

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
и инновациям ТУСУР
Куценко С.П.
« 10 » 2026 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники»

Диссертация «Синтез, оптические и электрофизические свойства тонких пленок оксида индий-олова и их применение в оптоэлектронных устройствах» выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» на кафедре физической электроники (ФЭ).

В период подготовки диссертации соискатель Жидик Юрий Сергеевич работал в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» на кафедре ФЭ в должности доцента. В период с 2022 г. по 2025 г. обучался в очной докторантуре ТУСУР.

В 2019 г. успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Прозрачные омические контакты для изделий гетероструктурной полупроводниковой оптоэлектроники» по специальности 01.04.04 «Физическая электроника».

Научный консультант — Троян Павел Ефимович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры ФЭ федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники».

1. Оценка выполненной соискателем работы

В диссертационном исследовании Жидика Ю.С. разработаны технологические основы синтеза тонких низкоомных оптически прозрачных плёнок ИТО методом реактивного магнетронного распыления, проведены комплексные исследования их оптических и электрофизических свойств, а также исследовано формирование на их основе функциональных покрытий для приборов оптоэлектроники. Выполненные Жидиком Ю.С. исследования позволяют решить научную проблему, имеющую важное хозяйственное значение и заключающуюся в разработке технологии осаждения тонких пленок ИТО методом магнетронного распыления с контролируемыми электрическими и оптическими характеристиками и их применении для нужд предприятий электронной промышленности.

2. Актуальность темы и направленность исследования

Стремительное развитие приборов и устройств оптоэлектроники, радиофотоники и гибкой электроники неразрывно связано с поиском новых и модификацией свойств известных материалов, способных одновременно обеспечивать высокую прозрачность в оптическом диапазоне и низкое удельное электрическое сопротивление. К таким востребованным материалам относится покрытие оксида индия-олова (Indium Tin Oxide, ITO).

Особую актуальность имеет разработка технологии синтеза и исследования свойств тонких пленок ITO толщиной до 100 нм. Снижение толщины ITO в значительной степени позволяет влиять на их электрические и оптические свойства, повысить их оптическое пропускание за счет снижения поглощения в материале и интегрировать ITO в миниатюрные устройства оптоэлектроники и радиофотоники. Так в последнее время разными коллективами все чаще сообщается об обнаружении и исследовании новых перспективных для практического использования свойств тонких пленок ITO: фотоэлектрический и фотоманитный отклик при облучении УФ излучением, модуляция показателей преломления и поглощения под действием электрического поля и т.д. Комплексные исследования оптических и электрических свойств тонких пленок ITO способствуют разработке на их основе перспективных элементов тонкопленочной оксидной электроники, оптоэлектроники и радиофотоники.

Конкретные свойства пленок ITO сильно зависят от технологии их осаждения. Наиболее перспективным методом осаждения пленок ITO, позволяющим в широких пределах влиять на их свойства, является магнетронное распыление мишени In/Sn в кислородосодержащей атмосфере. Следовательно, в научном и прикладном аспекте важны обобщенные исследования влияния технологии синтеза тонких плёнок ITO методом реактивного магнетронного распыления мишени In/Sn на их электрические и оптические свойства. В связи с вышеизложенным тематика диссертационной работы представляется актуальной.

3. Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации

Автору принадлежит ключевая роль в получении основных результатов исследований. Автором осуществлялось: постановка цели и задач научного исследования, обоснование актуальности исследований, планирование, организация и проведение большинства экспериментов по разработке технологических основ синтеза тонких низкоомных оптически прозрачных пленок ITO и исследование электрических и оптических свойств тонких плёнок ITO, а также формулирование научных выводов по каждой главе диссертации и обобщенных выводов по диссертационной работе. Все результаты, составляющие научную новизну и выносимые на защиту, получены автором лично.

Участие в проведении ряда экспериментов, расчетов и обсуждении результатов принимали д-р техн. наук, профессор С.В. Смирнов и д-р техн. наук, доцент Ю.В. Сахаров, канд. техн. наук С.В. Ишуткин. Новизна полученных результатов и выносимые на защиту научные положения формулировались в обсуждении с научным консультантом д-р техн. наук, профессором П.Е. Трояном. Результаты по отдельным направлениям получены совместно с соавторами научных публикаций, входящими в научную группу автора.

4. Степень достоверности результатов проведённых исследований

Достоверность и обоснованность результатов диссертационной работы подтверждаются их корреляцией с данными других известных работ в области ИТО; применением современного аналитического и измерительного оборудования; корреляцией между собой экспериментальных результатов, полученных на различном оборудовании; корреляцией результатов проведенного моделирования с полученными экспериментальными данными; апробацией полученных теоретических и экспериментальных результатов на конференциях и семинарах различного уровня; публикацией статей, содержащих полученные результаты, в рецензируемых научных журналах; внедрением результатов исследований в промышленное производство.

5. Научная новизна результатов проведенных исследований

1. *Разработана* качественная модель синтеза пленок ИТО с низким удельным сопротивлением методом реактивного магнетронного распыления, описывающая происходящие физические процессы при их осаждении. Синтез оптически прозрачных тонких пленок ИТО с высокой электропроводностью методом реактивного магнетронного распыления мишени In (90%)/Sn (10%) должен осуществляться при токе разряда 0,3 А, парциальных давлениях аргона $3,7 \cdot 10^{-3}$ мм рт. ст. и кислорода $5,2 \cdot 10^{-4}$ мм рт. ст., температуре подложки в процессе осаждения выше 300 °С с последующим отжигом в вакууме при температуре 450 °С в течение 20 мин. Последующий после осаждения высокотемпературный отжиг пленок ИТО в бескислородной среде приводит к формированию кислородных вакансий, активации примесных атомов олова, а также к формированию поликристаллической структуры пленки.

2. *Разработаны* физические и технологические основы осаждения оптически прозрачных тонких пленок ИТО методом реактивного магнетронного распыления, *отличающиеся* тем, что позволяют целенаправленно управлять структурой осаждаемых пленок ИТО, их электрическими и оптическими свойствами.

3. *Впервые получены* комплексные научные знания о влиянии парциального давления кислорода в составе рабочей атмосферы на структурные, электрофизические и оптические свойства тонких плёнок ИТО, синтезированных методом реактивного магнетронного распыления мишени In/Sn.

4. *Установлены* граничные условия эффективного взаимодействия электрического поля и свободных носителей заряда в тонких пленках ИТО позволяющие использовать ИТО в качестве канального слоя тонкопленочного транзистора и плазмонного слоя адсорбционного электрооптического модулятора: толщина пленок ИТО не более 30 нм, концентрация носителей заряда в ИТО на уровне 10^{18} см^{-3} , напряженность внешнего электрического поля более 10^5 В/см .

5. *Установлена* роль УФ-излучения при обработке пленок ИТО, заключающаяся в разрушении в приповерхностном слое химических связей In – O, приводящая к повышению концентрации кислородных вакансий, а также в генерации дополнительных носителей заряда за счет тепловой ионизации примесных атомов олова.

6. Предложена новая технология формирования оптически прозрачного слоя растекания тока на основе In+Sn/ITO к слою p-GaN светодиодной гетероструктуры InGaN/AlGaIn/GaN, позволяющего увеличить КПД светодиода более чем в 2 раза за счет равномерного растекания тока по всей светодиодной гетероструктуре, а также за счет устранения отражения сгенерированного оптического излучения от поверхности применявшихся ранее традиционных металлических контактов к слою p-GaN.

6. Теоретическая значимость диссертации

1. Установлены и сформулированы новые научные знания о физических и технологических процессах синтеза тонких пленок ITO методом реактивного магнетронного распыления мишени In/Sn в кислородосодержащей атмосфере при разном парциальном давлении кислорода.

2. Получены новые научные знания об электрофизических и оптических свойствах тонких плёнок ITO синтезированных методом реактивного магнетронного распыления мишени In/Sn в кислородосодержащей атмосфере при разном парциальном давлении кислорода.

3. Проанализированы и систематизированы результаты существующих исследований и дополнены новыми, полученными автором диссертации, сведениями о процессах в тонких пленках ITO происходящих при внешних воздействиях.

7. Практическая значимость диссертации и использование полученных результатов

1. Полученные результаты имеют важное хозяйственное значение, заключающееся в создании научных основ синтеза электропроводящих оптически прозрачных тонких пленок ITO методом магнетронного распыления с контролируемыми и управляемыми электрическими и оптическими характеристиками.

2. Проведены комплексные исследования оптических и электрических свойств тонких пленок ITO с разной разным содержанием кислорода и показана перспектива их применения в устройствах оптоэлектроники и радиофотоники (светоизлучающие диоды, тонкопленочные транзисторы, электрооптические модуляторы), а также показана возможность использования пленок ITO в качестве функциональных покрытий для изделий электроники (сенсоры УФ излучения, газовые сенсоры, покрытие для экранирования микроволнового излучения, тонкопленочный нагревательный элемент, антистатическое покрытие для терморегулирующих элементов космических аппаратов).

3. Результаты работы использованы рядом промышленных предприятий и научных организаций (АО «НИИПП», ООО «ДЕФАН», ООО НПК «ТЕСАРТ», ООО «Лаборатория 23», ИПУ РАН, ИОНХ РАН, ИХР РАН, ТУСУР, ТГУ), а также при выполнении научных проектов (ФЦП, госзадания, гранты РФФИ и РНФ, Постановление Правительства РФ № 218).

8. Ценность научных работ автора, полнота изложения материалов диссертации в опубликованных работах

По результатам исследований опубликовано 70 печатных работ, 18 из

которых в рецензируемых журналах из перечня ВАК, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций по специальности 1.3.5 Физическая электроника, 14 работ в изданиях, индексированных в базах научных публикаций SCOPUS и WoS. Получены 6 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и 6 патентов на изобретения и полезные модели.

Статьи в рецензируемых журналах из перечня ВАК

1. **Жидик, Ю. С.** Фотоэлектрический отклик пленок ITO при воздействии УФ излучения / Ю. С. Жидик, С. М. Верхаланцев, Д. О. Реннер // *Materials. Technologies. Design.* – 2026. – Vol. 8, No. 1(24). – P. 53–62.
2. **Жидик, Ю. С.** Слой растекания тока на основе пленок ITO для светодиодов синего цвета свечения / Ю. С. Жидик, Д. И. Засухин, О. Н. Минин, П. Е. Троян // *Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета.* – 2025. – № 94. – С. 204–212.
3. Фотонная интегральная схема для системы стабилизации длины волны излучения перестраиваемого лазера С-диапазона / А. А. Шейнбергер, В. Е. Трутнева, М. В. Степаненко, **Ю.С. Жидик**, И.В. Юнусов // *Письма в Журнал технической физики.* – 2026. – Т. 52, № 10. – С. 29–34.
4. **Zhidik, Y. S.** Determination of optimal ITO current-spreading layer parameters for LEDs based on alingan heterostructures and developing a technology to form such layers on p-GaN surfaces / Y. S. Zhidik // *Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics.* – 2025. – Vol. 89, № 10. – P. 1896–1902.
5. **Жидик, Ю. С.** Разработка и изготовление коллимирующей волоконной сферической микролинзы для системы вывода излучения из радиофотонных компонент в оптическое волокно / Ю. С. Жидик, А. А. Шейнбергер, М. В. Степаненко, П. Е. Троян. – DOI 10.17586/2226-1494-2024-24-6-871-879 // *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики.* – 2024. – Т. 24, № 6. – С. 871–879.
6. Алгоритм автоматического контроля внешнего вида ИС на основе вычисления пиксельного расстояния / Б. В. Ширяев, Д. П. Аргунов, **Ю. С. Жидик**, А. Ю. Ющенко, И. В. Лаптев // *Известия высших учебных заведений. Электроника.* – 2024. – Т. 29, № 4. – С. 432–446.
7. Модулятор Маха-Цендера на основе InP с управляемым коэффициентом экстинкции / С. В. Ишуткин, В. С. Арыков, И. В. Юнусов, М.В. Степаненко, В.С. Смирнов, П.Е. Троян, **Ю.С. Жидик** // *Журнал технической физики.* – 2023. – Т. 93, № 11. – С. 1622–1630.
8. Исследование оптических и фотокаталитических свойств пленок оксида титана разной степени окисления / С. Е. Ручкин, **Ю. С. Жидик**, Ю. Н. Юрьев, А.А. Рунц, Е.Д. Гончарова, А.В. Юрьева. – DOI 10.21883/PJTF.2022.17.53285.19150 // *Письма в ЖТФ.* – 2022. – Т. 48, вып. 17. – С. 33–36.
9. Исследование влияния бомбардировки полупроводниковых подложек заряженными частицами на изменение их параметров / **Ю. С. Жидик**, П. Е. Троян, А. А. Чистоедова, Ю. В. Сахаров, А. В. Ильиных // *Нанотехнологии: разработка, применение - XXI век.* – 2018. – Т. 10, № 4. – С. 3–8.
10. Ишуткин, С. В. Плазмохимическое травление InP/InGaAs гетероструктуры в индуктивно связанной плазме Cl₂/Ar/N₂ для формирования оптических волноводных структур / С. В. Ишуткин, В. С. Арыков, **Ю. С. Жидик**,

П. Е. Троян // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2018. – Т. 21, № 4. – С. 28–32.

11. Данилина, Т. И. Ионно-плазменные методы получения наноструктур / Т. И. Данилина, П. Е. Троян, Ю. В. Сахаров, **Ю. С. Жидик** // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2017. – Т. 20, № 3. – С. 40–45.

12. **Жидик, Ю. С.** Исследование неорганических электрохромных материалов для их использования в иллюминаторах с динамическим затемнением / Ю. С. Жидик, П. Е. Троян, Е. Е. Воронюк // Вестник Московского авиационного института. – 2016. – Т. 23, № 2. – С. 160–166.

13. Сахаров, Ю. В. Исследование механизмов электропроводности пленок оксида индия, легированного оловом / Ю. В. Сахаров, П. Е. Троян, **Ю. С. Жидик** // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2015. – № 3 (37). – С. 85–88.

14. Сахаров, Ю. В. Технология синтеза и свойства пористых оксидных пленок / Ю. В. Сахаров, П. Е. Троян, **Ю. С. Жидик** // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2015. – № 4 (38). – С. 72–75.

15. Троян, П. Е. Прозрачные электропроводящие покрытия с контролируемыми значениями коэффициента пропускания и поверхностного сопротивления / П. Е. Троян, Ю. В. Сахаров, Ю. С. Жидик // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2014. – № 1 (31). – С. 99–102.

16. **Жидик, Ю. С.** Технология формирования покрытий на светодиодных гетероструктурах методом магнетронного распыления на примере нанесения пленок ИТО / Ю. С. Жидик, П. Е. Троян // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2014. – № 4 (34). – С. 52–55.

17. **Жидик, Ю. С.** Технология получения электропроводящих пленок ИТО высокой оптической прозрачности с низким значением величины удельного поверхностного сопротивления / Ю. С. Жидик, П. Е. Троян // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2012. – № 2-2 (26). – С. 169–171.

18. **Жидик, Ю. С.** Расчет теплоотводящего и несущего покрытия при изготовлении светодиодов / Ю. С. Жидик, П. Е. Троян, Д. Д. Каримбаев // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2011. – № 2-2 (24). – С. 73–76.

Публикации в изданиях, входящих в Scopus

19. Development of a semiconductor white light source with a high color rendering index / **Yu. S. Zhidik**, I. F. Garipov, S. R. Karpov, M. A. Romanova, P. E. Troyan. – DOI 10.51368/1996-0948-2024-6-81-88 // Applied Physics. – 2024. – № 6. – P. 81–88.

20. Microassembly of an ultra-wideband electro-optical modulator with an integrated laser / I. V. Yunusov, V. S. Arykov, M. V. Stepanenko, **Yu. S. Zhidik**, K. A. Petruhin, S. P. Ivanichko, A. V. Maikova, M. A. Filyshin. – DOI 10.51368/1996-0948-2024-1-91-95 // Applied Physics. – 2024. – № 1. – P. 91–95.

21. Study of the Systems for Laser Diode Radiation Output Into a Single-Mode Optical Fiber / A. A. Sheinberger, M. V. Stepanenko, **Yu. S. Zhidik**, S. P. Ivanichko, A. V. Maykova. – DOI 10.22184/1993-7296.FRos.2023.17.7.526.538 // Photonics Russia. – 2023. – № 7. – P. 526–541.

22. Investigation of the sensitivity of ITO thin films to chemicals adsorbed on their surface / **Yu. S. Zhidik**, K. V. Zhuk, A. A. Ivanova, A. V. Maykova, A. S. Kuzmin, A. V. Mostovshchikov. – DOI 10.51368/1996-0948-2023-6-72-77 // Applied Physics. – 2023. – № 6. – P. 72–77.

23. Nanoscale ITO Films for Plasmon Resonance-Based Optical Sensors / **Y. Zhidik**, A. Ivanova, S. Smirnov, K. Zhuk, I. Yunusov, P. Troyan. – DOI 10.3390/coatings12121868 // Coatings. – 2022. – № 12 (12). – P. 1868.

24. Study of the influence of diamond-like carbon film deposition technology on the change of its physical and mechanical characteristics / A. A. Runts, S. E. Ruchin, **Yu. S. Zhidik**, A. V. Yurjeva, M. I. Polosukhina. – DOI 10.51368/1996-0948-2021-6-58-62 // Applied Physics. – 2021. – № 6. – P. 58–62.

25. The Method of Low Temperature ICP Etching InP/InGaAsP Heterostructure in Cl₂-based Plasma for Integrated Optics Applications / S. V. Ishutkin, V. S. Arykov, I. V. Yunusov, M. V. Stepanenko, V. S. Smirnov, P. E. Troyan, **Yu. S. Zhidik**. – DOI 10.3390/mi12121535 // Micromachines. – 2021. – Vol. 12, № 12. – Article number 1535.

26. Electrical Conductivity and Optical Properties of Nanoscale Titanium Films on Sapphire for Localized Plasmon Resonance-Based Sensors / K. Korotkova, D. Bainov, S. Smirnov, I. Yunusov, **Yu. Zhidik**. – DOI 10.3390/coatings10121165 // Coatings. – 2020. – Vol. 10, № 12. – P. 1–7.

27. Multi-Parameter Optimization of an InP Electro-Optic Modulator / M. Stepanenko, I. Yunusov, V. Arykov, P. Troyan, **Yu. Zhidik**. – DOI 10.3390/sym12111920 // Symmetry. – 2020. – Vol. 12, № 11. – P. 1–18.

28. Technological Development of an InP-Based Mach–Zehnder Modulator / S. Ishutkin, V. Arykov, I. Yunusov, M. Stepanenko, P. Troyan, **Yu. Zhidik**. – DOI 10.3390/sym12122015 // Symmetry. – 2020. – Vol. 12, № 12. – P. 1–10.

29. Investigation of electrophysical properties of ITO films / **Yu. S. Zhidik**, P. E. Troyan, V. V. Kozik, S. A. Kozyukhin, A. V. Zabolotskaya, A. S. Kuznetsova // Russian Physics Journal. – 2020. – T. 63, № 7. – P. 1139–1143.

30. **Zhidik Yu. S.** Structure and properties of ITO thin films obtained by reactive magnetron sputtering / Yu. S. Zhidik, A. A. Chistoedova, E. V. Zhidik, A. E. Petryuk // Applied Physics. – 2020. – № 2. – P. 59–63.

31. Troyan P. Investigation of temperature stability of ITO films characteristics / P. Troyan, **Yu. Zhidik**, E. Zhidik. – DOI 10.1051/mateconf/201814303010 // MATEC Web of Conferences. – 2018. – Vol. 143. – Article number 03010.

32. **Zhidik Yu. S.** Deposition of the low resistive ITO-films by means of reactive magnetron sputtering of the In/Sn target on the cold substrate / Yu. S. Zhidik, P. E. Troyan, E. V. Baturina, D. V. Korzhenko, Yu. N. Yurjev. – DOI 10.1088/1757-899X/110/1/012055 // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2016. – Article number 012055.

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ

33. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2021669291, Российская Федерация. Программа для расчёта спектральных характеристик

коэффициентов пропускания и отражения систем тонкая пленка – оптически прозрачная подложка: № 2021668365: заявл. 19.11.2021: опубл. 25.11.2021 / Иванова А.А., Смирнов С.В., **Жидик Ю.С.**; правообладатель ТУСУР. – 1 с.

34. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2021680950, Российская Федерация. Расчёт состава слоев мультиквантовых ям DFB лазера: № 2021680114: заявл. 10.12.2021: опубл. 16.12.2021 / Арыков В.С., **Жидик Ю.С.**, Степаненко М.В., Троян П.Е., Юнусов И.В.; правообладатель ТУСУР. – 1 с.

35. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020665304, Российская Федерация. InGaAsP/InP MQW EOM Optimazer: № 2020664288: заявл. 19.11.2020: опубл. 26.11.2020 / Степаненко М.В., Юнусов И.В., Арыков В.С., Троян П.Е., **Жидик Ю.С.**; правообладатель ТУСУР. – 1 с.

36. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019660654, Российская Федерация. Picture Marker: № 2019619407: заявл. 29.07.2019: опубл. 09.08.2019 / **Жидик Ю.С.**, Ишуткин С.В., Троян П.Е.; правообладатель ТУСУР. – 1 с.

37. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019660761, Российская Федерация. Reticle Mapper: № 2019619323: заявл. 29.07.2019: опубл. 13.08.2019 / **Жидик Ю.С.**, Ишуткин С.В., Троян П.Е.; правообладатель ТУСУР. – 1 с.

38. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019662832, Российская Федерация. Transformation XY to UV: № 2019619410: заявл. 29.07.2019: опубл. 03.10.2019 / **Жидик Ю.С.**, Ишуткин С.В., Троян П.Е.; правообладатель ТУСУР. – 1 с.

Патенты Российской Федерации

39. Патент на полезную модель RU 222410 U1, Российская Федерация, МПК G02B 6/32. Оптический соединитель: № 2023130226: заявл. 21.11.2023: опубл. 22.12.2023 / **Жидик Ю.С.**, Степаненко М.В., Цехановская М.С., Шейнбергер А.А.; заявитель ТУСУР. – 5 с.

40. Патент на полезную модель RU 202078 U1, Российская Федерация, МПК H01L 21/68. Адаптер полупроводниковой пластины: № 2020131796: заявл. 28.09.2020: опубл. 29.01.2021 / **Жидик Ю.С.**, Ишуткин С.В., Троян П.Е.; заявитель ТУСУР. – 9 с.

41. Патент на изобретение RU 2729964 C1, Российская Федерация, МПК H01L 21/28. Способ формирования оптически прозрачного омического контакта к поверхности полупроводникового оптического волновода электрооптического модулятора: № 2019141844: заявл. 17.12.2019: опубл. 13.08.2020 / **Жидик Ю.С.**, Ишуткин С.В., Троян П.Е.; патентообладатель ТУСУР. – 9 с.

42. Патент на изобретение RU 2601903 C2, Российская Федерация, МПК C23C 14/35, H01J 37/317, H01J 37/34. Способ напыления тонкопленочных покрытий на поверхность полупроводниковых гетероэпитаксиальных структур методом магнетронного распыления: № 2015108566/02: заявл. 11.03.2015: опубл. 10.11.2016 / Троян П.Е., **Жидик Ю.С.**, Гумерова Г.И.; патентообладатель ТУСУР. – 7 с.

43. Патент на изобретение RU 2528128 C1, Российская Федерация, МПК H01L 33/00, H01L 51/50. Способ изготовления органического светоизлучающего диода: № 2013110202/28: заявл. 06.03.2013: опубл. 10.09.2014 / **Жидик Ю.С.**, Троян П.Е.; патентообладатель ТУСУР. – 5 с.

44. Патент на полезную модель RU 144827 U1, Российская Федерация, МПК H05B 3/84. Тонкопленочный нагревательный элемент: № 2014109514/07: заявл. 12.03.2014; опубл. 10.09.2014 / **Жидик Ю.С.**, Троян П.Е., Сахаров Ю.В.; заявитель ТУСУР. – 4 с.

Статьи в прочих научных изданиях

45. **Жидик Ю. С.** Полифункциональные пленки ИТО для устройств фотоники / Ю. С. Жидик // Сборник научных трудов всероссийской научной конференции с международным участием «Невская фотоника-2025». – Санкт-Петербург, 2025. – С. 168.

46. **Zhidik Y. S.** Magnetron sputtering deposition of ITO films on semiconductor heteroepitaxial structures surface / Y. S. Zhidik // 9th International Congress on Energy Fluxes and Radiation Effects. – Tomsk, 2024. – P. 362.

47. **Жидик Ю. С.** Исследование влияния высокотемпературного отжига пленок ИТО на их электрофизические свойства / Ю. С. Жидик, А. А. Чистоедова, Е. В. Жидик, С. В. Смирнов // Взаимодействие излучений с твердым телом : материалы 13-й Международной конференции / редколлегия: В. В. Углов [и др.]. – 2019. – С. 386–389.

48. **Жидик Ю. С.** Влияние электронно-ионной бомбардировки на процесс формирования и свойства пленок сложного состава ионно-плазменным методом / Ю. С. Жидик, А. А. Чистоедова, Е. В. Жидик, Т. И. Данилина // Взаимодействие излучений с твердым телом : материалы 13-й Международной конференции / редколлегия: В. В. Углов [и др.]. – 2019. – С. 446–449.

49. Sakharov Y. Energy efficient sensors based on carbon-modified silica films / Y. Sakharov, P. Troyan, Yu. Zhidik. – DOI 10.1109/SIBCON.2019.8729582 // 2019 International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2019 - Proceedings. – 2019. – Article number 8729582.

50. **Zhidik Yu. S.** Influence of gas discharge plasma on forming process and properties of complex films / Yu. S. Zhidik, T. I. Danilina, A. A. Chistoedova, E. V. Zhidik, L. R. Bitner // Journal of Physics: Conference Series. The proceeding 14th International Conference "Gas Discharge Plasmas and Their Applications". – Institute of High-Current Electronics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. – 2019. – Article number 012154.

51. **Жидик Ю. С.** Разработка технологии напыления пленок ИТО методом магнетронного распыления и ее адаптация в условиях промышленного производства / Ю. С. Жидик, П. Е. Троян, Ю. В. Сахаров // Технология микро- и нанoeлектроники в наносистемной технике : труды 5-й международной научно-практической конференции. – Москва, 2016. – С. 87–89.

52. Troyan P. E. Synthesis of conducting films $\text{In}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ with the method of magnetron sputtering and their electrophysical properties / P. E. Troyan, **Yu. S. Zhidik**, Yu. V. Sakharov // International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices, EDM. Proceedings. – 2014. – P. 98–101.

53. **Жидик Ю. С.** Технология формирования катодно-анодной части органических светоизлучающих диодов / Ю. С. Жидик, Ю. В. Сахаров, П. Е.

Троян // Пленки и покрытия-2013 : труды 11-й Международной конференции. – 2013.

Полученные автором результаты и их опубликование отечественной и зарубежной научной печати представляют значительную научную ценность, в том числе в части создания результатов интеллектуальной деятельности в виде патентов РФ и свидетельств о регистрации программ для ЭВМ. Опубликованные результаты в полной мере отражают содержание диссертационной работы.

9. Соответствие содержания диссертации избранной специальности

Предмет исследования и материалы диссертационной работы соответствуют пунктам 1 и 2 паспорта научной специальности 1.3.5. Физическая электроника, в части разработки технических основ приборов, установок, систем и технологических процессов, в области твердотельной электроники, полупроводниковой электроники, и оптоэлектроники, а также в части практического применения физических явлений в твердотельных микро- и наноструктурах и полупроводниковых пленках.

Диссертация «Синтез, оптические и электрофизические свойства тонких пленок оксида индий-олова и их применение в оптоэлектронных устройствах» Жидика Юрия Сергеевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 1.3.5 Физическая электроника.

Заключение принято на расширенном семинаре кафедры физической электроники Института радиоэлектронной техники ТУСУР федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники».

Присутствовало на заседании 15 человек, в том числе 6 д-р техн. наук, 3 д-р физ.-мат. наук, 4 канд. техн. наук. Результаты голосования: «за» — 15 чел., «против» — 0 чел., «воздержались» — 0 чел. Протокол семинара № 66 от «26» июня 2026 г.

Председатель НТС
Зав. каф. ФЭ, д-р техн. наук., доцент



Сахаров Ю.В.

Секретарь заседания
М.н.с. лаборатории ИОР каф. ФЭ



Мотовилов М.А.