Екатеринбург:ИФМ УрО РАН;
4. Структура и свойства диселенида циркония, интеркалированного медью / М.С.Постников, А.И.Меренцов, А.С.Шкварин, А.А.Титов, Е.Г.Шкварина, А.Н.Титов // XIX Всеросс. школа-семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-19), 15-22 ноября, 2018 / Тез.докл.-Екатеринбург:ИФМ УрО РАН;

**Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений**

Тезисы докладов на российских конференциях

5. Устойчивость слоистой модификации $\text{Cu}_{0.5}\text{ZrTe}_2$ / Е.Г.Шкварина, А.А.Титов, А.С.Шкварин, М.С.Постников, А.Н.Титов // XIX Всеросс. школа-семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-19), 15-22 ноября, 2018 / Тез.докл.-Екатеринбург:ИФМ УрО РАН
6. Структура и свойства диселенида циркония, интеркалированного медью / М.С.Постников, А.Н.Титов, А.И.Меренцов, А.С.Шкварин, Е.Г.Шкварина, С.А.Упоров // XXVIII Российская молодежная научная конференция Проблемы теоретической и экспериментальной химии, 25–27 апреля, 2018
7. Изучение дефектной структуры Cu_xZrSe_2 методом СТМ / М.С.Постников, А.С.Шкварин, А.А.Титов, Е.Г.Шкварина, А.Н.Титов // XX Юбилейная Всеросс. школа-семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-20), 21-29 ноября, 2019 / Тез.докл.-Екатеринбург:ИФМ УрО РАН;
8. Изучение поверхности $\text{TiSe}_x\text{S}_{2-x}$ методом СТМ / М.С.Постников, А.С.Шкварин, А.А.Титов, Д.И.Радзивончик, А.И.Меренцов, А.Н.Титов // XX Юбилейная Всеросс. школа-семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-20), 21-29 ноября, 2019 / Тез.докл.-Екатеринбург:ИФМ УрО РАН;

Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений

Тезисы докладов на российских конференциях

9. Термическое разупорядочение в $\text{Fe}_{0.5}\text{TiSe}_2$ / Е.Г.Шкварина, А.А.Титов, М.С.Постников, А.С.Шкварин, Д.И.Радзивончик, А.Н.Титов // XX Юбилейная Всеросс. школа-семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-20), 21-29 ноября, 2019 / Тез.докл.-Екатеринбург:ИФМ УрО РАН;

10. Резонансная фотоэмиссия в $\text{Co}_{0.5}\text{TiSe}_2$ / А.С.Шкварин, А.И.Меренцов, М.С.Постников, А.Н.Титов // XX Юбилейная Всеросс. школа-семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-20), 21-29 ноября, 2019 / Тез.докл.-Екатеринбург:ИФМ УрО РАН.

11. Особенности электронной и кристаллической структуры Cu_xZrSe_2 / М.С. Постников, А.С. Шкварин, А.И. Меренцов, Ю.М. Ярмошенко, Е.Г. Шкварина, Е.В. Мостовщикова, А.А. Титов, С.А. Упоров, С.Ю. Мельчаков, А.Н. Титов, I. Pis, F. Bondino // XXI Всероссийской школы–семинара по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС–21), 18-25 марта, 2021 / Тез.докл.-Екатеринбург:ИФМ УрО РАН

**Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений**

Тезисы докладов на российских конференциях

12. Кристаллическая структура Cr_xZrS_2 / Е.Г. Шкварина, А.А. Титов, М.С. Постников, А.И. Меренцов, А.С. Шкварин, С.В. Пряничников, А.Н. Титов // XXI Всероссийской школы–семинара по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС–21), 18-25 марта, 2021 / Тез.докл.-Екатеринбург:ИФМ УрО РАН

13. Формирование структурных фрагментов в системе $\text{Cr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{S}_2$ / А.И. Меренцов, А.С. Шкварин, М.С. Постников, L. Gregoratti, M. Amati, P. Zeller, P. Moras, А.Н. Титов // XXI Всероссийской школы–семинара по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС–21), 18-25 марта, 2021 / Тез.докл.-Екатеринбург:ИФМ УрО РАН

14. Морфология и состав нановключений $\text{Fe}_{0.25}\text{Ni}_{0.25}\text{TiSe}_2$ / М.С. Постников, А.С. Шкварин, А.И. Меренцов, Е.И. Патраков, А.Н. Титов, E. Betz-Guttner, L. Gregoratti, M. Amati, P. Zeller // XXI Всероссийской школы–семинара по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС–21), 18-25 марта, 2021 / Тез.докл.-Екатеринбург:ИФМ УрО РАН

Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений

Тезисы докладов на российских конференциях

15. Электронная и кристаллическая структура би-интеркалированного диселенида титана $Cu_xNi_yTiSe_2$ / Е.Г. Шкварина, А.И. Меренцов, М.С. Постников, А.С. Шкварин, С.В. Пряничников, А.Н. Титов // XXI Всероссийской школы–семинара по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС–21), 18-25 марта, 2021 / Тез.докл.-Екатеринбург:ИФМ УрО РАН

16. Электронная и кристаллическая структура Cr_xZrTe_2 / А.С. Шкварин, А.А. Титов, М.С. Постников, Е.Г. Шкварина, А.И. Меренцов, П.А. Агзамова, А.Н. Титов // XXI Всероссийской школы–семинара по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС–21), 18-25 марта, 2021 / Тез.докл.-Екатеринбург:ИФМ УрО РАН

В этом году:

17. Влияние потенциала ионизации переходного металла в слоистых дихалькогенидах переходных металлов на диффузионную подвижность интеркаланта [Текст] / А.Н.Титов, Е.А.Суслов, А.Ю.Кузнецова, М.С.Постников, А.А.Титов // Всероссийская конференция «Химия твердого тела и функциональные материалы – 2022» и XIV Симпозиум «Термодинамика и материаловедение», Екатеринбург, 10-13 октября, 2022: Матер.конф.-Екатеринбург:ИХТТ УрО РАН.Изд-во «ДжиЛайм» ООО .- 334 с.

Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений

Тезисы докладов на российских конференциях

18. Янус-слои в дихалькогенидах переходных металлов [Текст] / А.Н.Титов, А.С.Шкварин, А.И.Меренцов, М.С.Постников // Всероссийская конференция «Химия твердого тела и функциональные материалы – 2022» и XIV Симпозиум «Термодинамика и материаловедение», Екатеринбург, 10-13 октября, 2022: Матер.конф.-Екатеринбург:ИХТТ УрО РАН.Изд-во «ДжиЛайм» ООО .- 336 с.
19. Электронная структура $\text{Cu}_{0.5}\text{ZrSe}_2$ [Текст] / А.С.Шкварин, А.И.Меренцов, М.С.Постников, А.Н.Титов // Всероссийская конференция «Химия твердого тела и функциональные материалы – 2022» и XIV Симпозиум «Термодинамика и материаловедение», Екатеринбург, 10-13 октября, 2022: Матер.конф.-Екатеринбург:ИХТТ УрО РАН.Изд-во «ДжиЛайм» ООО .- 407 с.
20. Термическая стабильность CuZrSe_2 [Текст] / Е.Г.Шкварина, М.С.Постников, А.С.Шкварин, А.Н.Титов // Всероссийская конференция «Химия твердого тела и функциональные материалы – 2022» и XIV Симпозиум «Термодинамика и материаловедение», Екатеринбург, 10-13 октября, 2022: Матер.конф.-Екатеринбург:ИХТТ УрО РАН.Изд-во «ДжиЛайм» ООО .- 410 с.

Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений

Тезисы докладов на российских конференциях

21. Влияние тетракоординации интеркалированной меди в Cu_xZrSe_2 на его электронную структуру [Текст] / А.С.Шкварин, А.И.Меренцов, М.С.Постников, А.Н.Титов // XXII Всероссийская школа-семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-22) памяти М.И. Куркина, Екатеринбург, 24 ноября – 1 декабря, 2022: Тезисы докладов, г. Екатеринбург, ИФМ УрО РАН.- 262 с.

22. Кристаллическая и электронная структура Cr_xZrSe_2 [Текст] / А.С.Шкварин, А.И.Меренцов, М.С.Постников, Е.Г.Шкварина, С.В.Пряничников, А.М.Лебедев, Р.Г.Чумаков, А.Н.Титов // XXII Всероссийская школа-семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-22) памяти М.И. Куркина, Екатеринбург, 24 ноября – 1 декабря, 2022: Тезисы докладов, г. Екатеринбург, ИФМ УрО РАН.- 267 с.

23. Зонная структура структурных фрагментов в $Zr_{0.25}Ti_{0.75}Se_2$ [Текст] / А.И.Меренцов, А.С.Шкварин, М.С.Постников, А.Н.Титов // XXII Всероссийская школа-семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-22) памяти М.И. Куркина, Екатеринбург, 24 ноября – 1 декабря, 2022: Тезисы докладов, г. Екатеринбург, ИФМ УрО РАН.- 268 с.

**Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений**

Тезисы докладов на российских конференциях

24. Материалы с нецентросимметричными кристаллическими структурами на основе интеркалатов [Текст] / А.Н.Титов, А.С.Шкварин, А.И.Меренцов, М.С.Постников, Е.Г.Шкварина, А.А.Титов, Е.Г.Дьячков // XXII Всероссийская школа-семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-22) памяти М.И. Куркина, Екатеринбург, 24 ноября – 1 декабря, 2022: Тезисы докладов, г. Екатеринбург, ИФМ УрО РАН.- 178 с.
25. Влияние интеркаляции кобальта на эффективную массу электрона при электрохимическом титровании Na-Co_{0.5}TiSe₂ [Текст] / А.О.Онищенко, А.Ю.Кузнецова, Е.А.Суслов, М.С.Постников, А.Н.Титов // XXII Всероссийская школа-семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-22) памяти М.И. Куркина, Екатеринбург, 24 ноября – 1 декабря, 2022: Тезисы докладов, г. Екатеринбург, ИФМ УрО РАН.- 139 с.
26. Изучение критических точек и электронной структуры системы Cu_xZrSe₂ с применением метода ЭДС [Текст] / Е.А.Суслов, М.С.Постников, А.А.Титов, А.Н.Титов // XXII Всероссийская школа-семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-22) памяти М.И. Куркина, Екатеринбург, 24 ноября – 1 декабря, 2022: Тезисы докладов, г. Екатеринбург, ИФМ УрО РАН.- 144 с.

**Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений**

Тезисы докладов на российских конференциях

27. Изучение электронной структуры и критических точек системы Ni_xTiSe_2 методом ЭДС [Текст] / Е.А.Суслов, М.С.Постников, С.В.Сумников, А.Н.Титов // XXII Всероссийская школа-семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-22) памяти М.И. Куркина, Екатеринбург, 24 ноября – 1 декабря, 2022: Тезисы докладов, г. Екатеринбург, ИФМ УрО РАН.- 145 с.

28. Дефектность в медной подрешетке в твердых растворах $\text{CuCr}_{1-x}\text{Zr}_x\text{Se}_2$ [Текст] / М.С.Постников, А.А.Титов, С.В.Пряничников, А.Н.Титов // XXII Всероссийская школа-семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-22) памяти М.И. Куркина, Екатеринбург, 24 ноября – 1 декабря, 2022: Тезисы докладов, г. Екатеринбург, ИФМ УрО РАН.- 189 с.

**Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений**

Экзамены

Экзамен по философии

Сдан – «Отлично»

Экзамен по иностранному языку

Сдан – «Хорошо»

Зачет по педагогике

Сдан

Участие в грантах

1. РФФ, «Синтез и изучение новых квази-двумерных материалов с сильным электрон-фононным взаимодействием», 2018-2019г

Руководитель – Шкварина Е.Г., кандидат физико-математических наук

Степень участия – исполнитель

2. Проект РФФИ 20-03-00275 «Принципы конструирования материалов со спиновой поляризацией состояний на уровне Ферми за счёт внутриатомных взаимодействий.»

Руководитель – Титов А.Н., доктор физико-математических наук

Степень участия – исполнитель

Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений

Участие в грантах

Степень участия – исполнитель

3. Молодежный проект ИФМ УрО РАН № м 11-21, «Мультиферроики нового поколения на основе CuCrSe_2 »

Руководитель – Постников М.С.

Степень участия – руководитель

В этом году

4. РФФ №22-13-00361 «Новое поколение мультиферроиков на основе дихалькогенидов со структурой делафоссита»

Руководитель – Титов А.Н.

Степень участия – исполнитель

5. РФФ №21-12-00261, «Комплексное исследование структурных трансформаций и фазовых переходов в перспективных катодных материалах для натрий-ионных аккумуляторов»

Руководитель – Самойлова Н.Ю., кандидат физико-математических наук

Выступления на конференциях

Сделано докладов

устных – 8

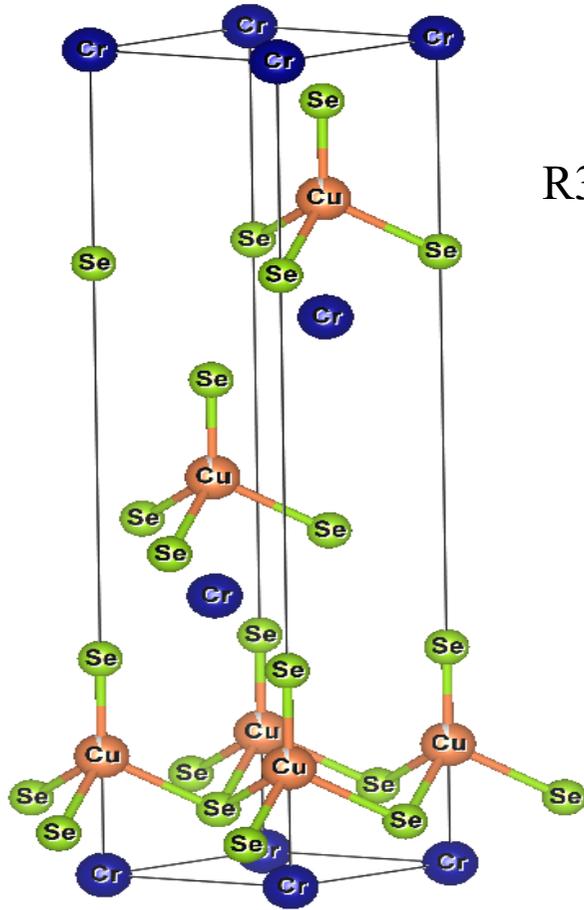
стендовых – 4

Аспирант 3 года обучения Постников Михаил Сергеевич
лаборатории электрических явлений

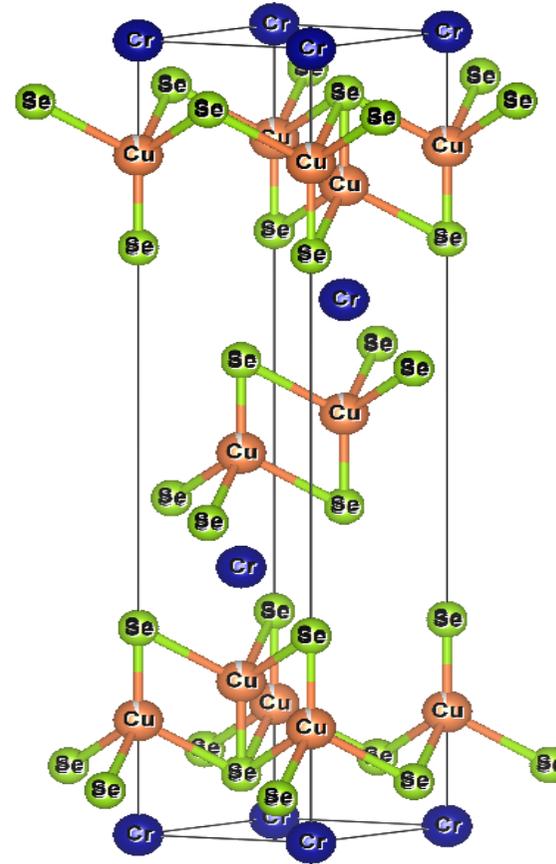
Таблица показателей

Показатель	Баллы	Кол-во	Сумма
публикации в изданиях ВАК (вышедшие из печати)	20	15	300
публикации в изданиях ВАК (принятые в печать)	5	0	0
свидетельство о программах для ЭВМ, зарегистрированных в установленном порядке	20	0	0
патент	20	0	0
соавторство в монографии	5	0	0
оформленное ноу-хау	5	0	0
публикации в других изданиях (не тезисы)	2	0	0
тезисы доклада на международной конференции	5	18	90
тезисы доклада на российской конференции	3	28	84
участие в конференции с устным докладом	2	8	16
участие в конференции со стендовым докладом	1	4	4
сданный на «отлично» кандидатский экзамен	20	1	20
сданный на «хорошо» кандидатский экзамен	15	1	15
сданный на «удовлетворительно» кандидатский экзамен	10	0	0
участие в грантах в качестве: исполнителя	5	4	20
участие в грантах в качестве: руководителя	10	1	10
Общая сумма			559

Кристаллическая структура CuCrSe_2 .

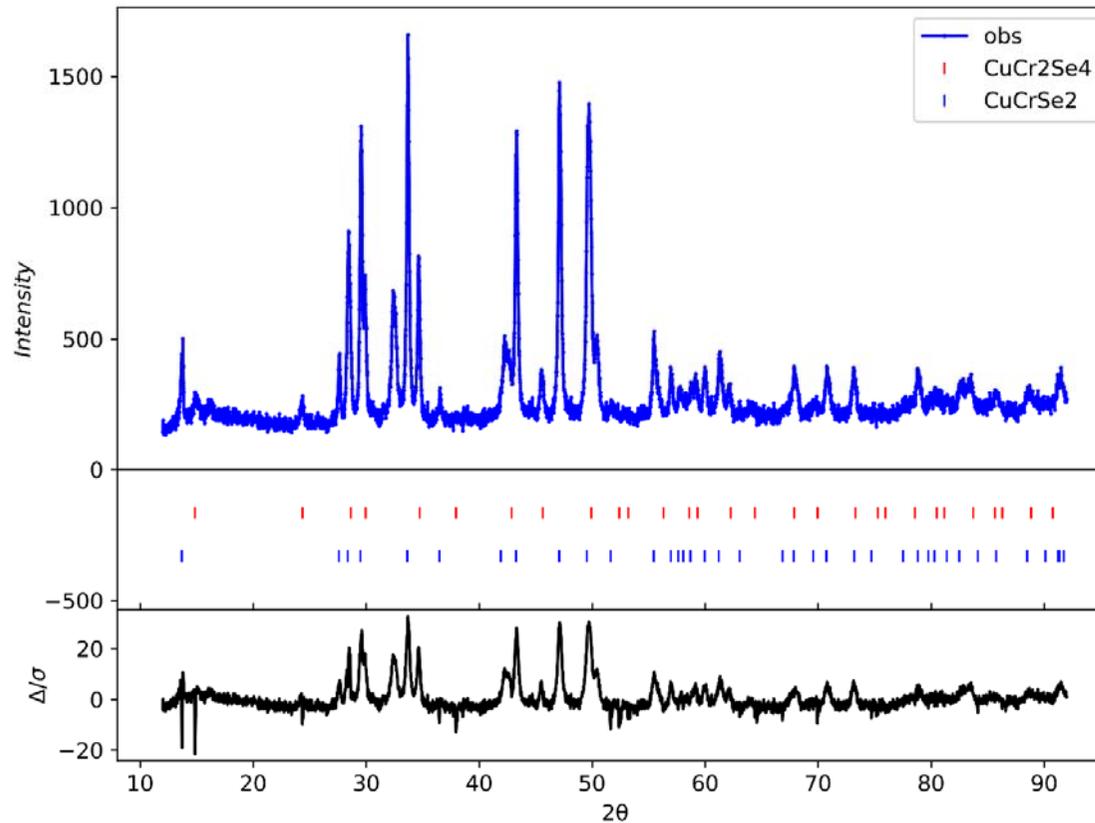


$R\bar{3}m$

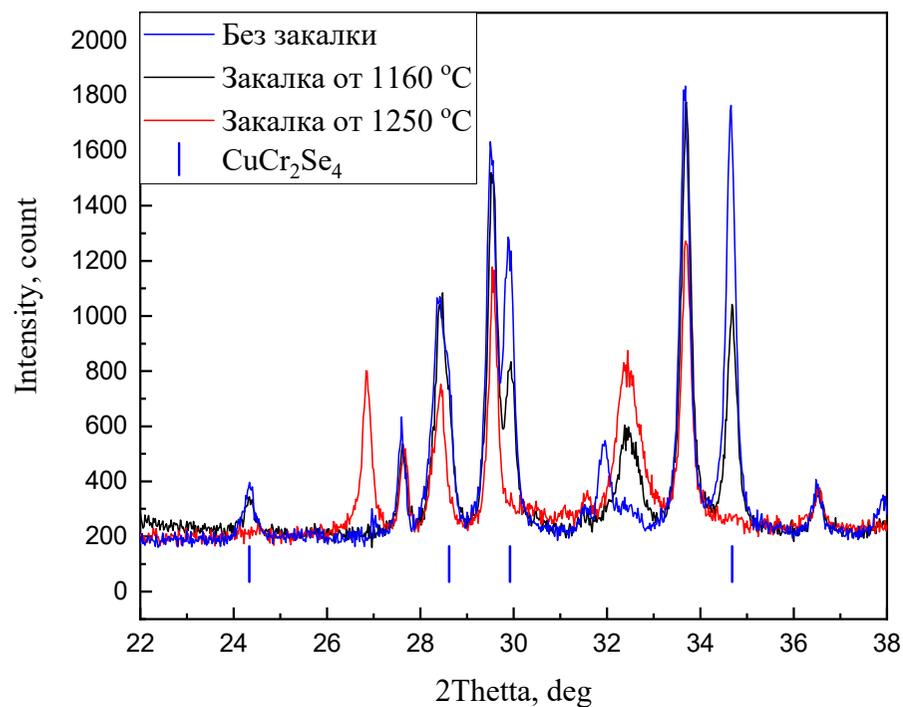


$R-3m$

Дифрактограмма образца $\text{CuCr}_{0.95}\text{Zr}_{0.05}\text{Se}_2$



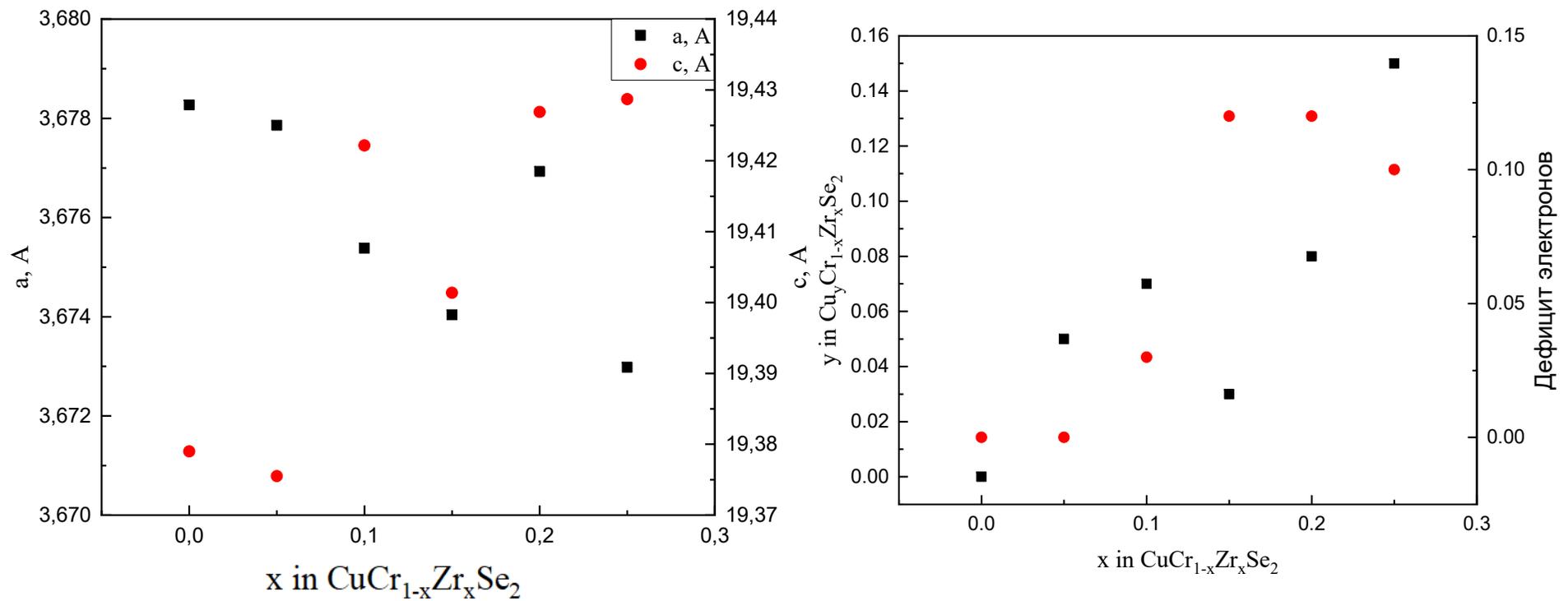
Дифрактограммы образца $\text{CuCr}_{0.95}\text{Zr}_{0.05}\text{Se}_2$ закаленные при разных температурах



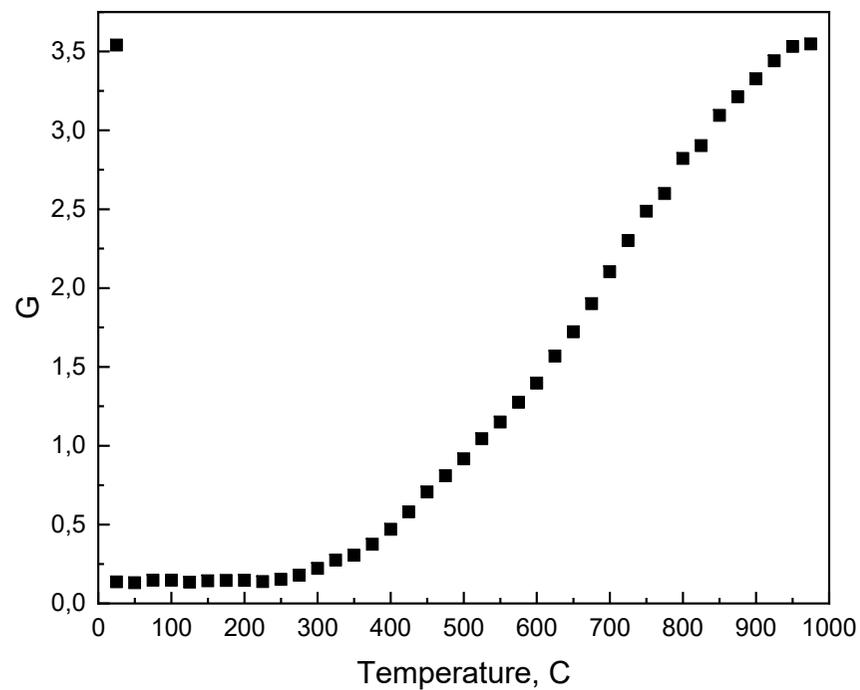
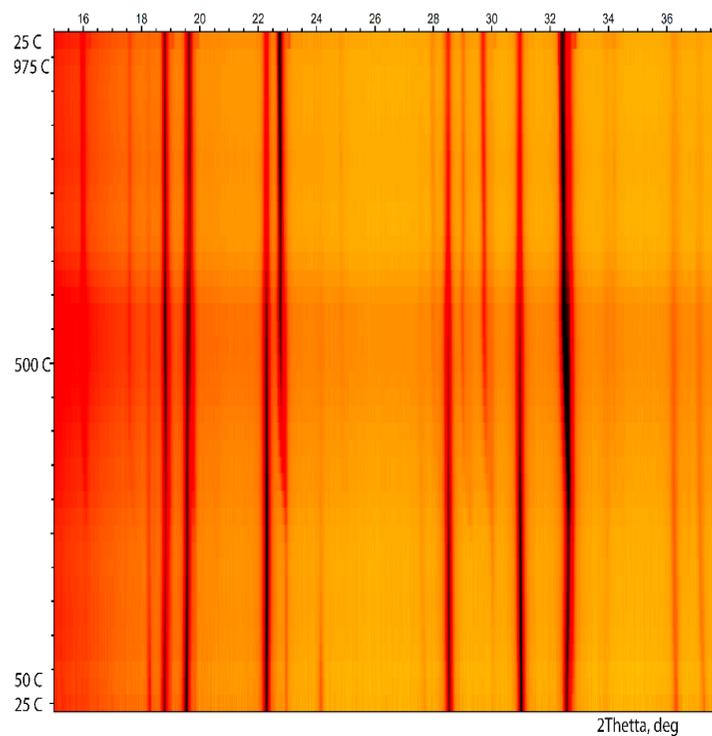
Полнопрофильный анализ

X in $\text{CuCr}_{1-x}\text{Zr}_x\text{Se}_2$	Space group	Cu fraction	Cr fraction	Zr fraction	Se fraction	Chi ²	Rf	Химическая формула
0.25	R3m	0.7645	0.845	0.1595	1.8829	4.223	13.6	$\text{Cu}_{0.81}\text{Cr}_{0.9}\text{Zr}_{0.17}\text{Se}_2$
0.25	R-3m	0.8189	1.6804	0.3162	1.9247	3.424	7.181	$\text{Cu}_{0.85}\text{Cr}_{0.87}\text{Zr}_{0.16}\text{Se}_2$
0.2	R-3m	0.9626	1.5785	0.39	2.0853	1.821	4.851	$\text{Cu}_{0.92}\text{Cr}_{0.77}\text{Zr}_{0.19}\text{Se}_2$
0.15	R-3m	1.0021	1.4936	0.4089	2.0659	1.772	4.880	$\text{Cu}_{0.97}\text{Cr}_{0.72}\text{Zr}_{0.2}\text{Se}_2$
0.1	R3m	0.9383	0.8993	0.0658	2.0264	6.268	14.373	$\text{Cu}_{0.93}\text{Cr}_{0.89}\text{Zr}_{0.07}\text{Se}_2$
0.1	R-3m	1.102	1.7305	0.1523	2.1581	5.886	15.176	$\text{Cu}_{1.02}\text{Cr}_{0.8}\text{Zr}_{0.07}\text{Se}_2$

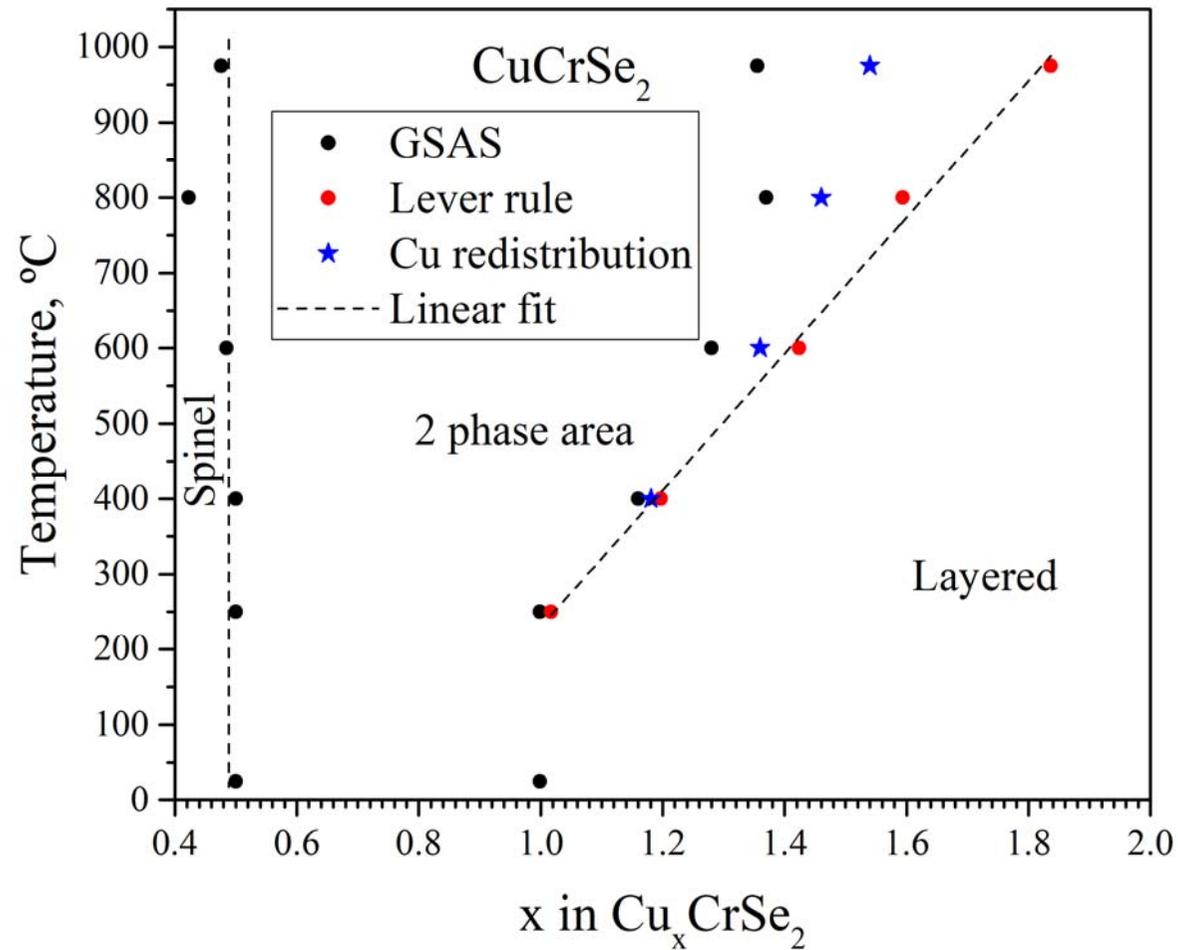
Полнопрофильный анализ



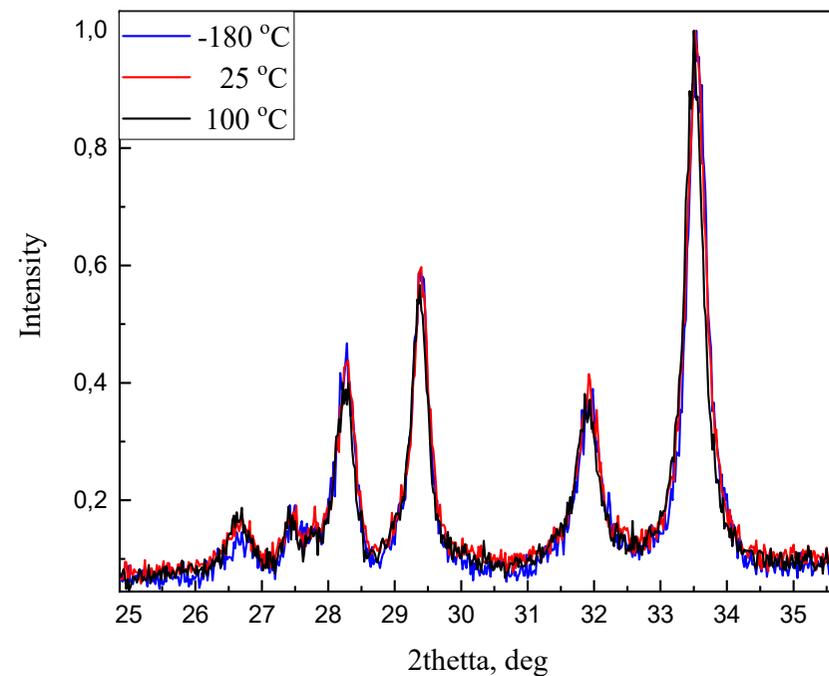
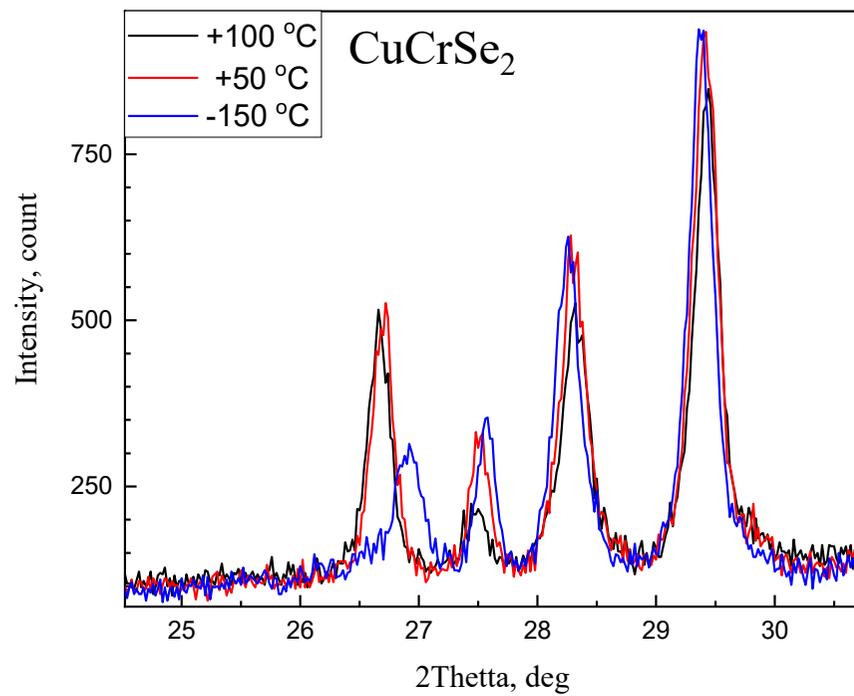
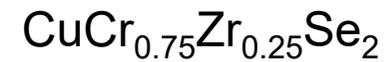
Высокотемпературная дифракция



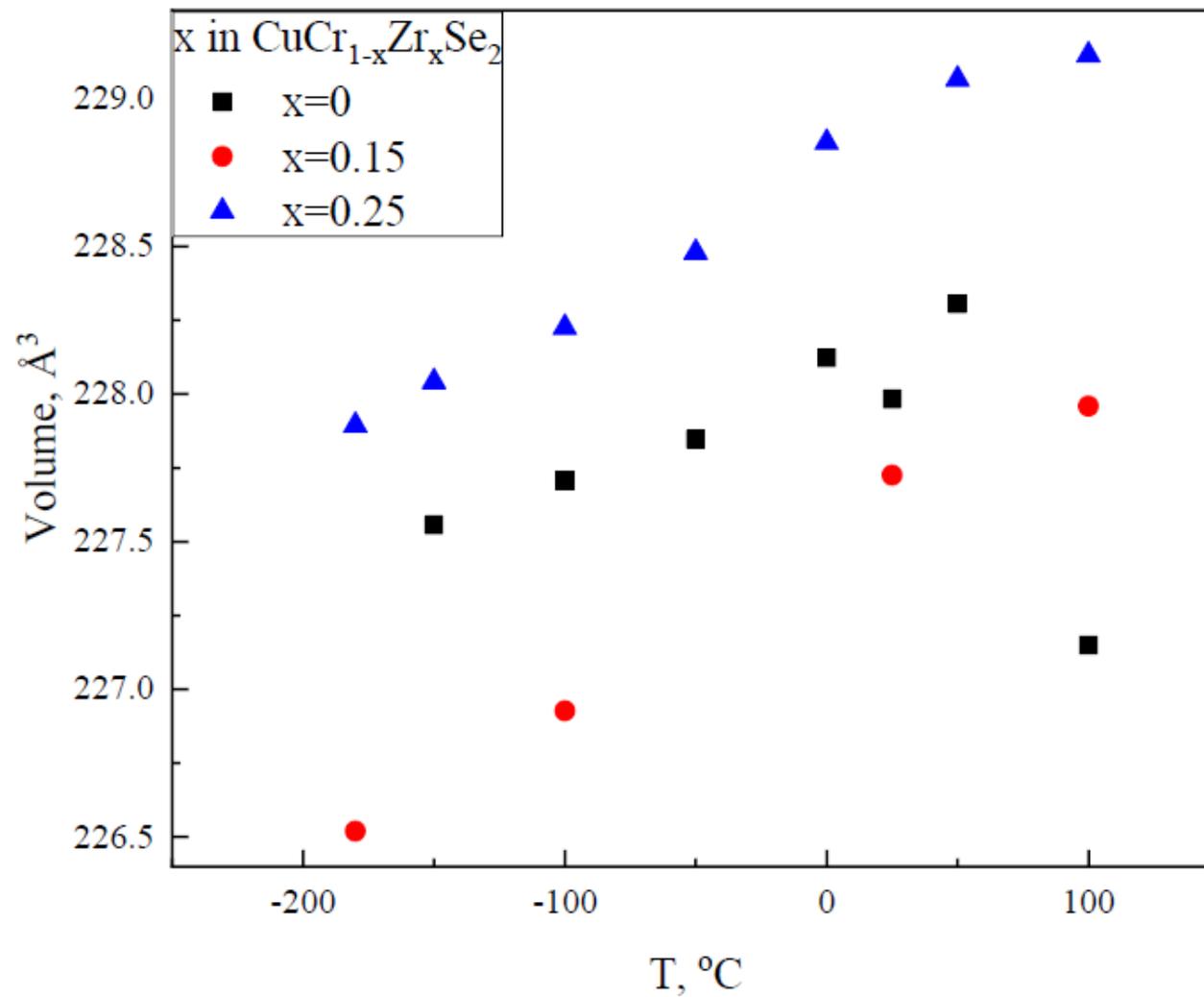
Фрагмент фазовой диаграммы



Низкотемпературная дифракция

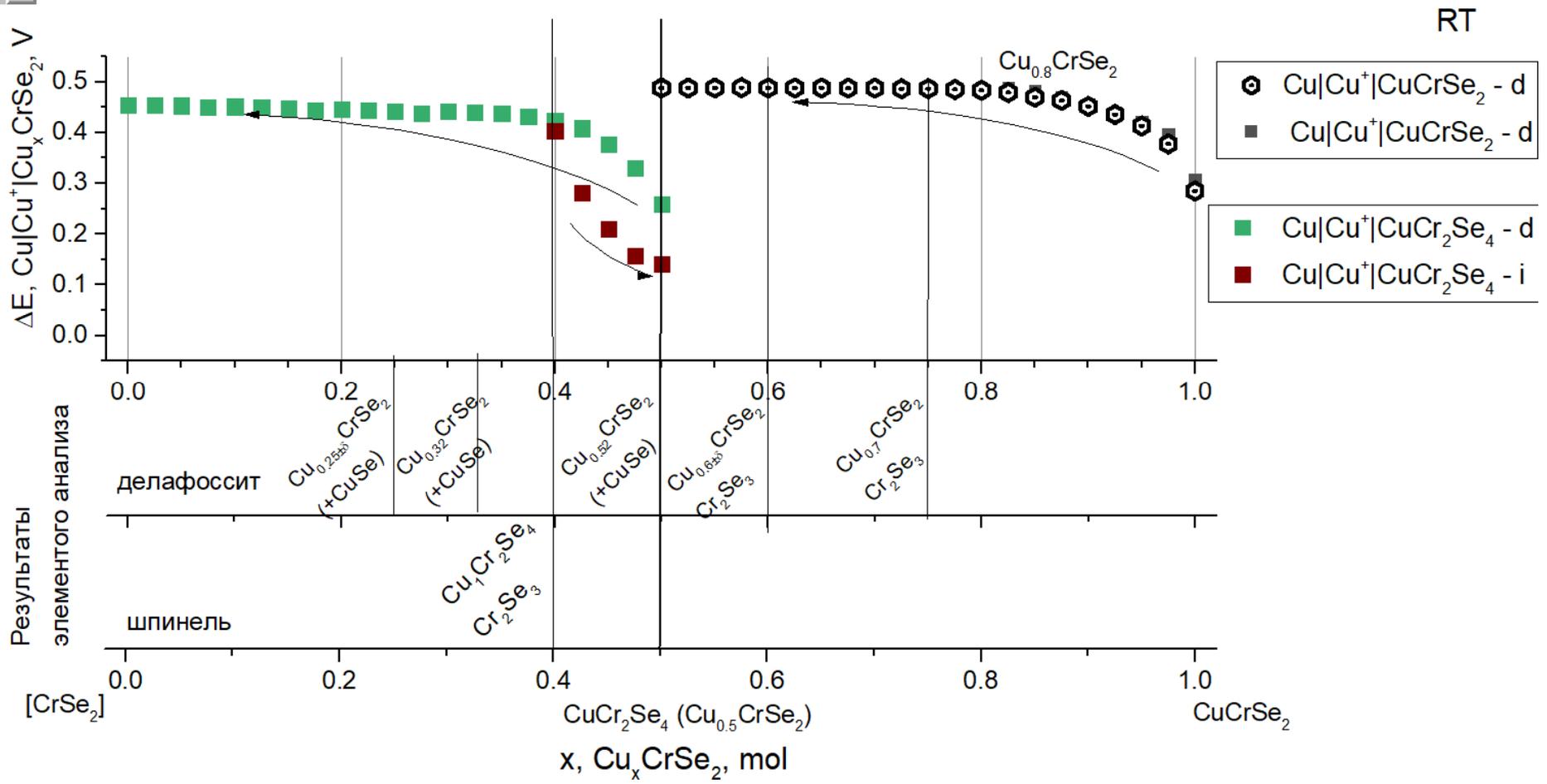


Объем элементарной ячейки

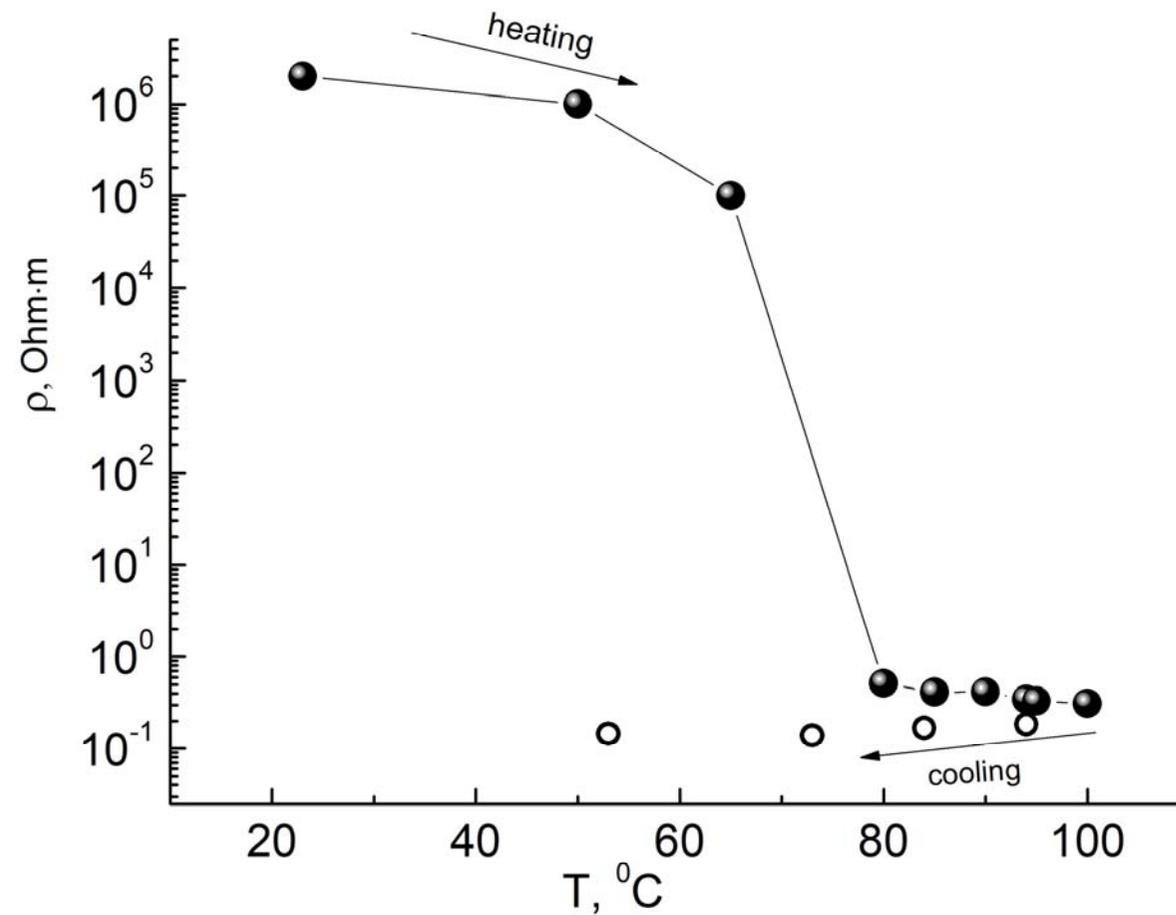


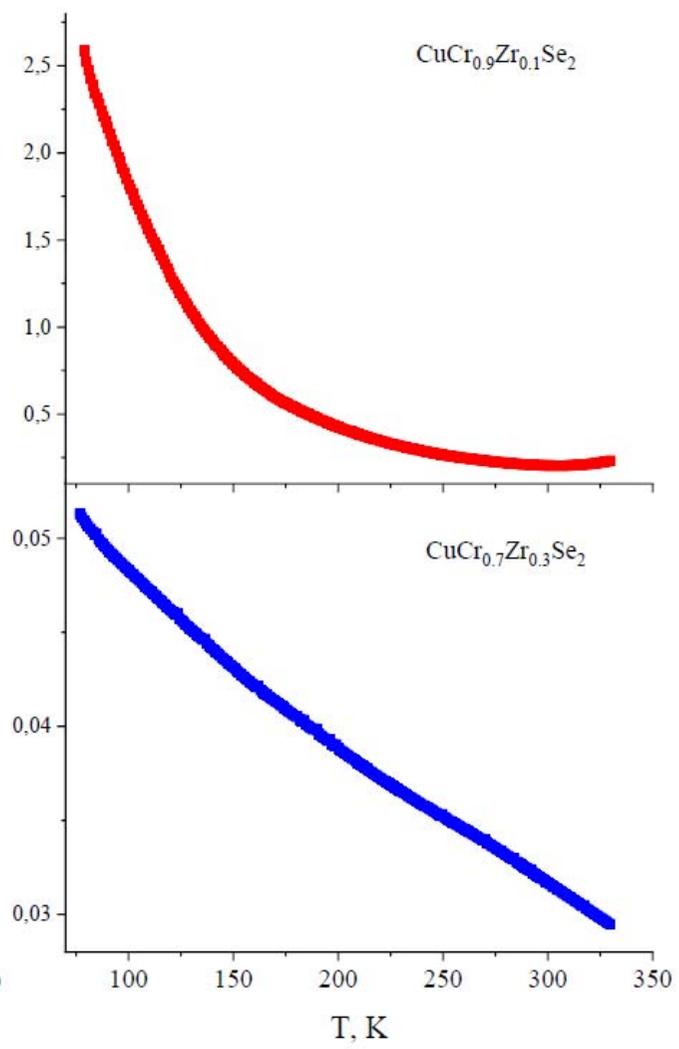
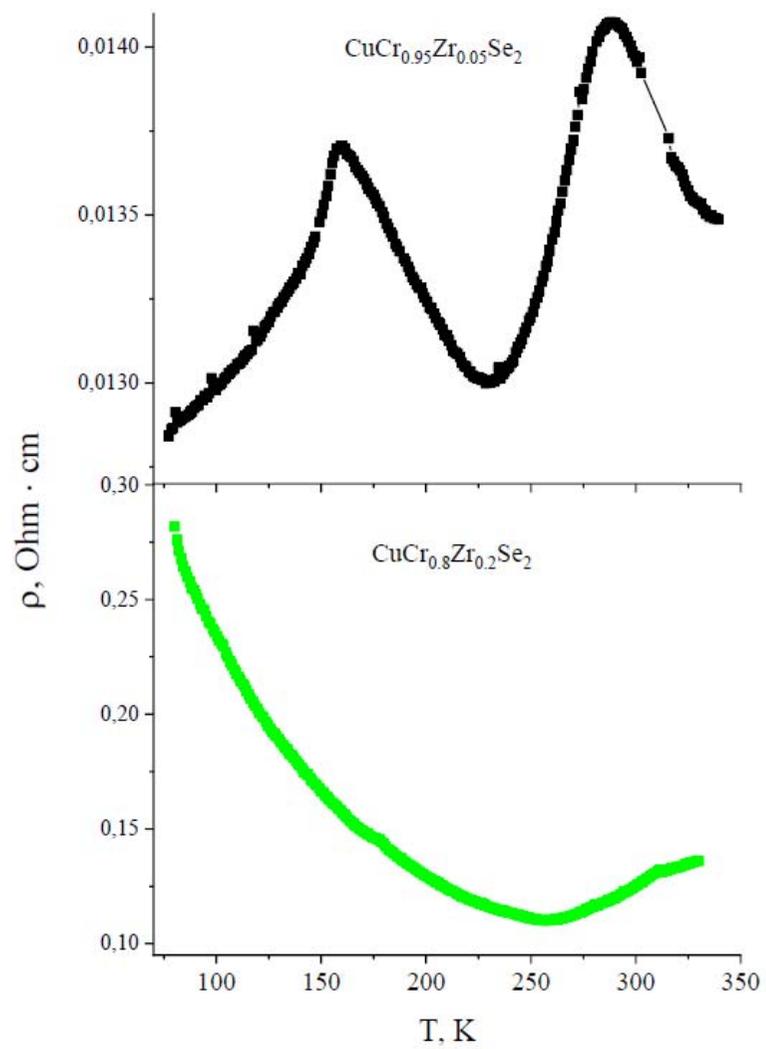
Кулонометрическое титрование

2 3



Удельное сопротивление





Заключение

Замещение Cr на Zr приводит к дефициту по меди, который компенсирует заряд. Кривая титрования показывает, что фазовый переход наступает при дефиците меди, не совпадающем с составом шпинели CuCr_2Se_4 . Установлено, что переход из фазы шпинели в делафосит не происходит при комнатной температуре, а это значит, что можно получать фазу $\text{CuCr}_{1-x}\text{Zr}_x\text{Se}_2$ методом кулонометрического титрования при комнатной температуре. При синтезе составов с большим содержанием циркония, фаза шпинели не образуется, вероятно это происходит из-за того, что закалка проводится выше температуры распада шпинели, а также что потенциал ионизации Zr выше потенциала ионизации Cr, что приводит к сближению энергии связи меди в окта- и тетраэдрически координированных позиций.