

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ»
(СГУГиТ)

ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ

XIV Международный научный конгресс

Магистерская научная сессия

«ПЕРВЫЕ ШАГИ В НАУКЕ»

Сборник материалов

Новосибирск
СГУГиТ
2018

Ответственные за выпуск:

Хацевич Т. Н. – к.т.н., профессор кафедры фотоники и приборостроения СГУГиТ
Егоренко М. П. – старший преподаватель кафедры фотоники и приборостроения СГУГиТ
Шабурова А. В. – д.э.н., директор Института оптики и оптических технологий СГУГиТ
Мусихин И. А. – к.п.н., проректор по международной и инновационной деятельности СГУГиТ
Бугакова Т. Ю. – к.т.н., зав. кафедрой прикладной информатики и информационных систем СГУГиТ
Ганагина И. Г. – к.т.н., зав. кафедрой космической и физической геодезии СГУГиТ
Михайлов И. О. – к.т.н., доцент кафедры фотоники и приборостроения СГУГиТ
Пошивайло Я. Г. – к.т.н., доцент кафедры картографии и геоинформатики СГУГиТ
Карманов И. Н. – к.т.н., зав. кафедрой информационной безопасности СГУГиТ
Звягинцева П. А. – старший преподаватель кафедры информационной безопасности СГУГиТ
Никулин Д. М. – к.т.н., и.о. зав. кафедрой фотоники и приборостроения СГУГиТ
Ушакова Е. О. – к.э.н., доцент кафедры экономики недвижимости СГУГиТ
Пархоменко Д. В. – к.т.н., старший преподаватель кафедры правовых и социальных наук СГУГиТ
Шелковой Д. С. – к.т.н., начальник лаборатории филиала АО «ПО УОМЗ» «Урал-СибНИИОС»

С26 Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIV Междунар. науч. конгр., 23–27 апреля 2018 г., Новосибирск : Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке» : сб. материалов. – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. – 334 с.

В сборнике опубликованы материалы XIV Международного научного конгресса «Интерэкспо ГЕО-Сибирь», представленные на Магистерской научной сессии «Первые шаги в науке».

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

Материалы публикуются в авторской редакции

УДК 528

© СГУГиТ, 2018

ИНФОРМАЦИОННОЕ И АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТ ПО РАЗВИТИЮ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РЕГИОНА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Ильнар Рафикович Вагазов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры управления и предпринимательства, тел. (953)807-93-80, e-mail: ilnar.vagazov@bk.ru

Дмитрий Андреевич Лосев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры управления и предпринимательства, тел. (953)874-94-66, e-mail: dark_joker_94@mail.ru

Ираида Яковлевна Барлиани

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры управления и предпринимательства, тел. (913)942-92-63

В статье продемонстрирована трудоемкость и важность использования территориально информационных систем и аналитическое обеспечение работ по развитию минерально-сырьевой баз региона. Приводятся основные направления развития современных территориальная информационная система с целью их более эффективного функционирования в рыночных условиях. Рассказывается о видах анализа, проводимые с минерально-сырьевыми базами, их видах. Также в статье рассказывается о дистанционном зондировании и его видах. Сделан вывод о влиянии добычи ресурсов на минерально-сырьевых базах.

Ключевые слова: территориально информационная система, минерально-сырьевая база, дистанционное зондирование, геоинформационные системы, ДДЗ, аэрофотосъемка, космическая съемка, подводная фотосъемка.

INFORMATION AND ANALYTICAL SUPPORT FOR THE DEVELOPMENT OF THE REGIONAL MINERAL AND RAW MATERIALS BASED ON REMOTE SENSING DATA

Ilmar R. Vagazov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Management and Entrepreneurship, phone: (953)807-93-80, e-mail: ilnar.vagazov@bk.ru

Dmitry A. Losev

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Management and Entrepreneurship, phone: (953)874-94-66

Iraida Ya. Barliani

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Management and Entrepreneurship, phone: (913)942-92-63

The article shows the complexity and importance of using geographically information systems and analytical support for the development of the region's mineral and raw materials base. The basic directions of development of modern territorial information system are given with the purpose of their more effective functioning in market conditions. It tells about the types of analysis, conducted with mineral-raw materials bases, their types. The same article describes remote sensing and its types. A conclusion is drawn on the effect of mining resources on mineral-raw materials bases. Key words: territorially information system, mineral and raw materials base, remote sensing, geoinformation systems, DDZ, aerial photography, space photography, underwater photography.

Key words: territorially information system, mineral and raw materials base, remote sensing, geoinformation systems, DDZ, aerial photography, space photography, underwater photography.

Геоинформационные системы позволяют вводить, обрабатывать, хранить и представлять координатную пространственную информацию. ГИС-технология, будучи синтезом новейших разработок в картографии, географии, математики, компьютерной графики, вычислительной техники, дистанционного зондирования, является лучшим инструментом для работы с проектами по проблемам охраны и рационального использования природных ресурсов, прогноза изменений, их оценки и анализа [1].

Геоинформационные технологии дают возможность объединить между собой различные виды информации, статистической, экономической, и географическую основу, что для аналитической деятельности цифр таблиц бывает недостаточно. Возможности ГИС технологий представлены на рис. 1 [2, 3].

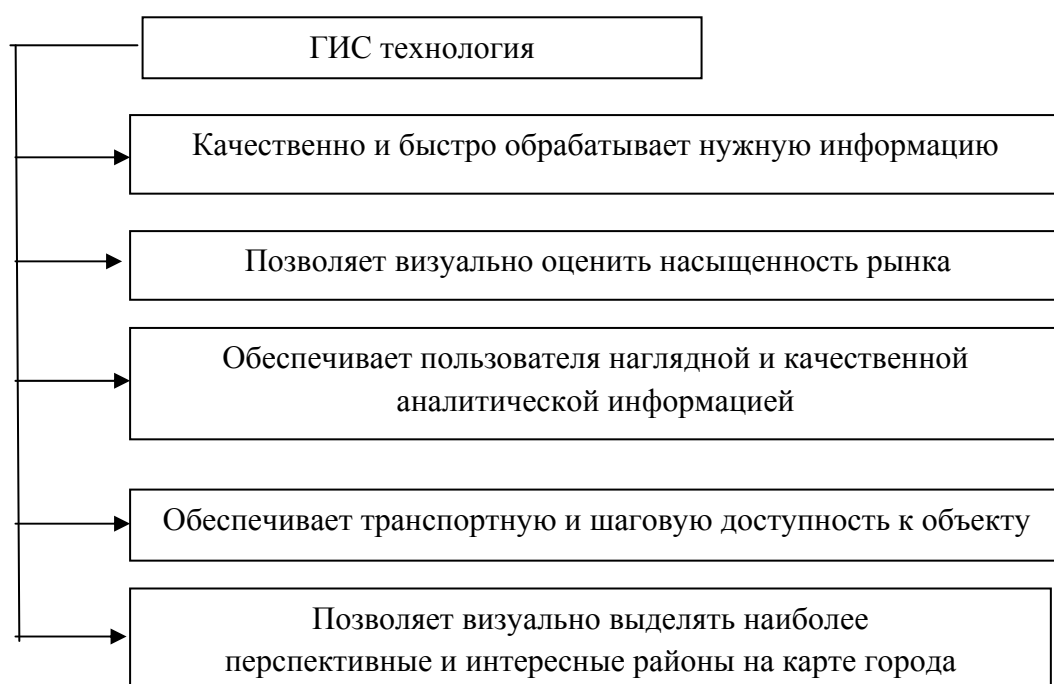


Рис. 1. Возможности ГИС технологий

Территориальные информационные системы по уровню государственного управления делятся на виды, представленные в табл. 1 [4].

Таблица 1

Виды ТИС по уровню государственного управления

Муниципальные	Региональные	Федеральные
Обеспечивают обработку социальных, экономических и хозяйственных прогнозов, бюджета, контроль и регулирование работы всех звеньев социально-экономических областей города	Данные ИС нужны для решения задач по управлению территориально-административными объектами, которые расположены на нужной нам территории	Функционируют во всех регионах страны. Предназначены для решения задач по информационному обслуживанию аппарата административного управления

По процессам управления информационные системы делятся на 2 типа, как представлено в табл. 2.

Таблица 2

Использование ИС в зависимости от процесса управления

Тип	Вид процесса	Характеристика ИС
1	Технологические процессы	ИС для автоматизация технологических процессов
2	Организационно-технологические процессы	Иерархические, многоуровневые системы, сочетающие в себе управление предприятиями и управления технологическими процессами

Территориальная информационная система (ТИС) – информационная система, предназначенная для обеспечения процессов выработки оптимальных пространственных решений на основе использования достоверной, актуальной и комплексной геоинформации, и методов геоинформационной обработки данных.

Цель создания ТИС – формирование механизма экономико-социального развития региона и геоинформационное обеспечение систем жизнеобеспечения. Краткосрочная цель – это интеграция геоинформации в единое геоинформационное пространство. По средствам представления разной по тематики геоинформации комплексно.

Долгосрочная цель – внедрение геоинформационных методов анализа, прогнозирования и моделирования в процессы, предназначенные для решения пространственных задач, с целью повышения оперативности, более рационального использования ресурсов и их оптимизации и обоснованности.

Среднесрочная цель – обеспечение потребителей комплексной, актуальной и достоверной геоинформацией для понимания сложившейся обстановки, принятия пространственных решений и оценки состояния территорий.

При выборе цели ТИС производится анализ минерально-сырьевой базы. Анализ делится на 2 вида.

Геоинформационный анализ – анализ структуры, взаимосвязей, размещения явлений и объектов с использованием методов геомоделирования и пространственного анализа.

Пространственный анализ – группа функций, обеспечивающих связь, анализ размещения и иные отношения пространственных объектов, а также анализ соседства, обработку и создание цифровых моделей рельефа, анализ сетей, пространственный анализ объектов в пределах буферных зон, анализ зон видимости и др.

Основой анализа текущего состояния минерально-сырьевых баз являются данные по наличию и состоянию природных ресурсов в данном регионе, на основе которых составляется характеристика объектов более низких порядков. Большая часть анализируемых данных имеет пространственную составляющую [5, 6].

Пространственные группы подразделяют на 3 группы:

площадные – элементы нефтегеологического и тектонического районирования, субъекты федерации, нефтегазоносные комплексы, административные районы, федеральные округа и Россия в целом (в мировом контексте).

локальные – купола, скважины, лицензионные участки, месторождения

дискретные – ресурсная база отдельных вертикально-интегрированных компаний и недропользователей.

Использование геоинформационных систем сильно расширяют возможности анализа. При этом обеспечиваются возможности как собственно совместного анализа пространственных данных, так и пространственного представления результатов проведенного статистического анализа (каждый параметр анализа сопровождается тематической картой).

При проведении пространственного анализа нужно следовать следующим условиям:

1) обеспечение по всем источникам данных тождественности объектов. Например, название месторождения должно быть одинаковым как в атрибутивных таблицах покрытий геоинформационной системы, так и в базе данных;

2) использование алгоритмов обработки данных и единых методик в целях обеспечения сопоставимости результатов пространственного и статистического анализа [7, 8].

Минерально-сырьевые базы российской промышленности, традиционно обеспечивают социальную стабильность в стране и основные доходы бюджетной системы.

Россия является одним из мировых лидеров по запасам, добыче и экспорту природного газа, нефти, углей, железных руд, никеля, платиноидов, золота и многих других сырьевых товаров. (Данные исследования были 2015 году)

Одной из основных предпосылок успешного экономического развития Минерально-сырьевой базы региона является рациональное освоение ее потенциала еще не открытых и открытых скоплений и объемов общераспространенных полезных ископаемых, которые можно разрабатывать без нанесения непоправимого вреда экологии [11].

Дистанционное зондирование – это неконтактная съемка Земли с летательных воздушных, наземных, космических аппаратов, а также с подводных и надводных судов. Объектами дистанционного зондирования являются поверхность океана и суши, и почвенно-растительный покров, геологические структуры, дорожная сеть, населенные пункты, экономическо-социальные объекты (рис. 2). Различают активное дистанционное зондирование, при котором объекты облучают, направленными радиоволнами, и регистрируют отраженные сигналы и пассивные методы дистанционного зондирования, когда фиксируется отраженное или собственное излучение объекта.

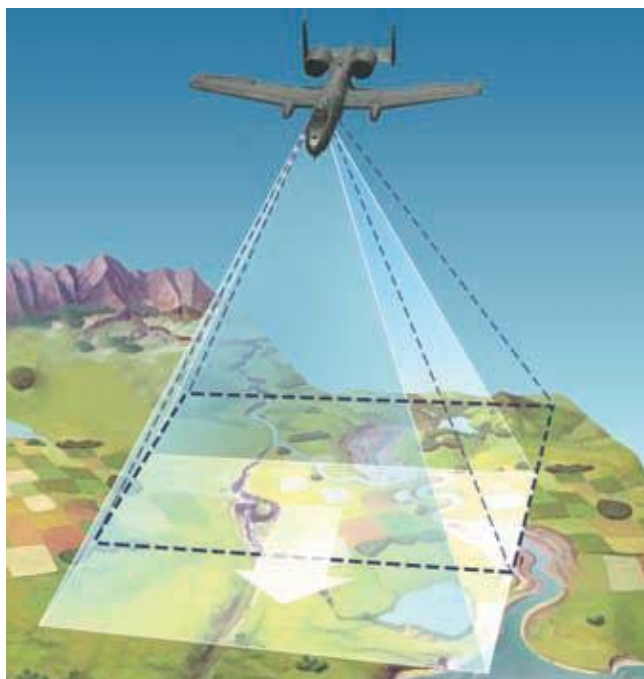


Рис. 2. Аэрофотосъемка

Съемки ведут в разных зонах электромагнитного спектра с помощью телевизионных, фотографических, лазерных, радиолокационных, гидролокационных, сканирующих и иных съемочных систем. Снимки могут быть цветными или черно-белыми, выполненными в какой-то одной узкой зоне спектра. Например, при сканировании датчик последовательно просматривает местность поперек направления полета носителя (спутника или самолета). Регистрируемые световые сигналы преобразуются в электрические и затем в цифровой форме передаются по радиоканалам на наземные пункты приема. Здесь они построчно записываются в виде элементов снимка (пикселей), и строка за строкой формируется полоса съемки местности. Процесс дистанционного зондирования включает также передачу (доставку) данных, обработку и коррекцию полученных снимков, последующее распознавание и дешифрирование объектов. Дистанционное зондирование может производиться не только в атмосфере, но и за ее пределами как показано на рис. 3.

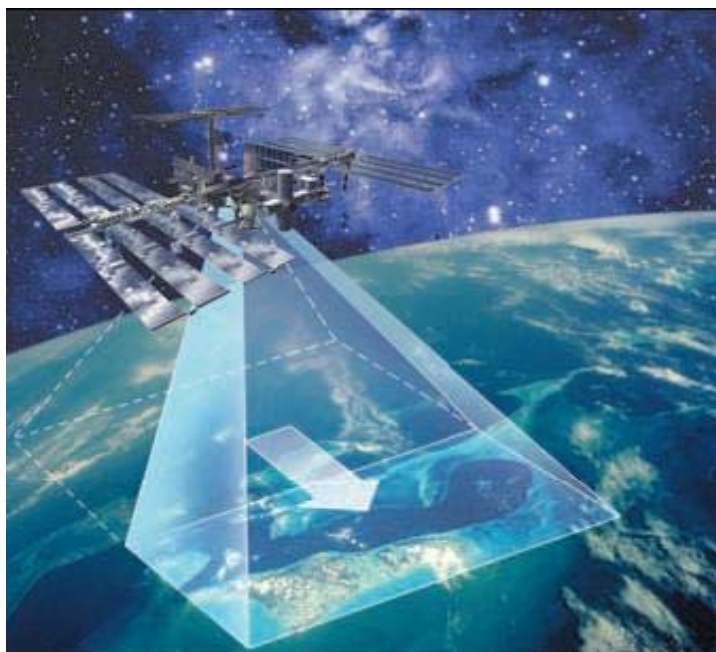


Рис. 3. Космическая съемка

Главные достоинства дистанционной съемки – ее детальность, оперативность, возможность проведения повторных съемок, одновременный охват обширных пространств и изучения труднодоступных территорий. Особыми преимуществами отличаются съемки в радиодиапазоне. Радиоволны свободно проходят через облачность и туман (Поглощается только очень малая часть радиоволн). Представлено на рис. 4. Она ведется в любое время суток и при любой погоде. Ночь для съемки не помеха.

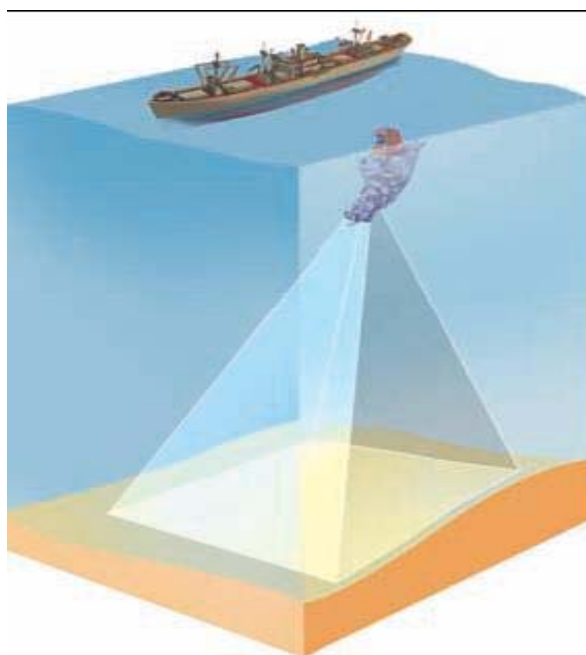


Рис. 4. Подводная фотосъемка

Широко распространена многозональная съемка, когда местность сканируется или фотографируется сразу в нескольких сравнительно узких зонах спектра. При многозональной съемки аппарат имеют 4–8 и более датчиков (объективов). Комбинируя зональные снимки, получают так называемые синтезированные изображения, на которых наилучшим образом проявлены те или иные объекты. Так подбирая разные сочетания, можно добиться наилучшего изображения разных пород леса, водных объектов, геологических отложений, сельских угодий под теми или иными культурами и т.д. Поэтому данные МДЗ (многозонального дистанционного зондирования), представлены в цифровой или аналоговой форме, – ценнейший материал для мониторинга окружающей среды, изучения природных ресурсов, картографирования процессов и объектов.

В широком смысле к дистанционному зондированию относят также неконтактную геофизическую съемку (аэрогравиметрическую и аэромагнитную, и др.), позволяющую регистрировать физические поля планеты [4].

Системы дистанционного зондирования природных ресурсов начали создавать с 30.04.1994 года по приказу МПР России «О формировании системы дистанционного зондирования природных ресурсов России».

С 1999 г. по 2001 г. в Министерстве была создана уникальная сеть станций приема данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗ) с зарубежных и отечественных космических аппаратов, что дало возможность производить регулярно съемку всей территории стран СНГ, Российской Федерации и граничащих зарубежных стран.

Последние 2–3 года качественно улучшились характеристики съемочных систем:

- увеличилось спектральное разрешение – от 1-4 до 36 каналов;
- увеличилось радиометрическое разрешение – от 4 бит (16 уровней серого) у фотографических систем, до 14 бит (16 384 уровней серого) у сканера MODIS;

Настоящий классификатор разработан по заказу МПР России и охватывает сферы ведения Министерства – недропользование, геология, лесное хозяйство, водная служба, охрана окружающей среды. Характеристики и перечень задач согласованы с соответствующими подразделениями Министерства. Классификатор включает 209 задач, в т.ч. 47 - по поверхностным водам, 88 задач по геологии, 49 - по охране окружающей среды, 25 - по лесным ресурсам. Задачи других ведомств - сельское хозяйство и землепользование, метеорология, картография общего назначения – в настоящей редакции классификатора не представлены.

Основываясь на вышеизложенных материалах, я пришел к следующему выводу. Многократный подъем эффективности использования природных ресурсов может стать одним из путей который мог бы обеспечить гармоничное взаимодействие природы и человека, а также минимизировать финансовые и материальные затраты для удовлетворения человеческих потребностей. Все это может привести нас к новой стадии технического прогресса.

Со времен последней промышленной революции (второй половине XVII века.) прогресс идет по пути увеличения производительности труда.

В наше время мы ставим в приоритет увеличение продуктивности использования ресурсов. Из-за более эффективного использования ресурсов, они не превращаются в загрязнители. В свою очередь это приносит больше прибыли и не требуются большие затраты на получения новых ресурсов [12,13].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барлиани И. Я. Опыт использования ГИС-технологий в системе планирования и управления организацией // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геопространство в социогуманитарном дискурсе» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. Т. 2. – С. 20–23.
2. Барлиани И. Я. Возможности использования ГИС-технологий в системе планирования и управления территорией // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Глобальные процессы в региональном измерении: опыт истории и современность» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. Т. 1. – С. 255–259.
3. Барлиани И. Я. Использование геоинформационных систем в туристическом бизнесе // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Глобальные процессы в региональном измерении: опыт истории и современность» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т. 1. – С. 103–107.
4. Карпик А. П., Осипов А. Г., Мурзинцев П. П. Управление территорией в геоинформационном дискурсе : монография. – Новосибирск : СГГА, 2010. – 280 с.
5. Карпик А. П. Анализ состояния и проблемы геоинформационного обеспечения территорий // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4/С. – С. 3–7.
6. Жарников В. Б. Современные задачи территориального развития и роль землеустройства в них // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т. 3. – С. 118–120.
7. Васильев И. В., Коробов А. В., Побединский Г. Г. Стратегические направления развития топографо-геодезического и картографического обеспечения Российской Федерации // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 2 (30). – С. 5–23.
8. Варламов А. А., Гальченко С. А. Земельный кадастр. Т. 6. Географические информационные системы. – М. : Колосс, 2005. – 400 с.
9. Волков С. Н. Землеустройство. Т. 6. Системы автоматизированного проектирования в землеустройстве. – М. : Колосс, 2002. – 328 с.
10. О состоянии и развитии минерально-сырьевой базы государств – участников СНГ. – Режим доступа : <http://www.e-cis.info/page.php?id=24018>.
11. Путин В. В. Стратегическое планирование воспроизводства минерально-сырьевой базы региона в условиях формирования рыночных отношений. – Режим доступа : <http://www.dissercat.com/content/strategicheskoe-planirovanie-voisproizvodstva-mineralno-syrevoi-bazy-regiona-v-usloviyakh-for>.
12. О концепции развития минерально-сырьевой базы и рационального использования и охраны недр на территории вологодской области на период до 2030 года. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/423981205>.
13. Минерально-сырьевой потенциал недр России: состояние и направления его инновационного использования. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/mineralno-syrievoiy-potentsial-nedr-rossii-sostoyanie-i-napravleniya-ego-innovatsionnogo-ispolzovaniya>.

© И. Р. Вагазов, Д. А. Лосев, И. Я. Барлиани, 2018

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Артём Юрьевич Матясов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (905)954-60-80, e-mail: artem_matyasov@mail.ru

Аэлита Владимировна Шабурова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, доктор экономических наук, доцент, директор Института оптики и оптических технологий, тел. (383)344-40-58, e-mail: aelita_shaburova@mail.ru

В статье рассматриваются особенности инновационного планирования на предприятиях. Ввиду отсутствия инновационных методов анализа, адаптированных к условиям и особенностям производственных предприятий, зачастую эти предприятия пренебрегают инновационной деятельностью. Поэтому в статье изложены основные принципы инновационного анализа, в том числе частные принципы планирования инновационной деятельности на производственном предприятии, а также элементы системы комплексного анализа инновационной деятельности предприятия. Для решения данной проблемы в статье определены основные процессы инновационной деятельности предприятия и тенденции его развития в современных условиях. Приводится систематический анализ этой деятельности. Рассмотрены теоретические основы организационно-экономического механизма инновационного планирования.

Ключевые слова: производственные предприятия, инновационная деятельность предприятий, анализ инновационной деятельности предприятий, система комплексного анализа инновационной деятельности предприятия, принципы планирования инновационной деятельности.

INNOVATIVE DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

Artem Yu. Matyasov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (905)954-60-80, e-mail: artem_matyasov@mail.ru

Aelita V. Shaburova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, D. Sc., Associate Professor, Director, Institute of Optics and Optical Technologies, phone: (383)344-40-58, e-mail: aelita_shaburova@mail.ru

The article deals with the peculiarities of innovative planning in enterprises. Due to the lack of innovative methods of analysis adapted to the conditions and characteristics of production enterprises, these enterprises often neglect innovation. Therefore, the article presents the basic principles of innovation analysis, including the specific principles of planning innovation activities in manufacturing enterprises, as well as elements of a comprehensive analysis of the innovation activity of the enterprise. To solve this problem, the article defines the main processes of innovative activity of the enterprise and the trends of its development in modern conditions. A systematic analysis of these activities is provided.

Key words: production enterprises, innovative activity of enterprises, the analysis of innovative activity of enterprises, the system of complex analysis of innovative activity of the enterprise, the principles of planning innovation.

Вопрос управления инновационными процессами в настоящее время очень актуален. Сегодня инновации, как таковые представляют для предприятия важный инструмент повышения ее конкурентоспособности. Производственные предприятия стремятся в полной мере использовать свой инновационный потенциал и для того, чтобы быть успешным, необходимо эффективно управлять инновационной деятельностью и динамично реагировать на происходящее развитие рынка.

Основное внимание в работе уделяется управленческому подходу, то есть тому, каким образом предприятие эффективно должно планировать инновационные процессы и как организовывать инновационную деятельность, руководить собственными сотрудниками и контролировать реализацию инновационных целей. Задача состоит в усовершенствовании системы планирования инновационными процессами выбранного предприятия. В работе использовались различные методы решения поставленной задачи: контент-анализ-изучение документов, синтез, сравнительный, процессный, статистический анализ, моделирование, эмпирические методы исследования и др. Объект исследования – предприятие профессионального оборудования в области сбора, распределения и обработки информации для субъектов оперативно-розыскной деятельности ООО «СибСорм».

Инновационная деятельность является ключевым фактором обеспечения успешной работы предприятия. Следующие принципы должны быть соблюдены в области инновационного анализа: сопоставимость данных; идентичность показателей сравнения; использование единой методологии расчета показателей и порядке их измерения; идентичность периодов времени, использованных для анализа данных; соблюдение основного правила анализа. Используя комплексный анализ и оценку эффективности инновационной деятельности предприятия, на основе изучения индивидуальных и общих результатов, а также неполной информации, сможем найти траекторию инновационного развития предприятия. Планирование охватывает все этапы инновационной деятельности и опирается как на предварительный, так и на текущий и последующие этапы анализа, что в свою очередь раскрывает реальность планов [1].

Сегодня для предприятия ООО «СибСорм» существенное значение имеет разработка организационной формы управления инновационными процессами развития предприятия. Структура оперативного управления инновационной деятельностью должна включать две основные части: разработку нормативного обеспечения организации инновационной деятельности и бизнес-планирование [2]. Первая обслуживает процесс сбора информации достигает цель оптимизации этого процесса по срокам и полноте информации, вторая подразумевает разработку бизнес-плана инвестиционной деятельности и получение финансовых средств для его реализации.

Организация управления инновационными процессами развития предприятия – это система мер, направленных на рациональное сочетание всех элементов в единую систему управления инновационными процессами. Схема организации управления инновационными процессами развития ООО «СибСорм» представлена на рис. 1. Стратегической целью управления инновационными процессами развития, направленными на текущие усовершенствования, является определение путей и максимизация эффекта от долгосрочной деятельности предприятия.

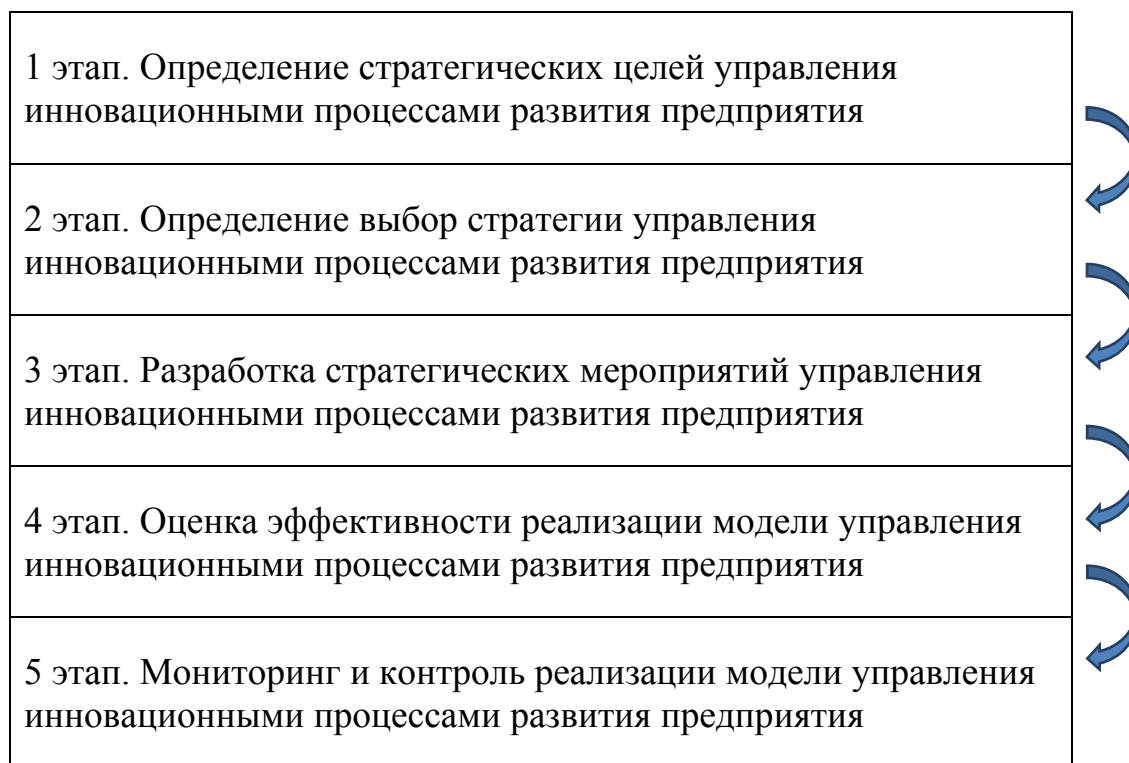


Рис. 1. Организация управления инновационными процессами развития предприятия ООО «СибСорм»

Стратегической целью управления процессами инновационного развития является определение путей и максимизация эффекта от долгосрочной деятельности предприятия. Достижение стратегических целей управления процессами инновационного развития, направленных на текущее совершенствование предприятиями, связано с применением стабилизационных инновационных стратегий, направленных на сохранение и укрепление их позиций на рынке. В этом случае предприятия осуществляют постоянный мониторинг появления на рынке новых продуктов и технологий с целью ориентации на эти новшества, осуществляют совершенствование существующих продуктов, технологий, способов организации производства, реализовать мероприятия по улучшению качества продукции и экономии на затратах.

В итоге возможно повышение технического уровня производства. Данная стратегия предполагает концентрацию ресурсов на наиболее эффективных направлениях, что создает условия для перехода к наступательной стратегии, которая используется для достижения стратегических целей управления предприятиями инновационных процессов развития, направленных на будущие инноваций. Использование наступательной стратегии в управлении инновационными процессами развития предприятий позволит обеспечить технологический прорыв и быстрое реагирование на рыночные изменения за счет гибкой организационной структуры и уникальных ресурсов. Действия, называемые стратегическими мероприятиями, способствуют достижению стратегических целей. Для объединения всех предложений по возможным стратегическим направлениям деятельности необходимо существенное распределение стратегических направлений деятельности по видам процессов инновационного развития в соответствии с видами инноваций.

Рассмотрим подробнее управление инновационными процессами развития предприятия ООО «СибСорм», являющимся лидером в сфере профессионального оборудования в области сбора, распределения и обработки информации для субъектов оперативно-розыскной деятельности.

Этапы управления процессами инновационного развития на выбранном предприятии состоят в следующем:

- объединение предприятий различной отраслевой направленности в многопрофильное предприятие;
- разработка бизнес-стратегий для каждой структурной единицы, которая будет направлена на создание и укрепление долгосрочных конкурентных позиций предприятия на рынке в целом для достижения глобальных конкурентных преимуществ, проявляющихся в обеспечении отличительного качества продукта, уникальной концепцией (услугой), кросс-функциональной координацией, низкой стоимостью и т.д.;
- создание условий для поддержки инновационных разработок в сферах, связанных с внедрением новых, прорывных технологических решений, основной задачей которых является концентрация научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности с учетом научно-технического потенциала предприятия, состояния окружающей среды и инновационного климата;
- последовательная реализация в бизнес-единицах проектов направлена на совершенствование существующих и создание новых продуктов в соответствии с интересами потребителей и проектов, способных представить новые продукты и технологии, не имеющие аналогов;
- внедрение современных технологий управления бизнесом с учетом единых принципов ведения производственной, технологической, инвестиционной, социальной и информационной политики [3].

Исходной информацией для расчета оценочных показателей эффективности формирования и реализации инновационных процессов на исследуемом предприятии за период с 2015 по 2017 год представлены в табл. 1.

Таблица 1

Исходная информация для расчета оценочных параметров
результативности формирования и реализации инновационных процессов
на предприятии ООО «СибСорм»

Прибыль	Годы		
	2015	2016	2017
Выручка от реализации продукции, тыс. руб.	4654362,5	4246527,8	4298647,6
Чистая прибыль, тыс. руб.	150676,3	153668,8	181900,9
Стоимость научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, тыс. руб.	8963,3	9526,3	10539,3
Стоимость интеллектуальных ресурсов, тыс. руб.	4523,6	5236,3	7263,9
Стоимость приобретенных патентов, лицензий, тыс. руб.	45000,0	90000,0	120000,0
Стоимость внутренних инновационных ресурсов, тыс. руб.	300500,0	255200,0	289635,0
Стоимость имущественных ресурсов, тыс. руб.	165612,3	172665,3	153659,4
Стоимость создания и функционирования инновационных инфраструктурных объектов, тыс. руб.	1235386,3	1236859,8	1238954,1
Стоимость организационно-управленческих инноваций, тыс. руб.	2356891,3	2356891,5	2353684,7

Результаты сравнительного анализа полученных оценочных параметров результативности формирования и реализации инновационных процессов развития на анализируемом предприятии представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты сравнительного анализа полученных оценочных параметров
результативности формирования и реализации инновационных процессов
развития на анализируемом предприятии

Факторы	Среднегодовой темп роста количественного показателя	Среднегодовой темп роста качественного показателя	Характеристика развития предприятия	Вес критерия, баллы
Научно-технические	1,17	0,88	Динамика ускоренного развития, ведущая к снижению инновационной восприимчивости	+1
Интеллектуальные	1,36	0,78		+2
Инвестиционные	2,45	0,93		+1
Корпоративные	1,11	0,96		+1
Ресурсные	1,27	1,3	Монотонная динамика развития	+1
Инфраструктурные	1,16	0,66	Динамика ускоренного развития, ведущая к снижению инновационной восприимчивости	+2
Организационные	0,57	1,98	Динамика развития, характеризующая инновационную напряженность	+1

На предприятии ООО «СибСорм» управление инновационными процессами развития представляет собой процесс перехода научно-технического прогресса в область производства, чем и удерживает позиции на рынке РФ.

На основе действующей системы стратегических целей и стратегических мер по их достижению в ООО «СибСорм» формируется методика оценки эффективности реализации модели управления инновационными процессами развития предприятия, в том числе использование определенных методов. В процессе оценки эффективности управления инновационными процессами развития предприятия, эффективность управленческих решений оценивается в виде сравнения показателей затрат, показателей и усилий для их достижения. Оценка может проводиться дифференциальными, сложными или смешанными методами. Для этого разрабатываются соответствующие показатели, необходимые для выражения содержания стратегических целей, определяются их целевые значения, которые содержат информацию об успешности и эффективности модели управления инновационными процессами развития предприятия. Сравнение фактически достигнутых показателей с целевыми показателями позволяет сделать вывод об уровне эффективности управления инновационными процессами развития предприятий.

Управление инновационными процессами предприятия – это реальная проблема, с которой сталкиваются менеджеры предприятия [4]. Ряд факторов участвует в его предоставлении, от теоретических концепций, до моделирования решений для практического применения. Наиболее значительная проблема проявляется в отсутствии единой или сложной и в то же время прозрачной модели управления инновационными процессами в ООО «СибСорм». По результатам проведенных исследований можно сказать, что в настоящее время предприятие пытается интуитивно управлять своей инновационной деятельностью и процессами. Однако часто приходится решать различные проблемы, вызванные их нежеланием управлять инновационными процессами. На основе правильного использования различных управленческих функций (планирование, организация, руководство и контроль), инновационный процесс должен иметь эффективное инновационное управление. Коммуникация играет важную роль в данном процессе. Планирование в управлении инновационными процессами представляет собой значительную группу видов деятельности, с использованием которых устанавливаются инновационные цели и по которым определяются достижения ресурсов. Сложность и требовательность этого процесса увеличивается с ростом предприятия, динамикой иерархического уровня, на котором он осуществляется, с изменениями временного горизонта и количества вовлеченных сторон (партнеров). Планирование инновационных процессов на предприятии необходимо:

- для прогнозирования будущего развития внешней и внутренней среды и изменений, которые происходят в них (развитие клиентов, изменения в сегментах, новые средства коммуникации, учет клиентских потребностей, разви-

тие факторов, которые положительно влияют на клиентов перед приобретением продукта или услуги;

- учитывать интересы различных заинтересованных сторон, которые принимают участие в инновационных процессах (работники, топ-менеджмент, поставщики, банки, партнеры, сервис); интересы индивидов, групп и общества;
- учитывать экономические и социальные условия и их критерии;
- выстраивать цели и задачи инновационных процессов, которые создают условия для внутренней гармонии отношений и процессов и возникновения синергетических эффектов; также определять взаимосвязи и процессы, связанные с будущими инновациями, и упорядочить их по иерархии;
- рассмотреть ограничения ресурсов, их подходящее распределение и эффективное использование для поддержки инновационной деятельности;
- выбрать подходящие методы и приемы, которые позволяют создавать инновационные идеи, их оценку и отбор [5].

Выживание предприятий в период инновационного развития связано с возможностью управлять инновационной деятельностью, выбирать эффективные инструменты для обеспечения ее непрерывности и своевременно корректировать инновационный процесс. В настоящее время на каждом инновационном предприятии осуществляется управление инновациями с различной степенью сложности. В частности, это относится к исследуемому предприятию, где инновационная деятельность связана со специальными инновационными рисками, которые могут иметь несколько иные последствия, чем в других производственных предприятиях. Таким образом, незначительные риски по сравнению с аналогичной ситуацией на крупном предприятии имеют решающее значение для прибыльности. В настоящее время, как правило, внедрение инноваций на предприятии происходит не постоянно, а эпизодически, и их планированием практически пренебрегают. Это обусловлено рядом причин, прежде всего нехваткой ресурсов, отсутствием необходимых инструментов стратегического управления, а также инновационных инструментов планирования, адаптированных к производственной деятельности [5].

К сожалению, не все задачи создания организационно-экономического механизма инновационного планирования предприятия могут быть выражены количественно. В то же время достижение одной из основных целей создания эффективного механизма инновационного планирования - привлечения инвестиций - косвенно может оцениваться по очень конкретным ценностям. Кроме того, необходимо найти компромисс между целями стратегического, тактического и оперативного направлений развития предприятия. Как правило, существует конфликт интересов между желанием получить дивиденды в ближайшем будущем и необходимостью стратегических инвестиций в деятельность, которая окупится через определенный период. Анализ инновационных возможностей предприятий позволяет оптимизировать организационно-экономический механизм инновационного планирования и получить

основную информацию, необходимую для стратегического инновационного планирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сурин А. В., Молчанова О. П. Инновационный менеджмент : учебник. – М. : ИНФРА – М, 2016. – 198 с.
2. Харгадон Эндрю. Управление инновациями. Опыт ведущих компаний // How Breakthroughs Happen. The Surprising Truth About How Companies Innovate. – М. : Вильямс, 2007. – 304 с.
3. Шабурова А. В. Воспроизводство трудового потенциала работников в системе повышения квалификации. – Новосибирск : СГГА, 2007. – 15 с.
4. Бородушко И. В., Васильева Е. К. Стратегическое планирование и контроль. – СПб. : Изд-во Санкт-Петербургской академии управления и экономики, 2017. – 90 с.
5. Димитров И. Л. Планирование инноваций как организующее начало процесса реализации инновационного проекта. – М. : Молодой ученый, 2012. – № 12. – 198 с.
6. Лейберт Т. Б. Методология анализа и оценки системы инвестиционного обеспечения инновационных процессов на промышленных предприятиях // Аудит и финансовый анализ. – 2010. – С. 257–268.
7. Гончаров А. В., Боброва Е. А., Лытнева Е. А. Управление капитальными затратами в процессе инновационной и инвестиционной деятельности свиноводческого комплекса // Журнал Ученые Записки "OrelGIET", 2014. – № 10. – С. 157–163.

© А. Ю. Матясов, А. В. Шабурова, 2018

ВАКУУМНАЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКА: ПРЕИМУЩЕСТВА, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Александр Сергеевич Штейзель

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (999)462-26-34, e-mail: nemec008008@mail.ru

Игорь Николаевич Карманов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой информационной безопасности, тел. (903)937-27-90, e-mail: i.n.karmanov@snga.ru

Рассмотрена актуальность вакуумной микроэлектроники с точки зрения оптимизации технических параметров электронных систем с одновременным уменьшением их габаритов и потребляемой энергии. В статье приведены проблемы, недостатки и преимущества вакуумной микроэлектроники. Рассмотрены преимущества приборов, изготовленных на основе элементной базы вакуумной микроэлектроники. Сделаны выводы относительно перспектив вакуумной микроэлектроники в современном мире.

Ключевые слова: интегральная схема, свободные электроны, автоэлектронная эмиссия, вакуумная микроэлектроника, приборы.

VACUUM MICROELECTRONICS: ADVANTAGES, PROBLEMS, PROSPECTS

Alexander S. Shteizel

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (999)462-26-34, e-mail: nemec008008@mail.ru

Igor N. Karmanov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Head of Department of Information Security, phone: (903)937-27-90, e-mail: i.n.karmanov@snga.ru

The urgency of vacuum microelectronics in the aspect of optimization of technical parameters of electronic systems with simultaneous decrease in their sizes and energy consumption is considered. The article presents the problems, disadvantages and advantages of vacuum microelectronics. The advantages of devices manufactured on the basis of vacuum microelectronics element base are considered. Conclusions concerning the prospects of vacuum microelectronics in the modern world are made.

Key words: integrated circuit, free electrons, field emission, vacuum microelectronics, devices.

Одна из основных проблем, стоящих перед электроникой, связана с требованием улучшения технических параметров электронных систем с одновременным уменьшением их габаритов и энергопотребления. Решение проблемы миниатюризации электронной аппаратуры связано с современным этапом разви-

тия электроники - микроэлектроникой. Микроэлектроника – это область электроники, включающая исследование, конструирование, производство и применение электронных функциональных узлов, блоков и устройств в микроминиатюрном интегральном исполнении. В соответствии с используемыми конструктивно-технологическими и физическими принципами в микроэлектронике может быть выделено несколько взаимно перекрывающихся и дополняющих друг друга направлений: интегральная электроника, вакуумная микроэлектроника, оптоэлектроника и функциональная электроника и др.

Фотоэмиссионные вакуумные приемники имеют ряд важных преимуществ по сравнению с полупроводниковыми [1]. Так, их реакция на световой поток не зависит от изменения температуры чувствительного слоя детектора. При использовании в космических системах, подверженных воздействию жесткой радиации, полупроводниковые устройства, в связи с возможностью накопления индуцированных излучением электрических зарядов и дефектов в активной зоне, существенно уступают эмиссионным. В связи с этим, исследования возможности использования вакуумных микроприборов при создании фотоприемных широкополосных устройств, эксплуатируемых в жестких условиях окружающей среды – при повышенных температурах и уровнях радиации – являются актуальными.

Термин «вакуумная микроэлектроника» используется для описания приборов или компонентов, имеющих микронные геометрические размеры (с нанометрическими допусками на эти размеры), принцип действия которых основан на движении свободных электронов в вакууме в соответствии с законами классической физики.

Основные технологические проблемы, возникающие при создании таких приборов - следующие:

- 1) необходимо вырвать из металла или полупроводника и инжектировать в вакуум достаточное количество электронов с небольшим разбросом по энергии;
- 2) требуется изготовление структур нужных размеров и допусков, в том, числе - тонких слоев материалов с необходимыми физическими свойствами;
- 3) при разработке прибора нужно учесть необходимость защиты от нежелательных разрядов и обеспечить устойчивость к изменениям окружающей среды.

Рассмотрим основные преимущества рассматриваемых приборов.

В основе работы миниатюрных вакуумных электронных приборов и вакуумных интегральных схем лежит автоэлектронная или термоэлектронная эмиссия.

Эти приборы обладают сверхвысоким (субпикосекундным) быстродействием, высокой устойчивостью к радиации, слабой чувствительностью к температуре и достаточно высоким КПД. Приборы вакуумной микроэлектроники могут быть использованы как усилители и генераторы миллиметрового диапазона длин волн в системах непосредственного телевизионного вещания со спутников с использованием тридцатисантиметровых антенн и менее, в радиолокационных станциях, телефонных системах сотовой связи и так далее [2-8].

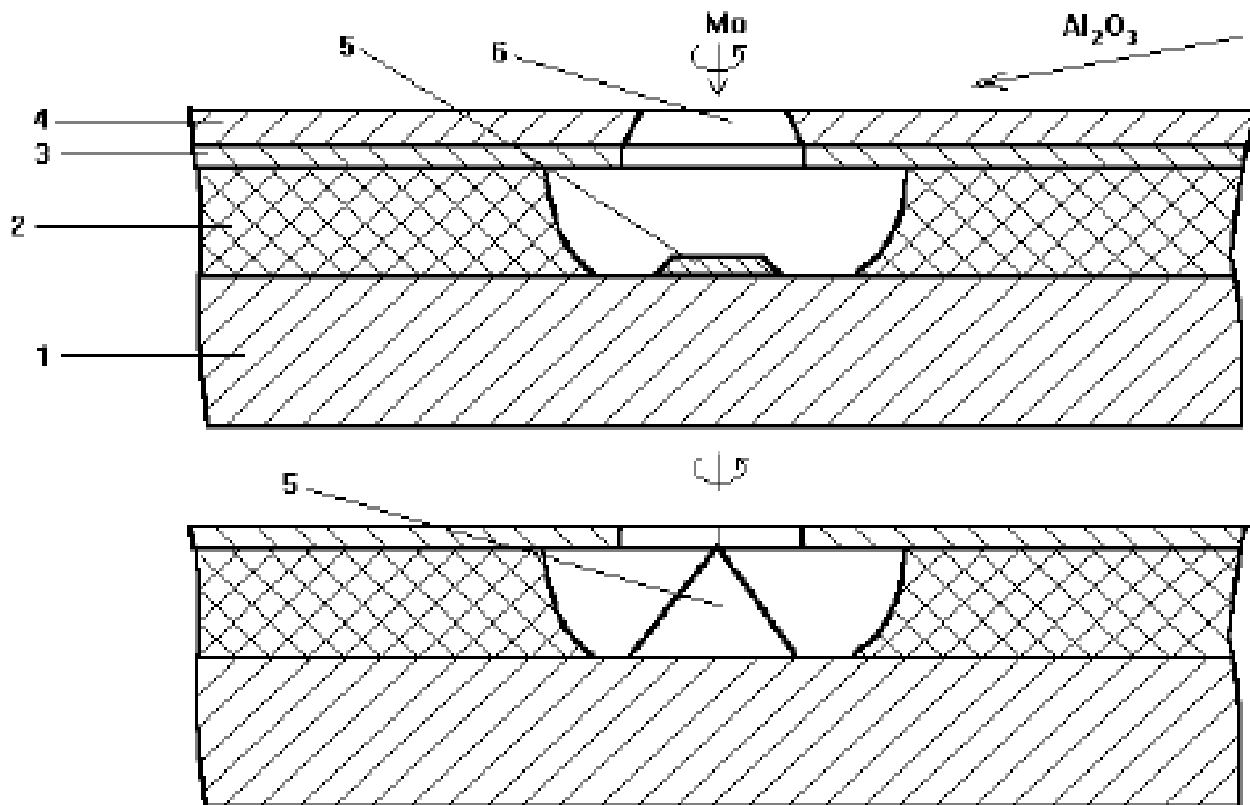
Вакуумная микроэлектроника основана на явлении автоэлектронной эмиссии. Это физическое явление, состоящее в том, что электроны покидают твердое тело, в котором они находятся в качестве свободных носителей заряда (это может быть металл или полупроводник), под действием сильного электрического поля, приложенного к поверхности. В случае автоэлектронной эмиссии электроны преодолевают потенциальный барьер на поверхности тела не за счет кинетической энергии теплового движения, а путем квантового туннельного эффекта.

Ключевым элементом вакуумной микроэлектроники является совокупность (матрица) полевых эмиттеров (ПЭМ, англ. FEAs). Она состоит из множества острых электронных эмиттеров и вытягивающих электродов, электроны излучаются в вакуум из вершин конусов или других заостренных структур при туннелировании через поверхностный барьер под влиянием сильного электрического поля порядка $5 \cdot 10^7$ В/см. При использовании микротехнологий формируется плотно упакованный массив эмиттеров. Величина каждого из них может быть порядка микрона. Такие автокатоды получили название матричных автоэлектронных катодов. При этом увеличение тока многоэмиттерной системы при заданном анодном напряжении по сравнению с одиночным острием пропорционально числу элементов и эффективности их одновременного эмиттирования.

Первым значительным шагом на пути создания матриц низковольтных автокатодов следует считать работы Спиндта. Такие катоды, названные авторами тонкоплёночными, изготавливают следующим образом. Подложку из кремния (рисунок) покрывают слоем термического окисла толщиной 1,5 мкм, на который напыляют модуляторный слой из молибдена толщиной 0,4 мкм. В молибдене с помощью электронно-лучевой литографии изготавливают отверстия диаметром 1–1,5 мкм. Затем в слое окисла под модулятором вытравливают полость. На молибден напыляют под углом 10^0 – 30^0 слой оксида алюминия, после чего перпендикулярно поверхности еще раз напыляют молибден. Из-за постепенного запыления краёв отверстия на дне полости вырастает молибденовый конус эмиттера. Рост конуса прекращается после полного запыления отверстия. Толщина напылённого поверх окиси алюминия слоя молибдена составляет 4–8 мкм. После удаления лишних слоёв структура отжигается в вакууме.

Однако пленки тугоплавких металлов (Mo, W), используемых в качестве материала затвора, в процессе изготовления матрицы склонны к окислению. Это приводит к снижению электропроводности пленки затвора и, следовательно, к нарушению стабильности эмиссии электронов катодом. Кроме того, эти пленки отличаются большими внутренними механическими напряжениями, что вызывает их деформацию и отслаивание от изолирующей пленки SiO₂. Для устранения перечисленных недостатков специалисты фирмы Sony предложили заменить тугоплавкий металл силицидом и формировать между затворным электродом и изолирующей пленкой слой поликристаллического кремния толщиной 50–100 нм. Это позволило снять внутренние напряжения металлической

пленки и обеспечить хорошую адгезию к SiO_2 . Недостатками данной структуры являются потребность в сверхвысоком рабочем вакууме на уровне 10^{-7} – 10^{-8} Па и сложная электронно–лучевая технология с необходимостью высоконаправленного напыления молибдена. Это затрудняет изготовление матриц больших размеров (десятки квадратных сантиметров).



Технология изготовления тонкопленочных катодов Спиндта:

1 – подложка из кремния; 2 – слой термического окисла; 3 – модуляторный слой; 4 – прослойка из окиси алюминия; 5 – напыляемый конус эмиттера; 6 – запыляемое отверстие в модуляторе

В целях уменьшения неравномерности эмиссии между остриями матрицы в цепь катода вводится так называемое вертикальное сопротивление. Для этого в катодной цепи между электродным и изолирующим слоями формируется резистивный слой. Возникающее при этом между катодом и катодным электродом вертикальное сопротивление выполняет функцию отрицательной обратной связи (увеличение эмиссионного тока приводит к уменьшению напряжения на катоде, а уменьшение эмиссионного тока – к увеличению напряжения), при этом эмиссия катодов стабилизируется и выравнивается. Введение в систему резистивного слоя позволяет подавлять флуктуации тока эмиссии катодов во времени. Работы ученых из исследовательского подразделения корпорации Matsushita по изучению влияния величины вертикального сопротивления на ус-

тойчивость работы микрокатодной матрицы показали, что максимальный эффект достигается при величинах сопротивления свыше 50 МОм.

На основе вышеописанных элементов создаются вакуумные интегральные схемы (ВИС). Это устройства, в которых активными приборами являются электронно-вакуумные лампы, размеры которых сравнимы с размерами полупроводниковых транзисторов. ВИС способны работать на частотах до 10^{14} Гц. На сверхвысоких частотах ВИС работают более стабильно, что вызвано уменьшением интенсивности ионной бомбардировки катода.

При проектировании ВИС необходимо применять микрокатод из множества эмиссионных мест. Разрушение эмиттеров уменьшает срок службы и снижает выход годных автоэмиссионных микроприборов.

Среди разрабатываемых в настоящее время микрокатодных матриц можно выделить два основных типа: на стеклянных и кремниевых подложках. Главное преимущество матриц на стеклянных подложках – возможность изготовления на их основе дисплеев с экраном большого размера (45 см и более по диагонали). Матрицы на кремниевой подложке характеризуются высокой воспроизводимостью геометрических параметров и стабильностью свойств материала катодов, таких как работа выхода электронов, кроме того, есть возможность изготавливать элементы матрицы совместно с управляющими транзисторами.

В наиболее эффективных технологиях низковольтных автокатодов пару конструктивных элементов «эмиттер – отверстие модулятора» изготавливают самосовмещенными способами: или напыляя конус эмиттера с использованием модулятора в качестве маски для формирования катода; или позиционируя отверстия с помощью напыляемой шляпки на остриях; или напыляя модулятор на окисел (кремниевый лезвийный автокатод). Это позволяет упростить и удешевить технологию изготовления приборов, а также, за счет более точного воспроизведения топологических размеров, повысить эмиссионные характеристики катодов.

Рассмотренные примеры конструкций острийных, лезвийных катодов и технологий их изготовления показывают, что практическая реализация матричных автоэлектронных катодов возможна только при разработке оптимальной конструкции с одновременным решением технологических вопросов и выбора материала катода.

Выводы

В наши дни электроника продолжает оставаться одним из наиболее перспективных применений вакуумной техники. При этом сейчас задачи, стоящие перед вакуумной техникой, связаны, в основном, не с откачиваемыми электронными приборами, а в большей степени - с технологическими процессами изготовления изделий микроэлектроники, включая интегральные схемы с субмикронными и нанометровыми размерами элементов, оптоэлектронику на основе наногетероструктур, твердотельную СВЧ-технику и т.д.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чесноков В. В., Чесноков Д. В. Разработка вакуумных фотоэмиссионных приемников в интегральном исполнении для приема модулированных широкополосных сигналов // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «СибОптика-2015» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т. 1. – С. 193–200.
2. Аваев Н. А., Наумов Ю. Е., Фролкин В. Т. Основы микроэлектроники. – М. : Радио и связь, 1991. – 288 с.
3. Гуртов. Твердотельная электроника. – М. : Техносфера, 2005. – 408 с.
4. Коледов Л. А. Технология и конструирование микросхем, микропроцессоров и микросборок. – М. : Радио и связь, 1989. – 421 с.
5. Легостаев Н. С., Троян П. Е., Четвергов К. В. Твердотельная электроника : учебно-метод. пособие. – Томск : ТУСУР, 2007. – 106 с.
6. Маллер Р. Б., Кейманс Т. Элементы интегральных схем. Пер. с англ. – М. : Мир. 1989. – 541 с.
7. Пасынков В. В., Чиркин А. К. Полупроводниковые приборы. – СПб. : Лань, 2001. – 480 с.
8. Степаненко И. П. Основы микроэлектроники. – М. : Лаборатория базовых знаний, 2004. – 488 с.

© А. С. Штейзель, И. Н. Карманов, 2018

ПРОБЛЕМА СНИЖЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА НА ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ РОССИИ

Галина Сергеевна Парфентьева

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (923)118-07-25, e-mail: pgs_imv@mail.ru

Аэлита Владимировна Шабурова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, доктор экономических наук, доцент, директор Института оптики и оптических технологий, тел. (383)344-40-58, e-mail: aelita_shaburova@mail.ru

В статье поднята проблема снижения производительности труда на приборостроительных предприятиях России, приведены результаты рейтинга производительности труда промышленных предприятий, отражающие положение кадрового потенциала предприятий. Предложены методики по повышению производительности труда предприятий.

Ключевые слова: приборостроение, персонал, кадры, предприятие, производство, обучение, образование, технологии, наука, специалист, инженер.

PROBLEM OF DECREASING THE PRODUCTIVITY OF LABOR AT INSTRUMENT-MAKING ENTERPRISES OF RUSSIA

Galina S. Parfenteva

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (923)118-07-25, e-mail: pgs_imv@mail.ru

Aelita V. Shaburova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, D. Sc., Associate Professor, Director, Institute of Optics and Optical Technologies, phone: (383)344-40-58, e-mail: aelita_shaburova@mail.ru

The article raises the problem of reducing labor productivity in the instrument-making enterprises of Russia, the results of the rating of labor productivity of industrial enterprises, reflecting the position of the personnel potential of enterprises. The methods to improve the productivity of enterprises are proposed.

Key words: instrumentation, personnel, personnel, enterprise, production, training, education, technology, science, specialist, engineer.

Целью данной статьи является анализ состояния производительности труда приборостроительных предприятий России, для составления общей картины кадрового резерва в России, выявление причин по состоянию уровня производительности труда в России.

Задачами данной статьи является составление рейтинга производительности труда для приборостроительных предприятий России по итогам 2015-2018 гг.

Предложение путей решения проблемы снижения производительности труда Российских предприятий.

Производственная деятельность любой организации, приносящая ей непосредственную прибыль, экономический рост определяется, в первую очередь, правильным выбором стратегических направляющих, которые наилучшим образом реализовывают потенциально-технические ресурсы и человеческий капитал.

Экономическое развитие России в настоящее время нестабильно, тем не менее, государство по-прежнему занимает лидирующие места по инновациям и производству. Основа любого предприятия – кадры, поэтому данная тема является актуальной, в связи с тем, что развитие производительности труда напрямую зависит от развития и производительности предприятия.

Персонал, в свою очередь должен быть удовлетворен своим рабочим местом, и для того, чтобы ему было комфортно выполнять свою работу, необходимо создать комфортные условия для повышения производительности труда.

Руководитель, в свою очередь заинтересован в большей производительности за короткие сроки. Закон экономии времени распространяется на всю жизнедеятельность общества и каждого индивида в целом. Усиление производительности на полную мощь может вызвать необратимые последствия, это подвергает предприятие к рискам.

Для того, чтобы оценить уровень состояния приборостроительных предприятий, было проведено сравнение приборостроительных предприятий России, и промышленных предприятий Сибирского федерального округа, в результате был получен рейтинг не только приборостроительной промышленности, но и других предприятий оборонно-промышленного комплекса в целом.

Как известно, одних из самых крупных предприятий оборонно-промышленного комплекса являются предприятия холдинга «Швабе». Филиалы данного холдинга были взяты за основу исследования.

Главным звеном предприятия являются кадры. Для того, чтобы понять, насколько успешно предприятие или нет, проводится изучение состояния производительности труда.

Сайт www.up-pro.ru «Управление производством» ежегодно составляет рейтинг Лидеров приборостроения – Всероссийская премия "Производительность труда". В статье представлены результаты 2016 года (сравнение по итогам 2014 и 2015 года) и 2017 года (сравнение за 2015 и 2016 год). Результаты за 2018 год по итогам 2016 и 2017 года пока не опубликованы, тем не менее, уже можно отслеживать статистику за прошедшие 3 года. Что касается предприятий холдинга «Швабе», результаты за 2015 и 2016 год, рассчитываемая как млн.руб./чел./год в табл. 1, расположенной ниже.

Анализируя 2014 и 2015 год, было выявлено, что филиалы холдинга в Новосибирской области повысили свою ПТ почти на 50% всего за год. Это говорит о том, что предприятия и их системы менеджмента и управления развиваются и внедряют новые технологии для сотрудников. В целом, филиалы Швабе сохраняют высокие показатели в области развития ПТ. Лидирующими предприятиями являются филиалы в Новосибирской, Московской и Вологодской области.

Таблица 1

**Лидеры по росту производительности труда
в приборостроении России за 2016 год**

№	Предприятие	Прирост производительности труда 2015/2014, %	Регион
6	Швабе – Оборона и Защита	45	Новосибирская область
11	Швабе – Приборы	31	Новосибирская область
14	ПО «Уральский оптико-механический завод имени Э.С. Яламова»	25	Свердловская область
16	Загорский оптико-механический завод	22	Московская область
24	Швабе – Фотосистемы	18	Московская область
27	Вологодский оптико-механический завод	15	Вологодская область
28	Уральский приборостроительный завод	14	Свердловская область
32	Швабе – Фотоприбор	12	Московская область

По итогам 2016 года, приборостроительные предприятия и сфера машиностроения упоминается все реже. В табл. 2, расположенной ниже будут представлены лидирующие предприятия по приросту производительности труда

Таблица 2

**Лидеры по росту производительности труда
в приборостроении России за 2017 год**

№	Предприятие	Прирост производительности труда 2016/2015, %	Отрасль	Регион
12	Сибирское специальное бюро электротермического оборудования	153	Машиностроение	Новосибирская область
17	Казанский оптико-механический завод	122	Приборостроение	Республика Татарстан
26	Анжерский машиностроительный завод	100	Машиностроение	Кемеровская область
33	Новосибирский авиаремонтный завод	88	Машиностроение	Новосибирская область
67	НПО «Государственный институт прикладной оптики»	55	Приборостроение	Республика Татарстан
92	Улан-Удэнское приборостроительное производственное объединение	46	Приборостроение	Республика Бурятия

По итогам трех лет по приросту производительности труда за три года 2014-2017 гг предприятие «Швабе – Оборона и защита» занимает 58 место с приростом производительности в 98%

Что же касается военно-промышленного комплекса, по итогам за 2016 год предприятия Новосибирский авиаремонтный завод, Швабе- оборона и защита занимают 3 и 57 места соответственно.

Исходя из вышеперечисленных данных, можно сделать вывод, что производительность труда приборостроительных предприятий Сибирского федерального округа понижается, ввиду того, что предприятия теряют спрос на рабочие места и выпускаемую продукцию. Оборудование, используемое на производстве, не удовлетворяет современным требованиям. Средний возраст оборудования Российских предприятий превышает 20, а то и 30 лет. Наибольшей проблемой является значительный физический и моральный износ оборудования.

Основные средства оказывают серьезное влияние на уровень производительности труда. Однако требуется не просто закупка и установка основных средств, но и стратегическое планирование всех производственных процессов.

Второй проблемой является незаинтересованность молодых специалистов в работе по специальности. Сегодня средний возраст работников большого количества предприятий, особенно в оборонно-промышленной индустрии, близок к пенсионному. Хотя ситуация постепенно меняется к лучшему. Например, в 2014 году средний возраст сотрудников в концерне «Калашников» составлял 47 лет, тогда как в 2015 году — уже 45 лет. В начале прошлого года цифра уменьшилась до 44 лет. Доля молодых сотрудников выросла с 35 человек в 2014 году до 49 в 2015-м. В 2016 году их число выросло до 75 человек. В 2018 году планируется, что их число возрастет до 100 человек. Работодатель не заинтересован в принятии молодых специалистов после окончания университета, объясняя это тем, что им не хватает опыта работы. Выпускники принимаются на работу на минимальные оклады.

Решить эту проблему можно через сотрудничество предприятий с вузами и организации филиалов кафедр на предприятиях, дальнейшим трудоустройством выпускников, а так же закреплением за ними более опытных наставников. Принятие на работу молодых и энергичных, готовых развиваться специалистов обеспечит повышение производительности труда на приборостроительных предприятиях России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Основы менеджмента. Производительность труда: содержание, методы измерения, задачи и проблемы роста [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://bmanager.ru/articles/proizvoditelnost-truda-soderzhanie-metody-izmereniya-zadachi-i-problemy-rosta.html> (загл. с экрана: 03.03.2018).
2. Факторы (резервы) роста производительности труда [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://laboureconomics.ru/glava5/p52> (загл. с экрана: 05.03.2018).
3. Шабурова А. В. Природа факторов и условий, влияющих на развитие трудового потенциала работников предприятий региона // Экономика и управление – 2009 – № 4 – С. 47.

4. Шабурова А. В. Воспроизводство трудового потенциала работников в системе повышения квалификации: монография. – Новосибирск : СГГА, 2007. – 179 с.
5. Иванова А. А. Выявление реальных факторов изменения производительности труда // Научное сообщество студентов XXI столетия : сб. ст. по мат. XLV междунар. студ. науч.-практ. конф. № 8(45). URL : [https://sibac.info/archive/economy/8\(45\).pdf](https://sibac.info/archive/economy/8(45).pdf) (дата обращения: 04.04.2017).
6. Федеральный образовательный портал. Экономика. Социология. Менеджмент. Качество образования. Риски при подготовке специалистов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ecsocman.hse.ru/univman/msg/152356.html> (загл. с экрана 20.10.2017).
7. Перервы П. Г., Погорелов Н. И., Дюжев В. Г. Экономика и организация труда // Профессиональная ориентация и отбор кадров. – Киев, 2015. – 365 с.
8. Фирсов Д. А. Рост производительности труда: перспективы, условия, сдерживающие факторы // Экономика, предпринимательство и право. – 2015. – № 3.
9. Портер М. Конкурентная стратегия: методика анализа отраслей и конкурентов. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2016. – 453 с.
10. Ефремова А. А., Орловская Д. Ю. Проблемы трудоустройства выпускников вузов // Научное периодическое издание «Ceteris paribus». – 2015. – № 4. – С. 70–72.
11. Быстрицкая И., Калачихина Ю. Импортозамещению не хватает кадров. Предприятия борются за специалистов рабочих специальностей [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.gazeta.ru/business/2015/11/20/7904093.shtml> (Загл. с экрана: 12.03.2018).
12. Всероссийская премия «Производительность труда - 2018» Открыт прием заявок на участие. Результаты Премий 2017 и 2016 года. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.up-pro.ru/companies/news/premiya18-uchastie.html> (загл. с экрана 20.02.2018)

© Г. С. Парфентьева, А. В. Шабурова, 2018

ИСТОЧНИКИ ПОЯВЛЕНИЯ ОШИБОК В УЧЕТЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ИНДУКЦИОННЫХ СЧЕТЧИКОВ

Анастасия Сергеевна Тадюкова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры специальных устройств, инноватики и метрологии, тел. (951)216-31-33, e-mail: skategoy@mail.ru

Игорь Владиленович Минин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, доктор технических наук, профессор кафедры специальных устройств, инноватики и метрологии, e-mail: kaf.metrol@ssga.ru

Типы неисправностей индукционных счетчиков, влияющие на учет электроэнергии, можно подразделить на две категории: образующиеся спонтанно и образующиеся вследствие плавного перехода счетчика в неисправное состояние. Спонтанно образующиеся неисправности возникают по причине локального и кратковременного неблагоприятного воздействия на счётчик. Также, по истечении времени, есть вероятность, что счетчик электрической энергии плавно перейдет в неисправное состояние до истечения срока межповерочного интервала. Все типы неисправностей счетчика, зачастую, приводят к таким последствиям, как остановка подвижной системы, завышенная погрешность, неправильная работа счетного механизма, самоход.

Ключевые слова: счетчик, электрическая энергия, нарушение учёта, потеря электрической энергии, неисправность, точность учёта, погрешность.

SOURCES OF ERRORS APPEARING IN THE ACCOUNTING OF ELECTRIC POWER OF INDUCTION METERS

Anastasia S. Tadyukova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Special-purpose Devices, Innovatics and Metrology, phone: (951)216-31-33, e-mail: skategoy@mail.ru

Igor V. Minin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, D. Sc., Professor, Department of Special-purpose Devices, Innovatics and Metrology, e-mail: kaf.metrol@ssga.ru

The types of malfunctions in induction counters that affect the calculation of electrical energy can be divided into two categories: those formed spontaneously and formed as a result of a smooth transition of the counter to a faulty state. Spontaneously generated faults occur due to local and short-term adverse effects on the meter. Also, after the time has elapsed, it is likely that the electricity meter will go smoothly to a faulty state, before the expiration of the inter-calibration interval. All types of meter malfunctions often lead to such consequences: stop of the mobile system, excessive error, incorrect operation of the counting mechanism, self-propulsion.

Key words: meter, electric energy, accounting violation, loss of electric energy, malfunction, accuracy of accounting, error.

Целью данной работы было изучение основных источников появления ошибок в учете электроэнергии на примере индукционных счетчиков. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- ознакомиться и изучить основные причины возникновения нарушений в учете электроэнергии;

- произвести расчет баланса электроэнергии.

Ошибки в учете могут быть обусловлены следующими причинами:

- несоблюдение нормальных условий работы счетчика;
- неисправность счетчика;
- неисправность измерительных трансформаторов, также, повышенная нагрузка измерительных трансформаторов;
- повышенное падение напряжения в цепях;
- неправильная схема включения счетчика и неисправность элементов вторичных цепей.

Неисправность счетчика может возникнуть внезапно под влиянием неблагоприятных воздействий. К таким воздействиям можно отнести удары и тряску, длительные перегрузки, короткое замыкание, грозовые и коммутационные перенапряжения.

Счетчик также может постепенно переходить в неисправное состояние до истечения межповерочного интервала [1,2,3]. Это связано с преждевременным износом, вызванным неблагоприятными условиями эксплуатации, в результате которых появляются различные дефекты: коррозия постоянного магнита, сердечников электромагнитов и других металлических частей, а также износ опор, засорение зазоров, в которых вращаются диски, сгущение смазки, ослабление крепления магнита и других деталей.

В случае неподвижного диска необходимо проверить наличие напряжения всех фаз на зажимах счетчика и значение тока в последовательных обмотках. Затем снимается векторная диаграмма. Если все измерения свидетельствуют о корректном подключении, то неисправность, вероятно, кроется в самом счётчике.

Если имеются подозрения на большую погрешность счетчика, то необходимо произвести его поверку на месте установки. Поверка может производиться либо контрольным счетчиком, либо ваттметрами и секундомером. Нагрузка должна быть не менее 10% номинальной. Если эти условия невыполнимы, счетчик следует снять и проверить его в лабораторных условиях [4, 5].

Для проверки точности учета составляется баланс электроэнергии. Несоответствие поступившей и израсходованной электроэнергии на шинах электростанций, в узле сети говорит об ошибках в учете [6, 7].

Расчетный небаланс можно определить по показаниям счетчика, посредством расчета отношения разности приходной и расходной частей баланса к приходной части, выраженное в процентах, которое не должно превышать максимально допустимого небаланса:

$$НБ_{\text{доп}} \geq НБ_{\text{расч}}, \quad (1)$$

где $НБ_{\text{доп}}$ – допустимый небаланс;

$НБ_{\text{расч}}$ – расчетный небаланс.

Допустимый небаланс определяется по формуле:

$$НБ_{\text{доп}} = \sqrt{\frac{\delta_{\text{пр}}^2}{n_{\text{пр}}} + \frac{\delta_{\text{расх}}^2}{n_{\text{расх}}}} \times 100\% \quad (2)$$

где $\delta_{\text{пр}}^2$ - среднее значение относительных погрешностей приходных счетчиков;

$n_{\text{пр}}$ - количество счетчиков на вводах;

$\delta_{\text{расх}}^2$ - среднее значение относительных погрешностей расходных счетчиков;

$n_{\text{расх}}$ - количество счетчиков на отходящих линиях.

Допустим, что на понизительной подстанции имеется два силовых трансформатора 110/6 кВ и восемь линий 6 кВ. На стороне 6 кВ трансформаторов установлены счетчики класса точности 1,0. Суммарное поступление электроэнергии за месяц по их показаниям составило 8566480 кВт×ч. На линиях 6 кВ установлены счетчики с классом точности 2,0. Суммарный расход по их показаниям составил 8454106 кВт×ч.

Тогда допустимый небаланс $НБ_{\text{доп}}$ по формуле (2) составит 1,0%, а расчетный баланс 1,3%, что, исходя из формулы (1), говорит о нарушении правильности учета электроэнергии.

Причины нарушений в учете должны быть выявлены и устранены, а допущенная ошибка в измеренном расходе электроэнергии исправлена путем внесения поправок, определенных расчетным путем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атамалян Э. Г. Приборы и методы измерения электрических величин : учеб. пособие для студ. вузов. – 2 изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1989.
2. Крылова Г. Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии : учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ЮНИТИ – ДАНА, 1999.
3. Минин Г.П. Измерение электроэнергии. – М. : Энергия, 1974.
4. Тартаковский Д. Ф., Ястребов А. С. Метрология, стандартизация и технические средства измерений : учеб. пособие для студ. вузов. – М. : Высш. шк., 2001.
5. Зуева В. Н., Белозерская Т. Ю. Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе // Научно-методический электронный журнал «Концепт», 2015. – № 2. – С. 116–200.
6. Шойимова С. П. Потери электроэнергии и способы борьбы с ними // Молодой ученый. – 2015. – № 23. – С. 278–280.
7. Crampton P. Using forward markets to improve electricity market design // Utilities Policy, №18. 2010. Pp. 195-200.

© А. С. Тадюкова, И. В. Минин, 2018

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРТАТИВНЫХ GPS-ПРИЕМНИКОВ

Елена Ивановна Буймова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (913)919-64-16, e-mail: lena.buimowa@yandex.ru

Олег Владиленович Минин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры специальных устройств, инноватики и метрологии, e-mail: kaf.suit@ssga.ru

В статье описывается важность и принцип работы метрологических характеристик на примере имитатора GNSSolutions. Специфика работы утилиты позволяет всем профессионалам, нуждающимся в эффективном и надежном средстве для обработки данных съемки, без нареканий работать в тяжелых условиях. Также, в работе затронуты вопросы актуальности данной темы.

Ключевые слова: метрологические характеристики, программное обеспечение, «GNSS Solutions».

STUDY OF METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF PORTABLE GPS RECEIVERS

Elena I. Buymova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (913)919-64-16, e-mail: lena.buimowa@yandex.ru

Oleg V. Minin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, D. Sc., Professor, Department of Special-purpose Devices, Innovatics and Metrology, e-mail: kaf.suit@ssga.ru

GNSS Solutions. Specificity of the utility allows all professionals who need an efficient and reliable means for data processing, without any complaints, to work in harsh conditions. Also, the issues of relevance of this topic are touched upon in the work.

Key words: metrological characteristics, software, GNSS Solutions.

Имитация сигналов GPS в настоящее время – оптимальный метод при работе и создании оборудования, которое используется системами глобальных спутниковых радионавигационных систем.

Главную часть системы ИСЗ (искусственного спутника земли) играет земная орбита, равномерно «покрывающая» всю поверхность. Орбиты ИСЗ имеют высокую точность, поэтому в любой момент времени можно без каких-либо проблем выяснить координаты спутника.

Целью данной работы – исследование метрологических характеристик портативных GPS – приемников.

Аналитической частью работы является обзор программы GNSS Solutions.

В GPS – приемнике измеряется как время распространения сигнала от ИСЗ, так и дальность «спутник – приемник». Для того, чтобы вычислить данное расстояние пользуются свойством, которое определяется местоположением точки необходимо знать три координаты (плоские координаты – X, Y, и высоту H), иначе в приемнике необходимо руководствоваться расстояниями до трех ИСЗ.

Для более подробного рассмотрения метрологических характеристик, необходимо воспользоваться имитатором измерительной информации «GNSSOLUTIONS»

Для работы с имитатором, нужно руководствоваться 2 компонентами.

Безопасность работы - существенно уменьшается риск при изменении настроек программного обеспечения или удаления необходимых файлов. Точно это можно наблюдать на примере работы с имитаторами системных программ.

Наиболее низкие требования к технике. Современное программное обеспечение предъявляет высокие требования к параметрам компьютера. Им необходимо обеспечить достаточна места на диске, высокого быстродействия компьютера и т.д. Имитатор – сильно упрощенная программа, менее привередлива.

Ключевым условием эффективного анализа в спутниковых навигационных систем является точное понимание всех аспектов пространственно – временных координат.

Проанализировав навигацию по «GNSS Solutions», можно оценить вспомогательные окна для просмотра и работы с данными: «Вид съемки», «Просмотр времени» и «Рабочая книга» (рис. 1).

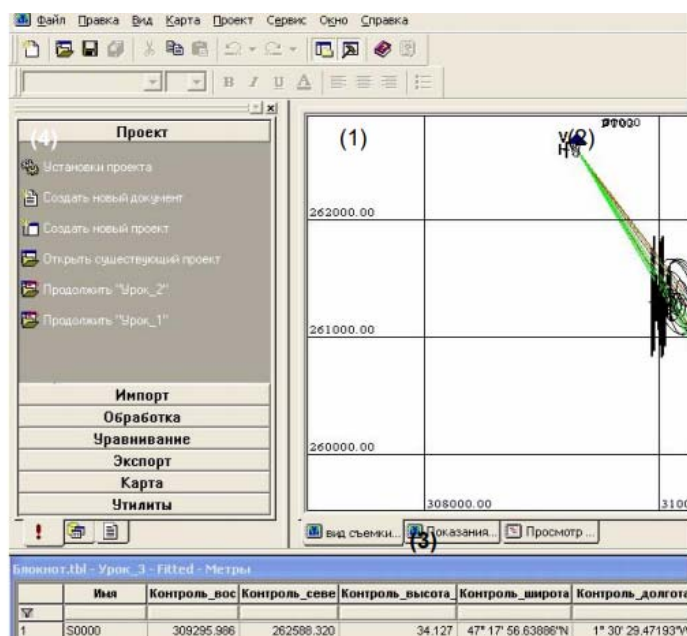


Рис. 1. Главное окно «GNSS Solutions»

Следующим шагом необходимо понаблюдать исходные данные для города Владивосток. Данный рисунок изображает вид съемки (рис. 2).

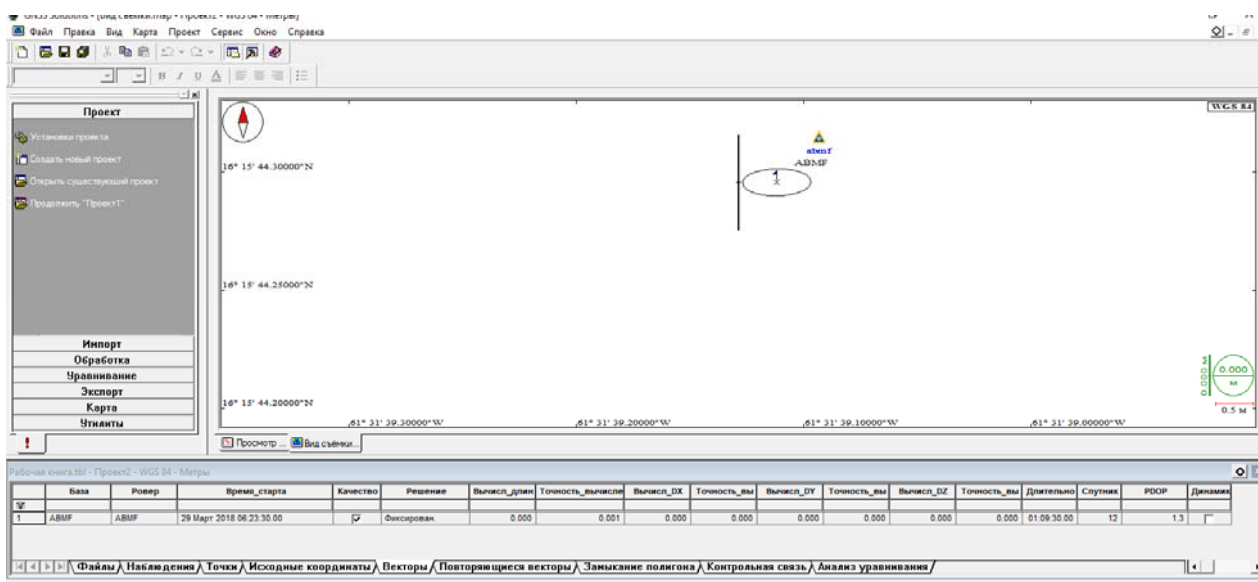


Рис. 2. Вид съемки для города Владивосток

На изображение можно увидеть, что внутри каждого статического наблюдения содержится название точки, где проводилось исследование.

Когда выполнена съемка, программа «GNSS Solutions» может предоставить возможность, для точного определения местоположения участка, в пределах заданных параметров. После того, как завершилась постобработка GNSS Solutions, разрешает определить грубую ошибку, выполнить уравнивание сети, просмотреть метрику качества. Затем, после автоматической обработки, программа генерирует точный заключительный отчет в различных форматах, которые способны отвечать требованиям любого клиента.

На рис. 3 показаны параметры антенны для города Владивосток.

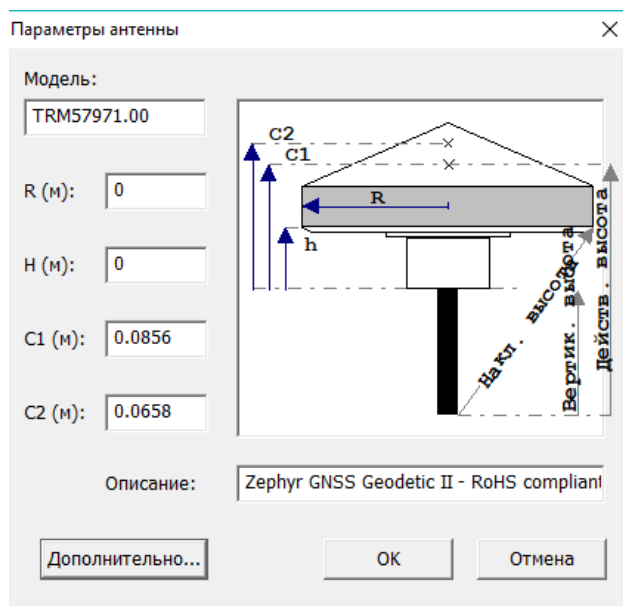


Рис. 3. Параметры антенны для города Владивосток

С помощью радиочастотного имитатора «GNSS Solutions», появилась возможность «видеть» радиосигналы, которые генерируются спутниками GPS. Данные устройства могут создавать подходящие сценарии, также и для траектории приемников, проигрывать их, изменять все рабочие параметры.

В качестве анализа, были затронуты вопросы принципа работы программы.

Благодаря имитации, можно с точностью понять реальность в области метрологии, GPS –измерений. С помощью утилиты «GNSS Solutions», GPS сигнал может быть использован из любого направления. Мощное программное обеспечение помогает упростить жизнь многим людям, работающих в точной сфере деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 8.793-2012 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Аппаратура спутниковая геодезическая. Методика поверки.
2. Лифиц И. М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: учебник. – 9-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт; Высшее образование, 2009. – 315 с.
3. Сергеев А. Г., Крохин В. В. Метрология : учеб. пособие для вузов. – М. : Логос, 2000. – 408 с.
4. Magellan Professional. Справочное руководство и вспомогательные уроки GNSS Solutions. – 474 с.
5. Программный имитатор измерительной информации «GNSS Solutions».

© Е. И. Буймова, О. В. Минин, 2018

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГИБКИХ НАКЛАДНЫХ ДАТЧИКОВ ТЕПЛОСЧЕТЧИКА

Антон Владимирович Владимиров

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (923)241-27-32, e-mail: pavlovich.vladimir2012@yandex.ru

Анна Дмитриевна Зонova

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры специальных устройств, инноватики и метрологии; Филиал «Тепловые сети» АО «СИБЭКО», 630007, Россия, г. Новосибирск, ул. Сибиряковская, 4, инженер 1 кат., тел. (913)782-60-87, e-mail: annet_zonova@mail.ru

В статье представлен обзор литературных источников, посвященных анализу полимерных материалов с теплоизоляционными свойствами. Подробно рассмотрены характеристики и технологические приемы получения полимеров. Проведен сравнительный анализ характеристик теплоизоляционных материалов. Представлены зависимости свойств полимеров от температуры. Рассмотрена возможность применения материалов в теплоэнергетике с целью повышения точности и оперативности измерения фактических значений количества теплоты, выделяемой в системах отопления любым теплоносителем.

Ключевые слова: теплосчетчик на основе накладных датчиков, композиционные материалы, полимеры, свойства, теплоизоляционный материал, деформация, модуль упругости, метод изготовления, пропитки.

COMPARATIVE ANALYSIS OF POLYMER MATERIALS FOR MANUFACTURING OF FLEXIBLE SENSORS HEAT EXCHANGER

Anton V. Vladimirov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (923)241-27-32, e-mail: pavlovich.vladimir2012@yandex.ru

Anna D. Zonova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Special-purpose Devices, Innovatics and Metrology; Branch «Thermal networks» of JSC «SIBECO», 4, Serebrennikovskaya St., Novosibirsk, 630007, Russia, 1 cat. Engineer, phone: (913)782-60-87, e-mail: annet_zonova@mail.ru

The article presents an overview of the literature sources devoted to the analysis of polymer materials with heat-insulating properties. Details and techniques for obtaining polymers are considered in detail. The comparative analysis of the characteristics of heat-insulating materials is carried out. Dependences of polymer properties on temperature are presented. The possibility of using materials in heat power engineering with the purpose of increasing the accuracy and efficiency of measuring the actual values of the amount of heat released in heating systems by any coolant.

Key words: heat meter based on overhead sensors, composite materials, polymers, properties, thermal insulation material, deformation, modulus of elasticity, manufacturing method, impregnation.

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что для плоских накладных датчиков основными источниками погрешности является тепловой поток от нагретой поверхности объекта в окружающую среду, что приводит к падению температуры на контактном тепловом сопротивлении между поверхностью объекта и чувствительным элементом датчика. Поэтому конструкция датчиков должна предусматривать теплоизоляцию внешней его поверхности, обеспечивающей минимизацию теплового потока и защиту от колебаний температуры внешней среды, и максимально возможное уменьшение теплового сопротивления защитного слоя на контактной поверхности датчика.

В связи с этим целью и задачами исследования является анализ характеристик и выбор на его основании полимерных материалов, которые могут быть использованы в качестве теплоизоляционных материалов при изготовлении гибких накладных датчиков теплосчётчика.

В работе представлен литературный обзор и использованы методы теории теплообмена и теплопроводности, теоретической и прикладной метрологии.

Введение

В неразрушающем теплотрическом методе, предложенном в работе [1], использовались новые типы измерителей, разработанные специально для определения тепловыделения на поверхности трубопроводов отопительной системы, а именно, накладные термоэлектрические датчики разности температуры и теплового потока [2]. Данный метод предусматривает определение расхода теплоносителя и тепловой мощности, выделяемой отопительными приборами, путём измерений плотности теплового потока и разности температуры [3].

Для реализации метода применяют гибкие цилиндрические датчики теплового потока и температуры с дифференциальными медь-константовыми термопарами. В работе [1] указывается, что датчик теплового потока необходимо изготавливать из материала с постоянным термическим сопротивлением, например, из резиновой пластинки прямоугольной формы с определённым коэффициентом теплопроводности. Дифференциальные датчики температуры должны быть изготовлены из спаев дифференциальных медь-константовых термопар, которые припаивают на подложку из фольгированного стеклотекстолита. Ширина данных пластинок должна соответствовать внешнему диаметру трубопровода отопительной системы.

Чтобы достоверно определить плотность q теплового потока и разность температуры Δt , необходимо знать коэффициент преобразования K датчика теплового потока, длину L расходомерного участка и чувствительность S датчиков. Для этого с целью определения тепловыделения (разности температуры) на поверхности трубопроводов отопительной системы рекомендуется применять гибкие цилиндрические датчики, которые необходимо изолировать от влияния окружающей среды теплоизоляционным материалом.

В результате литературного обзора различных композиционных материалов и их свойств в работе предлагается рассмотреть полимеры, которые могут

быть использованы в качестве теплоизоляционных материалов при изготовлении гибких датчиков теплового потока и температуры для неразрушающего метода измерений параметров теплоносителя [1, 4, 5].

Сравнительный анализ полимерных теплоизоляционных материалов

Асботекстолит представляют собой слоистые листовые прессованные материалы, состоящие из нескольких слоёв хлопчатобумажной или асбестовой ткани, пропитанной термореактивной феноло-, крезоло-, ксиленоальдегидной смолой или смолой из смеси фенольного сырья. Имеет более высокую теплоустойчивость, чем текстолит, и отличается хорошими фрикционными свойствами [6–8].

В обычном состоянии асботекстолит нетоксичен. При обработке возможно образование пыли, которая оказывает вредное воздействие на организм человека. Относится к трудногорючим материалам, температура самовоспламенения более 500 °С.

Асботекстолит бывает трёх марок – А, Б, Г (табл. 1). Предназначен для изготовления тормозных и иных фрикционных устройств, прокладок, деталей механического сцепления и других технических деталей, работающих при повышенных температурах, а также в качестве теплоизоляционного материала.

Таблица 1

Технические характеристики асботекстолитов

Наименование показателя	Значения марок	
	Марка А	Марка Б
Изгибающее напряжение при разрушении, МПа, не менее	108	90
Ударная вязкость по Шарпи на образцах без надреза, кДж/м ² , не менее	29	26
Водопоглощение, %, не более	2,0	2,0
Рабочая температура, °С	от –40 до 130	от –40 до 130

Детали из асботекстолита применяются в авиационной и ракетной технике для внешней и внутренней теплозащиты. Изделия из асботекстолита могут длительное время использоваться при температурах до 200 °С, непродолжительное время – до 250 °С – 500 °С и кратковременно – до 1800 °С.

Новый и один из наиболее интересных классов высокопрочных и высокомодульных волокон на основе гетероциклических полиариленов – PBZ-волокна. Эти материалы отличаются уникальными свойствами, а именно, модуль упругости более 300 ГПа, прочность 3,0–3,5 ГПа и высокая для органических волокон термостабильность. Волокна композиционных материалов были

разработаны в США для создания современных аэрокосмических конструкций, работающих в экстремальных условиях [9, 10].

Как и в случае термотропных жидкокристаллических полиэфирных волокон, для PBZ-волокон ответственной стадией в процессе их изготовления является термообработка, которая позволяет увеличить их модуль упругости от 165 до 317 ГПа, а прочность при растяжении – от 3,0 до 4,9 ГПа.

В табл. 2 приведены показатели PBZ- и ПБТ-нитей.

Таблица 2

Свойства PBZ- и ПБТ-нитей

Свойство	Значения марок нитей		
	PBZO	PBZT	ПБТ
Прочность нити, ГПа: - комплексной - элементарной	4,1-5,5 5,7-5,8	3,0-3,5 2,8-4,1	2,3-2,5 2,8-3,21
Удлинение комплексной нити при разрыве, %	1,6-1,7	1,0-1,8	1,5-2,0
Модуль упругости, ГПа	267-360	280-385	280-320
Предельный модуль упругости, ГПа	630-690	614	–
Теплостойкость нити, % сохранения прочности при температуре 300 °С 400 °С 500 °С	–	Устойчива до 375 °С на воздухе	80 70 50
Термостабильность нити, % сохранение прочности после эксплуатации в условиях 200 °С, 200 ч 300 °С, 100 ч 400 °С, 10 ч	73	75	85 80 50

Из таблицы видно, что прочность ПБТ-нитей пока ниже, чем у зарубежных аналогов, однако их модуль упругости практически одинаков. Показатели тепло- и термостабильности ПБТ-волокон также находятся на уровне с зарубежными PBZ-волокнами. Столь высокие характеристики PBZ-волокон (по прочности до 4,5 ГПа, а по модулю упругости до 400 ГПа) ставят эти их в один ряд с углеродными (при меньшей плотности), что обеспечит этому классу волокон большое будущее.

Заслуживает внимание еще один тип волокон, перспективных для изготовления ПКМ. Это суперпрочные, высокомодульные полиимидные волокна, разработкой которых занимается Институт высокомолекулярных соединений (ИВС РАН). Волокна имеют марку ИВСАН (табл. 3).

Свойства полиимидных волокон ИВСАН

Свойство	Значения марок волокон		
	ИВСАН-87	ИВСАН-89	ИВСАН-90
Плотность, кг/м ³	1,45	1,50	1,52
Прочность при растяжении, ГПа, при 20 °С	1,7	3,2	5,1
200 °С	1,3	2,5	4,3
400 °С	0,8	2,2	2,8
Модуль упругости акустической, ГПа, при 20 °С	30	225	292
200 °С	22	170	250
400 °С	15	90	120
Удлинение волокна при разрыве, %	10	3-4	3-5
Теплостойкость (при потере 5 % массы), °С	550	570	580

Проволоки из вольфрама и молибдена. Хорошие прочностные свойства тугоплавких металлов при высоких температурах обусловили их применение в качестве армирующих элементов при создании жаропрочных КМ. Проволоки из вольфрама, молибдена и их сплавов выпускаются промышленностью в больших количествах, поэтому этот вид арматуры наиболее изучен и широко используется в КМ высокотемпературного назначения [11, 12].

Производство тугоплавких металлических проволок стало развиваться в связи с нуждами электровакуумной техники, но вольфрам и молибден электротехнического назначения имеют недостаточно высокие прочностные характеристики. Металлургия высокопрочных вольфрамовых и молибденовых проволок, специально предназначенных для армирования металлов и керамики, получила развитие совсем недавно.

В настоящее время проволоки изготавливают, чаще всего, методами порошковой металлургии. Эти методы позволяют вводить в металл разнообразные присадки для повышения прочностных характеристик проволок, увеличения их технологичности и придания специальных свойств.

Композиционные материалы с никелевой матрицей используются в качестве жаропрочных. При этом главная задача их создания – повышение рабочей температуры до 1000 °С – 1200 °С. В качестве наполнителя могут быть использованы как мелкодисперсные порошки, так и волокна [11–14].

Гетинакс (англ. paper-based laminate). Электроизоляционный слоистый прессованный материал, изготовленный из нескольких слоев бумаги, пропитанной фенолоформальдегидной или эпоксидной смолой [15, 16]. Материал не токсичный, не взрывоопасный, горючий. Можно длительно эксплуатировать при рабочей температуре от –65 °С до 120 °С.

Легко поддается механической обработке (сверление, фрезерование, распиловка, штамповка в нагретом состоянии). Обладает высокими диэлектриче-

скими свойствами. Электрическая дуга быстро его обугливает, и он становится токопроводящим. Электроизоляционные свойства материала сильно зависят от влажности и температуры окружающей среды.

Результаты сравнительного анализа

По проведённому анализу рассмотренных в статье полимерных материалов и их свойств (табл. 4) были построены графики зависимости деформации (ϵ , %) от температуры (рисунок).

Таблица 4

Сравнительные значения деформации материалов от температуры

Асботекстолит		PBZ-нить		ПБТ-нить		ИВСАН		Генитакс	
T(°C)	ϵ (%)	T(°C)	ϵ (%)	T(°C)	ϵ (%)	T(°C)	ϵ (%)	T(°C)	ϵ (%)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	50	0	50	0	50	0	50	0
100	0	100	0	100	0	100	0	100	0
150	0	150	0	150	0	150	10	150	10
200	10	200	0	200	0	200	50	200	50
250	50	250	0	250	0	250	80	250	80
300	80	300	0	300	10	300	100	300	100
350	100	350	0	350	50				
		400	10	400	80				
		450	50	450	100				
		500	80						
		550	100						

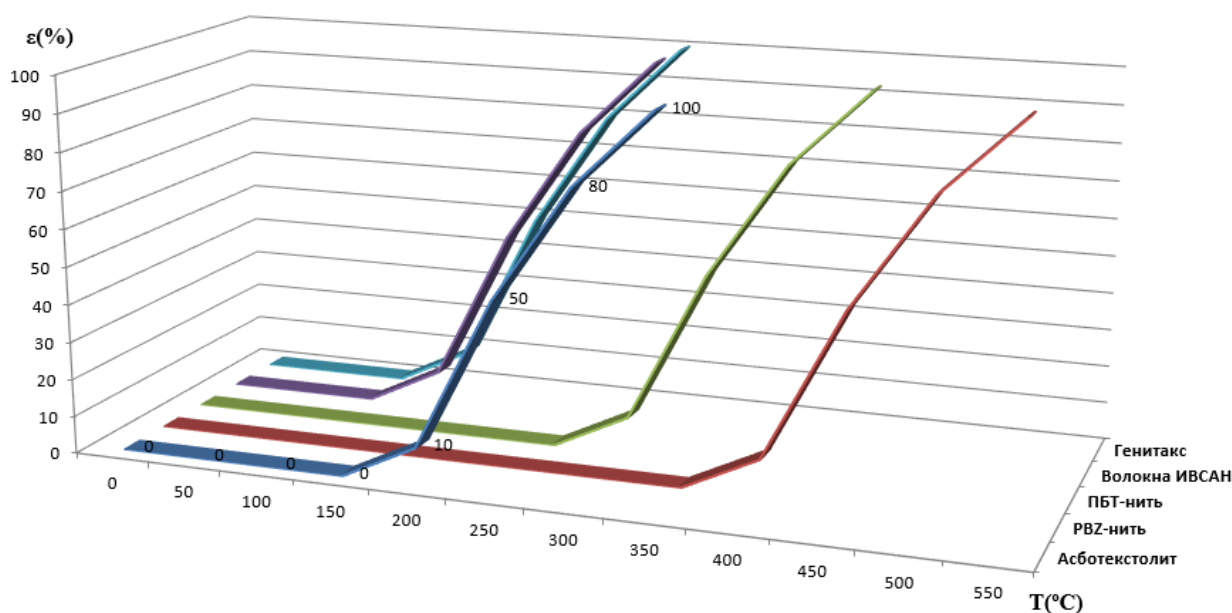


График зависимости деформации материала от температуры:

ϵ – деформация, %; T – температура, °C

Полученные зависимости показывают, что процесс деформации быстрее всего начинается у волокон ИВСАН и гетинакс. Эти материалы достаточно эластичны и их возможно использовать в качестве теплоизоляционных материалов накладных датчиков. Кроме этого, на графике видно, что трудно деформируемыми теплоизоляционными материалами по проведённому анализу являются PBZ- и ПБТ-нити. Структура органических волокон данных материалов обладает уникальными свойствами, что позволяет их использовать в аэрокосмической сфере деятельности.

Однако изменение структуры рассмотренных полимеров и добавления в них разнообразных присадок позволит получить легко деформируемые материалы для применения их в теплоэнергетической сфере для повышения точности и оперативности измерения фактических значений количества теплоты, выделяемой в системах отопления любым теплоносителем, что является первоочередной задачей дальнейших исследований.

Заключение

Таким образом, проведённый анализ полимерных материалов позволит в дальнейшем усовершенствовать конструкцию теплосчётчика с накладными датчиками и использовать его в качестве измерительного прибора для диагностики исправности отопительных приборов и систем при решении многих задач теплоэнергетики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зонова А. Д. Разработка и исследование теплотрических методов и средств неразрушающих измерений параметров теплоносителя в системах теплоснабжения: дис. ... канд. техн. наук / Зонова Анна Дмитриевна. – Новосибирск, 2013. – 122 с.
2. Зонова А. Д., Черепанов В. Я. Исследование неразрушающего метода измерений тепловой мощности отопительных приборов // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск : СГГА, 2010. Т. 5, ч. 2. – С. 124–129.
3. Пат. 2631007 Российская Федерация, МПК51 G01K 17/10, G01F 1/68. Теплосчетчик на основе накладных датчиков / А. Д. Зонова, В. Я. Черепанов; патентообладатели Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» (СГУГиТ), Федеральное государственное унитарное предприятие «Сибирский государственный ордена Трудового красного знамени научно-исследовательский институт метрологии» (ФГУП «СНИИМ»). – 2016127338; заявл. 06.07.2016; опубл. 15.09.2017. – Бюл. № 26. – 10 с.: ил.
4. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник для вузов, допущено УМО / В. Б. Арзамасов [и др.]; под ред. В. Б. Арзамасов, А. А. Черепанина. – 3-е изд., стер. – М.: Академия, 2011. – 446 с.
5. Слесарчук В. А. Материаловедение и технология материалов : учеб. пособие. – РИПО, 2015. – 392 с.
6. ГОСТ Р 50583-93 ГСИ. Материалы композиционные полимерные: нац. стандарт РФ. – Введ. 16.07.1993. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – 8 с.
7. Deborah D. L. Chung. Composite Materials // Springer Science & Business Media. – 2010. – 371 p.

8. Kamal K. Kar. Composite Materials // Springer. – 2016. – 686 p.
9. Хохлов А. Р., Говорун Е. Н. Композиты с полимерной матрицей // Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов. – Электрон. дан. – 2016. – Режим доступа: <http://thesaurus.rusnano.com/> – Загл. с экрана.
10. Капитонов, А. М., Редькин, В. Е. Физико-механические свойства композиционных материалов: упругие свойства: монография. – Красноярск: СФУ, 2013. – 532 с.
11. ГОСТ Р 56656-2015 ГСИ. Композиты металлические. Метод определения характеристик прочности при растяжении армированных волокнами композитов с металлической матрицей: нац. стандарт РФ. – Введ. 201.10.2015. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 18 с.
12. Владимиров А. В. Изготовление и определение свойств композиционных материалов с различными матрицами // LXIV студенческая научная конференция СГУГиТ, 4–9 апреля 2016 года: сб. тезисов докладов. – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. – С. 151–153.
13. Hybrid Polymer Composite Materials / Vijay Kumar, Thakur Manju Kumari, Thakur Asokan Pappu // Woodhead Publishing. – 1st ed. – 2017. – 390 p.
14. Campbell, F. C. Structural Composite Materials // ASM International. – 2010. – 630 p.
15. Владимиров А. В., Зонова А. Д. Метод пропитки композиционных материалов с металлической и полимерной матрицами // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. Т. 2. – С. 130–135.
16. Баев В. С., Виноградов А. Б., Чемерис М. С. Физико-химические основы создания композиционных строительных материалов : монография. – Ч. 1. – ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2016. – 244 с.

© А. В. Владимиров, А. Д. Зонова, 2018

ОБЪЕКТЫ КРИТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Чейнеш Орлановна Оюн

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (923)197-4767, e-mail: cheinesh_oyun@mail.ru

Евгений Владимирович Попантопуло

Новосибирский филиал федерального государственного унитарного предприятия «Научно-технический центр «Атлас», 630091, Россия, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, 5, заместитель директора, тел. (909)534-23-27, e-mail: 383@2145891.ru

В статье показана актуальность вопросов, связанных с безопасностью критической информационной инфраструктуры и приведены ключевые понятия, относящиеся к этой сфере защиты информации. Анализируется закон «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации». Обсуждаются вопросы категорирования объектов и ведение реестра значимых объектов. Сделаны субъективные выводы о недостатках и преимуществах федерального закона в целом.

Ключевые слова: критическая информационная инфраструктура, информационная безопасность, значимые объекты, категорирование, реестр критических объектов, кибератаки, информационная сфера.

OBJECTS OF CRITICAL INFORMATION INFRASTRUCTURE

Cheynesh O. Oyun

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (923)197-47-67, e-mail: cheinesh_oyun@mail.ru

Evgenij V. Popantonopulo

Novosibirsk Branch of the Federal State Unitary Enterprise «Scientific and Technical Center «Atlas», 5, Frunze St., Novosibirsk, 630091, Russia, Deputy Director, phone: (909)534-23-27, e-mail: 383@2145891.ru

The article shows the pertinence to consider the question of the security of a critical IT infrastructure and gives a key concept. The law "About security of a critical IT infrastructure in Russian Federation" are reviewed. There are discussion about issues of object's categorization and the leading of the register of important objects. The subjective conclusions about disadvantages and advantages of the federal law in general have been made

Key words: critical information infrastructure, information security, significant objects, categorization, the register of critical facilities, cyberattacks, information sphere.

В настоящее время почти все сферы жизни личности, общества и государства стали зависимыми от информационных инфраструктур. Поэтому тема информационной безопасности является актуальной на мировом уровне. Кибератакам чаще всего подвергаются объекты критической информационной инфраструктуры: информационные системы, информационно-телекоммуникационные систе-

мы, автоматизированные системы управления государственных органов, государственных учреждений и компаний, которые функционируют во всех областях жизнеобеспечения городов, субъектов и всей страны [1].

Глобальное информационное пространство с ее инновационным развитием информационных технологий уже давно создает возможности для роста экономики, развития культуры, модернизации в политической сфере, и, наряду с этим, формирует все новые угрозы и риски, тем самым провоцируя возникновение новых форм конфликтов, таких как информационные войны, кибератаки и тому подобные. Появилось понятие информационного оружия, которое могут использовать террористические и преступные группировки. Последствия кибератак могут быть катастрофическими, и тому уже есть ряд примеров по всему миру.

Конкурентным преимуществом на мировом рынке обладают государства, у которых отрасль экономики основывается на технологии анализа больших объемов данных. Эти технологии также активно используют в России, но они основаны на зарубежных разработках. На данный момент отечественные аналоги отсутствуют. Повсеместное внедрение зарубежных информационных технологий и коммуникаций, в том числе на объектах критической информационной инфраструктуры (далее - КИИ), значительно усложняет решение задачи по обеспечению защиты интересов граждан и государства в информационной сфере [2].

В настоящий момент крупные компании и государственные структуры подсчитывают потенциальные убытки, которые могут возникнуть, если они не будут готовыми к внезапному вторжению в систему. Мониторинг статистики ущербов и частоты реализации атак является необходимой нормой как для крупного, так и для малого и среднего предприятий различного профиля. Таким образом, вопрос управления рисками особенно остро стоит для критически важных объектов и объектов КИИ.

Целью данной работы является анализ федерального закона 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» для формирования субъективного мнения о преимуществах и недостатках данного закона.

В соответствии с этой целью были поставлены следующие задачи:

- выяснить актуальность вопроса безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации;
- проанализировать федеральный закон 187-ФЗ;
- выделить преимущества и недостатки федерального закона.

К критическим информационным инфраструктурам относят совокупность объектов КИИ, а также сети электросвязи, используемые для организации взаимодействия таких объектов [3].

Объектами КИИ являются информационные системы, информационно-телекоммуникационные сети, автоматизированные системы управления субъектов КИИ [3].

По федеральному закону «О безопасности критической информационной инфраструктуры» субъектами КИИ являются государственные органы, государственные учреждения, российские юридические лица и (или) индивидуальные предприниматели, которым на праве собственности, аренды или на ином законном основании принадлежат информационные системы, информационно-телекоммуникационные сети, автоматизированные системы управления, функционирующие в сфере здравоохранения, науки, транспорта, связи, энергетики, банковской сфере и иных сферах финансового рынка, топливно-энергетического комплекса, в области атомной энергии, оборонной, ракетно-космической, горнодобывающей, металлургической и химической промышленности, российские юридические лица и (или) индивидуальные предприниматели, которые обеспечивают взаимодействие указанных систем или сетей[3].

Одним из самых главных составляющих 187-ФЗ является категорирование, необходимое для правильной расстановки приоритетов, при организации защиты информационной инфраструктуры страны. Оно зависит от значимости объекта, которая определяется размером ущерба, причиненным владельцу КИИ, обществу или государству, в результате атаки на систему. Категории определяются исходя из значимости: социальной, экономической, политической, экологической и значимости объекта для обороны страны, безопасности государства и правопорядка. По окончании категорирования объекту присваивается одна из трёх категорий (первая, вторая или третья), после чего он включается в реестр значимых объектов КИИ Российской Федерации.

Тем временем, субъект должен самостоятельно провести категорирование всех своих объектов и сообщить о них в письменной форме для внесения сведений в реестр значимых объектов КИИ. Субъект должен также реагировать на компьютерные инциденты, незамедлительно информируя о них Федеральную Службу Безопасности и оказывая содействие должностным лицам в деятельности, связанной с предупреждением, обнаружением и ликвидацией последствий инцидентов. Кроме того, субъект обязан обеспечивать выполнение порядка, технических условий установки и эксплуатации технических средств Государственной системы обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак[4].

Федеральный закон «О безопасности критической информационной инфраструктуры» повлек за собой поправки в уже существующих нормативных документах. Ряд документов и требований ещё требуется принять, например, требования по обеспечению безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуры, формы представления сведений о категорировании, формы реестра и правил его ведения, формы акта по результатам проверки в рамках осуществления государственного контроля в области обеспечения безопасности значимых объектов и другие. Эти документы и все вытекающие требования должны решить накопившиеся вопросы по данному федеральному закону, на что потребуется определённое время.

Важным моментом является то, что за неправомерное воздействие на критическую информационную инфраструктуру Российской Федерации, отныне

предусмотрена уголовная ответственность. В 194-ФЗ даны подробные пояснения, что понимается под неправомерными действиями, и определяются уголовные наказания за такие действия [5].

Учитывая все поправки в существующих законах и принимаемые новые нормативные документы, к преимуществам принятия Федерального закона №187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры» можно отнести:

- увеличение уровня интереса и ответственности социума к проблемам информационной безопасности может решить проблемы человеческого фактора, что является одной из главных составляющих защиты информации;

- объекты, которые попадают под категоризацию, будут обязаны направить значительную часть финансовых ресурсов на выполнение требований и быть готовыми к регулярному взаимодействию с ключевыми организациями по вопросам обеспечения информационной безопасности, что приведёт к повышению уровня защиты информации;

- возрастание интереса и потребности в улучшении качества отечественных разработок информационных технологий;

- единый реестр значимых объектов информационной инфраструктуры заставит обратить внимание ключевых органов исполнительной власти, в первую очередь, на критически значимые объекты страны.

К недостаткам можно отнести следующие моменты:

- резкое увеличение финансовых затрат затронет все объекты, подлежащие категоризации, что для некоторых из них окажется весьма затруднительным с точки зрения реализации выполнения;

- практическая реализация закона затруднена из-за его несовершенства: на сегодняшний день федеральный закон не полностью развернут, некоторые пункты требуют полной доработки, а для принятия подзаконных актов и требований необходимо время.

Защита критической информационной инфраструктуры страны требует привлечения огромных материальных сил и финансовых вложений. Полная изоляция объектов критической информационной инфраструктуры от внешнего мира тоже не является решением проблемы, поскольку высокий процент оборудования, используемого на объектах, составляют иностранные разработки. Наиболее оптимальным вариантом полноценного обеспечения защиты объектов критической информационной инфраструктуры считается подключение к ним Центра мониторинга информационной безопасности (Security Operations Center). Он предоставляет полный спектр услуг по мониторингу и администрированию систем защиты информации, выявлению и реагированию на инциденты. Это позволит субъектам критической информационной инфраструктуры более экономно осуществлять требования данного федерального закона. Такой подход, возможно, станет одним из важных трендов в области информационной безопасности в России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ермилов Е. В., Калашников А. О., Чопоров О. Н., Разинкин К. А., Баранников Н. И., Корнеева Н. Н. Управление информационными рисками при атаках на АСУ ТП критически важных объектов : учеб. пособие. – Воронеж : ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2013. – 109 с.
2. Указ президента Российской Федерации «О стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы» от 9 мая 2017 г. № 203 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_216363/.
3. Федеральный закон "О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации" от 26.07.2017 N 187-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_220885/.
4. Безопасность критической информационной инфраструктуры РФ: кратко о главном [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://iteco.vestifinance.ru/bezopasnost_kriticheskoy_inform.
5. Федеральный закон №194-ФЗ «О внесении изменений в Уголовный кодекс Российской Федерации и статью 151 Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации»» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_220891/.

© Ч. О. Оюн, Е. В. Попантонопуло, 2018

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Кристина Сергеевна Позднякова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры специальных устройств, инноватики и метрологии, тел. (961)224-17-96, e-mail: Kristina_7294@mail.ru

Олег Владиленович Минин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, доктор технических наук, профессор кафедры специальных устройств, инноватики и метрологии, e-mail: kaf.suit@ssga.ru

В последнее время всё большее значение, в связи с интеграцией рынка, приобретает качество продукции. Это обусловлено научно-техническим прогрессом и, как следствие, постоянно возрастающими требованиями потребителей. Параметров, определяющих качество товара и услуг, большое множество, и для каждого они различны. Следовательно, возникает необходимость развития структурированного процесса контроля качества на производстве.

Ключевые слова: качество, качество на производстве, организация контроля качества, система качества.

ORGANIZATION OF QUALITY CONTROL PROCESS AT THE ENTERPRIS

Kristina S. Pozdnyakova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Special-purpose Devices, Innovatics and Metrology, phone: (961)224-17-96, e-mail: Kristina_7294@mail.ru

Oleg V. Minin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, D. Sc., Professor, Department of Special-purpose Devices, Innovatics and Metrology, e-mail: kaf.metrol@ssga.ru

Recently the increasing value, in connection with market integration, gains quality of production. It is caused by scientific and technical progress and, as a result, constantly increasing requirements of consumers. The parameters defining quality of goods and services, a big set and for everyone they are various. Therefore, there is a need of development of the structured process of quality control on production.

Key words: quality, quality on production, the organization of quality control, the quality system.

Актуальность данной темы обусловлена тем, что многие потребители все чаще стали обращать внимание не на стоимость товара или услуги, а на ее качество.

Целью данной статьи является исследование организации процесса контроля качества на производстве, анализ и разработка рекомендаций по повышению эффективности данных работ.

ГОСТ 15467-79 «Управление качеством продукции. Основные понятия»[4] регламентирует качество продукции как совокупность свойств, которые обуславливают пригодность продукции удовлетворять конкретные потребности в соответствии с назначением. Каждый продукт обладает определенными свойствами, характеризующими качество. Общие критерии оценки качества устанавливаются в нормативной документации: технических регламентах, стандартах, технических условиях на конкретные виды продукции [3].

Понятие «качество» связано с удовлетворением ожиданий потребителей в отношении определенного продукта, а значит является важной составляющей конкурентоспособности продукта и залогом того, что продукт будет продаваться и в любой экономической ситуации завоеует большую аудиторию.

Как правило, контроль на производстве подтверждает выполнение установленных (заданных) требований к процессам и продукции и включает:

- входной контроль закупаемых ресурсов (сырья, упаковочных материалов),

- контроль качества в процессе производства,
- контроль качества готовой продукции.

Контролю качества на производстве подвергаются:

- закупаемое сырье, материалы и другие ресурсы,
- производимые полупродукты и готовая продукция,
- технологические процессы, оборудование, оснастка и т.д.

Основные требования к контролю качества на производстве:

- наличие компетентного (квалифицированного) персонала,
- наличие нормативных документов по проведению испытаний, включая отбор проб,
- наличие необходимых помещений, оборудования, расходных материалов[6].

Для обеспечения эффективного функционирования процесса контроля качества на предприятиях организуется отдел контроля качества (ОКК) и лаборатория, независимые от других производственных подразделений.

Этапы организации процесса контроля качества на производстве можно разделить на десять главных составляющих:

- информационное совещание: необходимо для того, чтобы довести до руководства и управленческого персонала информацию, содержащую сведения о роли и значении качества на производстве;
- принятие решения о внедрении процесса контроля качества;
- разработка плана–графика внедрения процесса контроля качества: план регламентируемый ряд работ по организации процесса контроля качества;
- определение функций и задач системы качества;
- определение состава структурных подразделений системы качества;
- разработка структурной схемы процесса контроля качества, формируется на основе структурной схемы предприятия и дает возможность показать «устройство» системы – состав и взаимосвязь всех структурных подразделений, выполняющих функции в организации процесса контроля качества;

- разработка функциональной схемы управления процессом контроля качества: позволяет наглядно представить процесс управления качеством, а также выявить и устранить возможные пробелы при организации работ по качеству;
- определение состава и состояния документации системы качества;
- разработка нормативных документов системы качества и руководства по качеству: для разработки и корректировки нормативных документов отдел контроля качеством должен составить, утвердить у руководства и отследить соответствующий план-график с указанием исполнителей и сроков работ. Также необходимо составить руководство по качеству с описанием самой организацией процесса контроля качества на производстве;
- доработка и внедрение процесса контроля качества на производстве.

Следовательно, главной задачей любого производственного предприятия является выявить этапы, на которых возможно возникновение проблем, и таким образом оптимизировать работу персонала, осуществляющего контроль качества: уделять внимание там, где оно нужно, и не выполнять лишней работы, где этого не требуется. Качество выпускаемой продукции предприятие считает одним из важнейших показателей своей деятельности.

Таким образом, описанные десять этапов организации процесса контроля качества на производстве помогут любому действующим предприятию проследить точность выполнения действий по обеспечению корректного построения процесса контроля качества.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абакумова О. Г. Управление качеством : конспект лекций. – М. : А-Приор, 2012. – 128 с.
2. Агарков А. П. Управление качеством : учебник для бакалавров. – М.: Дашков и К, 2015. – 208 с.
3. Антонов Г. А. Основы стандартизации и управления качеством продукции. – СПб. : СПбУЭФ, 2005. – 144 с.
4. ГОСТ 15467-79 Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения : нац. стандарт РФ. – Введ. 01.07.1979. – Стандартиформ, 2018. – 21 с.
5. Версан В. Г. Интеграция управления качеством продукции. Новые возможности. – М. : Изд-во стандартов, 2003. – 218 с.
6. Полховская Т. М., Карпов Ю. А., Соловьёв В. П. Основы управления качеством продукции. – М. : МИСИС, 1992. – 240 с.
7. Шамилева Э. Э., Фазылова Н. Н. Управление качеством продукции на предприятии [Электронный ресурс]. – 2015. – С. 198–202. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/v/upravlenie-kachestvom-produktsii-na-predpriyatiah>. – Загл. с экрана.

© К. С. Позднякова, О. В. Минин, 2018

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИК СРЕДСТВ ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ

Екатерина Викторовна Спивак

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры специальных устройств, инноватики и метрологии, тел. (960)785-75-79, e-mail: Katyshaspivak@mail.ru

Олег Владиленович Минин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, доктор технических наук, профессор кафедры специальных устройств, инноватики и метрологии, e-mail: kaf.suit@ssga.ru

В настоящее время все большее применение находят приборы бесконтактного и быстрого контроля температуры, регистрирующие излучение в световом и инфракрасном диапазонах.

Ключевые слова: инфракрасное излучение, контроль, метрологические характеристики, бесконтактный контроль, тепловой контроль.

METROLOGICAL SUPPORT OF IR HEAT MONITORS

Ekaterina V. Spivak

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Special-purpose Devices, Innovatics and Metrology, phone: (960)785-75-79, e-mail: Katyshaspivak@mail.ru

Oleg V. Minin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, D. Sc., Professor, Department of Special-purpose Devices, Innovatics and Metrology, e-mail: kaf.metrol@ssga.ru

At present, more and more devices are being used to collect non-contact and high-speed temperature control data by registering radiation in the light and infrared ranges.

Key words: infrared radiation, control, metrological characteristics, contactless control, thermal control.

Бесконтактные приборы контроля находят все большее применение в системах контроля и регулирования производственных процессов. Применение приборов с таким принципом действия эффективно для теплового контроля практически во всех отраслях промышленности и производства.

Также бесконтактные приборы контроля применяют для решения сложных технологических задач во всех технологических процессах (дефектометрии, дефектоскопии, контроля геометрии и теплового мониторинга).

В последние годы на российском и зарубежном рынке наблюдается резкий рост продаж средств теплового контроля (в своем большинстве это пирометрические приборы иностранного производства).

Не наблюдается удовлетворения потребности отечественных предприятий в данных средствах теплового контроля по причине отсутствия массового отечественного производства таких средств теплового контроля.

Из зарубежных производителей наибольшее распространение на отечественных предприятиях остается за тепловизорами и пирометрами фирм:

1. «Testo» - Германия;
2. «Mikron» - США;
3. Siemens – Германия;
4. COMARK – Англия;
5. FLIR Systems – США;
6. NEC Avio – Япония и т.д.

Приборы производства стран СНГ представлены пирометрами производства Украины.

Разработкой, утверждением и поверкой на территории России занимаются ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, ВНИИОФИ, СНИИМ.

В наши дни все большего применения в областях науки, техники и производства требуют пирометрические средства теплового контроля. К сожалению, на данном этапе развития техники отечественные разработки явно уступают зарубежным аналогам.

Бесконтактные пирометры не требуют контакта с измеряемой поверхностью, являются простыми и сравнительно недорогими приборами измерения температуры. При их помощи можно измерять температуру в сложных труднодоступных местах. Но, к сожалению, данными приборами невозможно определить точную температуру исследуемой поверхности, так как слишком большой участок попадает в зону фокусировки. Для точных замеров температуры необходим профессиональный пирометр с лазерным прицелом.

Тепловизоры, в отличие от пирометров, служат не только для определения температуры, но и для диагностики распределения тепла по поверхности и внутри исследуемого объекта. Камера тепловизора фиксирует излучение объекта и выводит результат на монитор прибора, на котором пользователь видит термограмму – картину распределения температуры по участку. Термограмма позволяет определить холодные и горячие участки исследуемого объекта.

Основным преимуществом тепловизоров перед пирометрами является более высокая цена деления, термочувствительность, которая достигает $0,1^{\circ}\text{C}$. Выбирая между пирометром и тепловизором, необходимо обратить внимание на то, что чем больше диапазон измеряемых температур у бесконтактных приборов контроля, тем дороже будет стоить прибор. Из этого можно сделать вывод, что более функциональный тепловизор обойдется дороже скромного пирометра.

Хотя в ряде случаев предпочтительно применять оптические пирометры, (в частности, при работе в сложных условиях, при изменяющейся излучательной способности объекта измерения и пр.), наибольшее распространение получили именно радиационные приборы. Их использование актуально для бытового и промышленного применения, поскольку они доступны, просты, надежны и

способны обеспечить достаточно высокую точность измерения (а при необходимости полученное значение легко откорректировать).

Тем не менее при выборе пирометра в первую очередь нужно определиться с целями, для которых будет использоваться прибор, условиями работы, затратами и делать выбор только с учетом всех указанных факторов.

Прогресс не стоит на месте. В настоящее время появились приборы, сочетающие в себе функции пирометра и тепловизора. В такие приборы встроена теплокарта на которой устройство отмечает самые горячие и холодные точки.

Таким образом, можно сделать очевидный вывод, что решение задач, связанных с широким кругом вопросов разработки, применения и обеспечения необходимых метрологических параметров по тепловому контролю, является актуальной научно – технической проблемой, решение которой имеет важное хозяйственное значение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Астайкин А. И., Смирнов М. К. Основы оптоэлектроники : учеб. пособие. – М. : Высшая школа, 2007. – 277 с.
2. Афанасьев В. А. Оптические измерения. – М. : Недра, 1968. – 264 с.
3. Богданов Э. О. Фоторезисторы и их применение. – Л. : Энергии, 1978. – 144 с.

© *Е. В. Спивак, О. В. Минин, 2018*

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОНКИХ ПЛЕНОК

Ирина Николаевна Шарыпова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры специальных устройств, инноватики и метрологии, тел. (913)919-64-16, e-mail: kaf.suit@ssga.ru

Галина Вячеславовна Симонова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры специальных устройств, инноватики и метрологии, тел. (913)724-67-47, e-mail: simgal@list.ru

В статье описывается важность и особенности оценки метрологических характеристик интерференционных фильтров на основе тонких плёнок. Показано существенная зависимость спектральных характеристик от температуры. Приведены соответствующие экспериментальные результаты.

Ключевые слова: метрологические характеристики, интерференция, температурные искажения, спектральные характеристики, тонкие плёнки.

ASSESSMENT OF TEMPERATURE IMPACT ON SPECTRAL CHARACTERISTICS OF THIN FILMS

Irina N. Sharipova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Special-purpose Devices, Innovatics and Metrology, phone: (383)361-07-31, e-mail: kaf.suit@ssga.ru

Galina V. Simonova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph D., Associate Professor, Department of Special-purpose Devices, Innovatics and Metrology, phone: (383)361-07-31, e-mail: kaf.suit@ssga.ru

The article describes the importance and peculiarities of evaluating the metrological characteristics of interference filters based on thin films. A significant dependence of the spectral characteristics on temperature is shown. The corresponding experimental data are presented.

Key words: metrological characteristics, interference, temperature distortions, spectral characteristics, thin films.

Тонкие пленки широко используются для решения различных задач в области оптико-электронного приборостроения. Например, это могут быть плёнки, исполняющие роль просветляющих покрытий. Объективы современных оптических приборов, имеют просветляющие покрытия. Без таких дополнительных плёночных покрытий потери на отражение света могут быть значительными; даже при нормальном падении лучей на границе воздух - оптическая среда и составляют до 10% от интенсивности падающего излучения.

Целью данной научно-исследовательской работы является изучение основ формирования фильтров различного назначения на основе тонких пленок и оценка влияния температуры на их спектральные характеристики.

Тонкие плёнки на поверхности металлов, полупроводников или диэлектриков, могут иметь различную природу и состав, а также использоваться для решения как технических задач, так и быть сопутствующим фактором в производственных процессах. В любом случае изменение их свойств влияет как на эксплуатационные характеристики изделия, так и на результат контрольных операций. Толщина таких плёнок может варьироваться от нескольких диаметров молекул до нескольких десятков миллиметров. Использование явления интерференции для выделения узких спектральных интервалов световых потоков позволяют получить ширину полосы пропускания или подавления до 0,1 - 0,15 нм из диапазона 500 нм [1]. Для таких узких спектральных интервалов, даже при малых толщинах плёнок и небольших изменениях температурных режимов, следует допустить возможность смещения спектрального максимума пропускания соизмеримого с шириной самого интервала. В данной работе рассмотрен один из вариантов такого влияния, когда изменение оптических свойств плёнок существенно искажает технические характеристики фильтров, что приводит к отклонению реальных характеристик от плановых параметров изделия. Влияние температуры на показатель преломления определяется двумя факторами: изменением числа частиц вещества в единице объема и зависимостью поляризуемости от температуры.

Величина показателя преломления для твердых тел также зависит от температуры измерения, информация об этих изменениях противоречива в разных источниках, однако, в большинстве случаев при понижении температуры вещество становится оптически более плотным, т.е. показатель преломления увеличивается. Однако, для некоторых оптических сред может наблюдаться и обратная зависимость. В табл. 1 приведены значения оптико-физических параметров для некоторых веществ, используемых для получения интерференционных фильтров [2].

Таблица 1

Оптико-физические свойства материалов

Дать заголовков	LiF	CaF ₂	BaF ₂	Al ₂ O ₃	Алмаз	SiO ₂	Стекло К-8
n	1.39	1.43	1.47	1.77	2.41	1.46	1.52
dn/dT 10 ⁻⁵ К ⁻¹	-1.6	-1.5	-1.6	1.29	0.96	0.93	0.29
α , 10 ⁻⁶ К ⁻¹	33	1.88	18.4	6.7	0.8	0.39	7.2

Поскольку результат интерференции в основном определяется оптической разностью хода, то изменение толщины слоя и показателя преломления должны влиять на результат интерференции [3]. Для оценки изменения результата интерференции, обусловленной этим явлением в данной работе были проведены

оценочные расчёты для двух видов оптических материалов при изменении температуры на 10 градусов. Полученные экспериментальные результаты приведены в табл. 2. Модельный расчёт проводился для длины волны 633 нм. Изменения оценивались относительно приведенных в таблице исходных данных.

Таблица 2

Изменение характеристик тонких плёнок, при изменении температуры

Материал	Температура, С°	Показатель (n)	Изменение показателя (Δn)	Толщина слоя, d, нм	Изменение толщины, Δd , нм
LiF	10	1,3900	$1,6 \cdot 10^{-4}$	227,698	$7,5 \cdot 10^{-2}$
Стекло К-8	10	1,5200	$2,9 \cdot 10^{-5}$	$0,5 \cdot 10^{-3}$	$3,67 \cdot 10^{-5}$

Приведенные в табл. 3 результаты показывают, что в данном случае, как для тонкой плёнки фторида лития, так и для стекла происходит существенное смещение максимума спектрального распределения, из чего следует необходимость учёта температурных искажений.

Таблица 3

Смещение максимума спектрального распределения

Материал	λ_0 , нм	Изменение положения максимума относительно λ_0 , нм	λ смещенная, нм
LiF	633	0,14	633,14
Стекло К-8	633	1,67	644,67

Поскольку для оптических материалов изменения температурного коэффициента показателя преломления могут иметь разные знаки, то это указывает на возможность частичной или полной компенсации изменения линейного расширения изменением показателя преломления. Эта возможность может быть реализована выбором материала и температурного диапазона.

На основании полученных результатов следует вывод, что оптическая длина пути зависит от температуры, и смещение максимума спектрального пропускания соизмеримо с шириной полосы пропускания интерференционных фильтров. Следовательно, влияние температурных искажений существенно при использовании узких спектральных интервалов. Предложено, для снижения подобных искажений использовать материалы, температурные изменения линейных характеристик которых компенсируют изменения показателя преломления пленки. В любом случае для обеспечения достоверной информации о спектральных характеристиках оптических элементов следует учитывать возмож-

ные температурные искажения спектральной полосы пропускания или стабилизировать температуру при оценке характеристик интерференционных покрытий

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология тонких пленок. Справочник / Под ред. Л. Майссела, Р. Глэнга. – Т. 1. – М. : Сов. радио, 1977. – 662 с.
2. Магунов А. Н. Лазерная термометрия твердых тел. – М. : Физматлит, 2001. – 224 с.
3. Котликов Е. Н., Андреев В. М., Новикова Ю. А. Определение оптических констант пленок на подложках из кремния // Научная сессия ГУАП : Сб. докл. – СПб. : ГУАП, 2013. – С. 167–170.

© И. Н. Шарыпова, Г. В. Симонова, 2018

ПРИМЕНЕНИЕ АНТИОТРАЖАЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ НА ПЛЕНКАХ ХРОМА ДЛЯ ПРЯМОЙ ЛАЗЕРНОЙ ЗАПИСИ УГЛОВЫХ ШКАЛ НА ФОТОРЕЗИСТЕ

Никита Андреевич Гурин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (923)129-87-48, e-mail: gna200694@yandex.ru

Роман Сергеевич Алтухов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (923)115-18-94, e-mail: 55_roman@mail.ru

Работа посвящена экспериментальному исследованию записи амплитудных фотошаблонов и угловых шкал по антиотражающему покрытию на пленках оксида хрома с применением фоторезиста на круговых лазерных записывающих системах (КЛЗС).

Ключевые слова: лазерная запись по фоторезисту, амплитудные фотошаблоны, угловые шкалы, круговая лазерная записывающая система, низкоотражающее покрытие, пленка хрома.

APPLICATION OF ANTIREFLECTIVE COATING ON CHROME FILMS FOR DIRECT LASER RECORDING OF ANGULAR SCALE ON PHOTORESIS

Nikita A. Gurin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (923)129-87-48, e-mail: gna200694@yandex.ru

Roman S. Altukhov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (923)115-18-94, e-mail: 55_roman@mail.ru

The work is devoted to experimental investigation of the recording of amplitude photomasks and angular scales on the antireflection coating on chromium films with the use of photoresist on circular laser recording systems (CLS).

Key words: photoresist laser recording, amplitude photomasks, angular scales, circular laser recording system, low-reflection coating, chromium film.

Введение

В современном приборостроении в значительной мере возрастает использование уникальных технологий и методик изготовления различных материалов. Таковой является технология получения пленок «черного» хрома (оксида хрома), применяемые в качестве поглощающих в оптических и оптоэлектронных системах космического приборостроения.

Аналогичные материалы (гальванический черный хром, керметы, лаки, эмали) значительно уступают по физико-механическим параметрам, что делает их менее эффективными при экстремальных условиях эксплуатации.

Работа посвящена экспериментальному исследованию лазерной записи амплитудных фотошаблонов и угловых шкал по фоторезисту, нанесенному на пленкахоксида хрома, с применением круговой лазерной записывающей системы (КЛЗС). Экспериментальная часть исследования проводилась на КЛЗС, разработанной совместно ИАиЭ СО РАН и КТИ НП СО РАН для АО «Новосибирский приборостроительный завод» (г. Новосибирск), а также на установке электронно-лучевого напыления «Ortus-700» компании ООО «Изовак» (г. Минск) со встраиваемым спектрофотометром «InvisioS» (рис. 1).



а)



б)



в)

Рис. 1. Фотографии экспериментального оборудования:

а) круговая лазерная записывающая система; б) установка электронно-лучевого напыления «Ortus-700»; в) спектрофотометром «InvisioS»

Данная система позволяет наблюдать изменение кривой спектра отражения или пропускания испаряемого покрытия на свидетеле непосредственно при процессе испарения, отображать на интерфейсе измеренный спектр и сохраненные спектры отражения и пропускания, а также осуществлять послойную корректировку покрытия.

Цели и задачи

Задача данной работы является получение высокоэффективного фотошаблона угловой шкалы на основе пленки оксида хрома, имеющее достаточную однородность, механическую прочность и низкий коэффициент остаточного отражения, как со стороны хромового покрытия, так и со стороны стеклянной поверхности (рис. 2).

Нанесение хромового покрытие выполнялось при остаточном давлении в камере $3,5 \cdot 10^{-3}$ мм. рт. ст. Покрытие представляет собой трёхслойную систему слоев хрома, наносимого при различных режимах на заготовку $\varnothing 106$ мм из стекла марки К8 с показателем преломления 1,52.

1. Первый слой хрома наносится в среде кислорода толщиной 80-85нм.
2. Второй слой в среде аргона толщиной 30-35нм.
3. Третий слой снова в среде кислорода толщиной 50-55нм.

Контроль толщин слоев в процессе нанесения покрытия осуществляется по пропусканию при помощи фотометрического контроля, работающего в видимой области спектра.



Рис. 2. Фотография нанесенного «черного» хрома на стеклянную подложку $\varnothing 106$ мм

Покрытие было измерено на спектрофотометре Lambda 35 в видимой области спектра 300–800 нм.

На рис. 3 представлена спектральная кривая коэффициента отражения со стороны покрытия.

Со стороны покрытия коэффициент остаточного отражения равен 0,6 % для 620 нм.

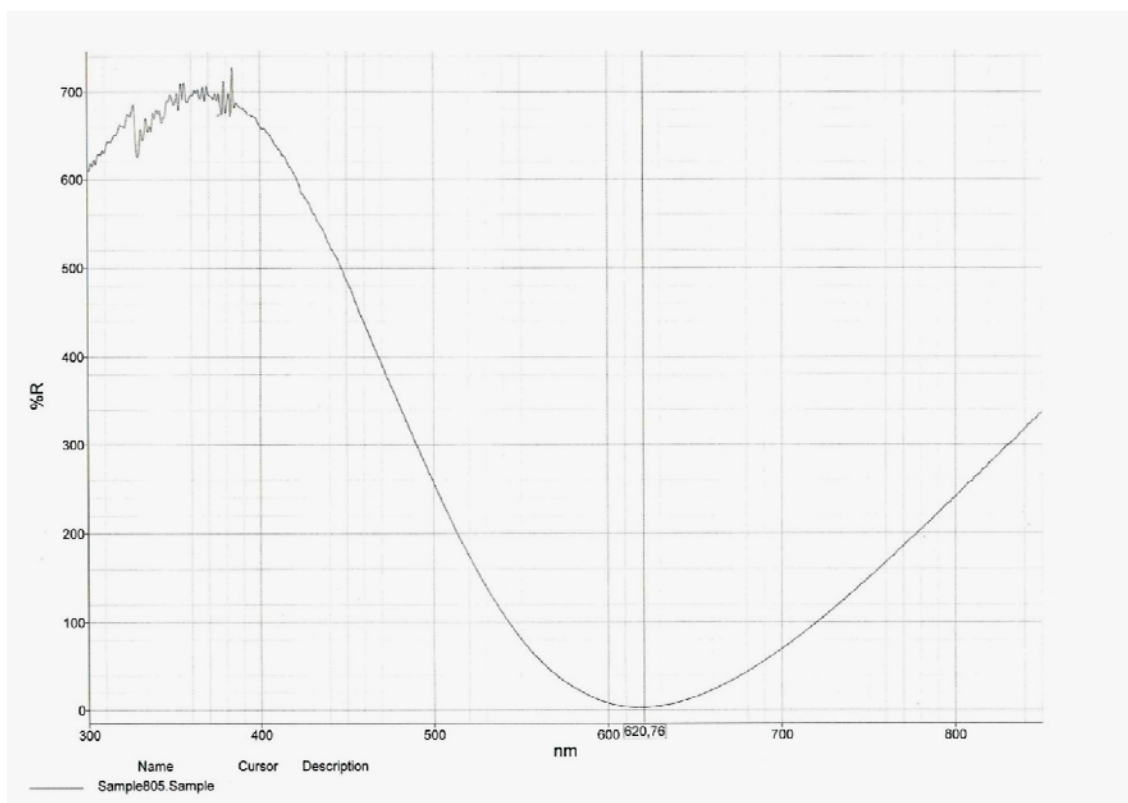


Рис. 3. Спектральная кривая со стороны хромого покрытия.

Особенности записи на КЛЗС

Простой перенос технологии лазерной записи фотошаблонов на фоторезисте с помощью КЛЗС, в которой экспонирование осуществляется сфокусированным пучком при очень высоких скоростях сканирования (основная площадь элемента экспонируется при скоростях 1-10 м/с). При классической записи в силу относительной прозрачности фоторезиста для этого пучка большая доля энергии пучка поглощается пленкой хрома под фоторезистом, что приводит к ее нагреву, снижающему чувствительность фоторезиста к экспонированию. В результате вблизи интерфейса хром-фоторезист пленка может оказаться недостаточно экспонированной, но при использовании черного хрома такой эффект минимизируется.

Была записана тестовая угловая шкала, где белый штрих 12 мкм, а черный 20 мкм (рис. 4).

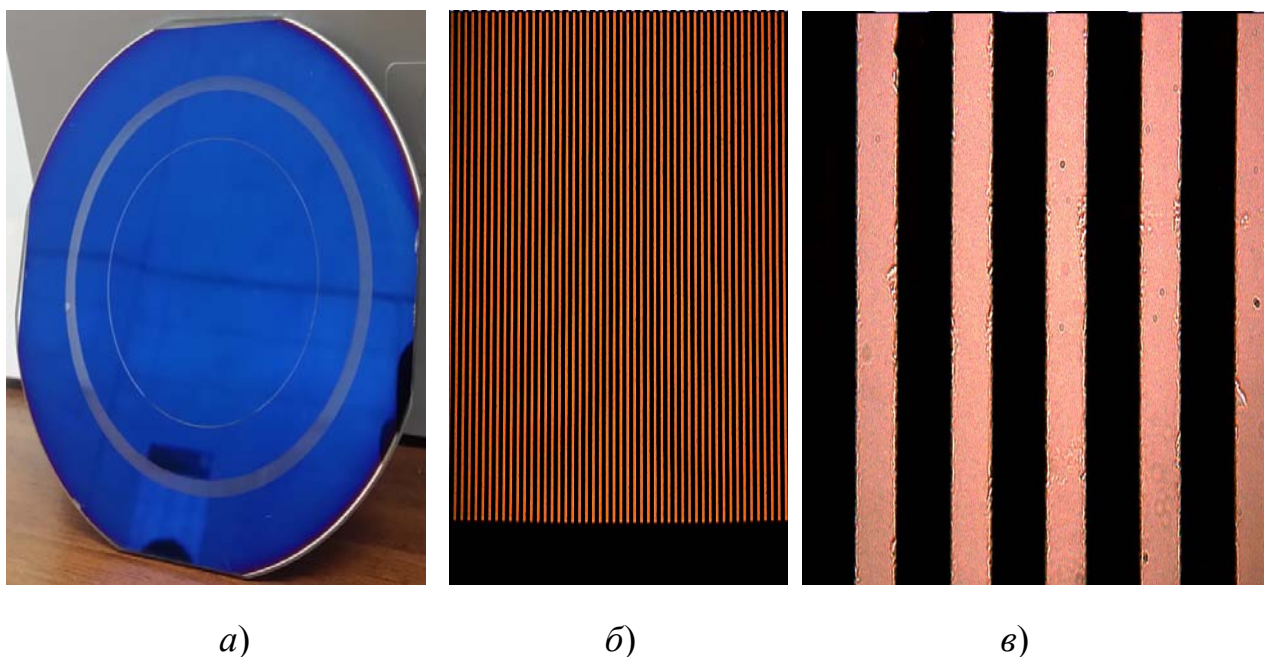


Рис. 4. Фотографии записанного фотошаблона тестовой угловой шкалы на черном хроме при помощи КЛЗС:

а) фотошаблон тестовой угловой шкалы; б) увеличение $\times 10$; в) увеличение $\times 100$

Заключение

Обсуждены результаты экспериментального исследования записи амплитудных фотошаблонов и угловых шкал по фоторезисту, нанесенному на пленках хрома с антиотражающим покрытием, с применением круговой лазерной записывающей системы (КЛЗС). Составлен план работы по использованию «черного» хрома для создания дифракционных оптических элементов, а именно:

- уменьшение стоячих волн в пространстве подложка-фоторезист при записи на 405 нм.
- уменьшение стоячих волн в пространстве подложка-фоторезист при записи экспонировании фотошаблона.
- использование оксида хрома для контроля асферической оптики
- оптимизация коэффициента остаточного отражения в видимой области спектра
- поиск центра на системе фоторезист/окись/металл/подложка
- подбор проявителя и селективного травителя
- определение параметров записи: нанесение фоторезиста, сушка фоторезиста, диаметр записывающего пучка, а так же мощность пучка и ее зависимость от радиуса записи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Poleshchuk A. G., Churin E. G., Koronkevich V. P., et al. Polar coordinate laser pattern generator for fabrication of diffractive optical elements with arbitrary structure // *Applied Optics*. – 1999. – v. 38. – N 8. – pp.1295–1301.
2. У. Моро/Микролитография, Ч. 2: Пер. с англ. – М. : Мир, 1990. – 632 с., ил.
3. A. V. Kiryanov, V. M. Vedernikov, V. P. Kiryanov, S. A. Kokarev, V. G. Nikitin, Forming high-precision angular measuring structures by the laser pattern generators with circular scanning // *MEASUREMENT SCIENCE REVIEW*, Volume 6, Section 3, No. 1, 2006, 10-13.
4. Корольков В. П., Малышев А. И., Никитин В. Г., Полещук А. Г., Харисов А. А., Черкашин В. В., ВУ Ч. Изготовление высокоэффективных доз с помощью полутонных фотошаблонов на основе LDW-стекол // *Компьютерная оптика*, № 18, 1998. – С. 121–126.
5. Родионова Н. А., Шмидко И. Н., Родионов Е. В. Оптические характеристики пленок оксида хрома, полученных по МОС технологии // *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2015. – С. 40–44.

© Н. А. Гурин, Р. С. Алтухов, 2018

МАРКЕТИНГОВАЯ СТРАТЕГИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Михаил Александрович Мамонов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (923)733-19-94, e-mail: sonicxru@yandex.ru

Аэлита Владимировна Шабурова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор экономических наук, доцент, директор Института оптики и оптических технологий, тел. (383)344-40-58, e-mail: aelita_shaburova@mail.ru

В данной работе рассмотрены основные факторы, влияющие на маркетинговую стратегию, которая обеспечивает повышение конкурентоспособности предприятия на рынке. Выделены основные подходы формирования маркетинговой стратегии. Приведены некоторые из определений маркетинговой стратегии и конкуренции. Продемонстрировано влияние конкуренции на маркетинговую стратегию. Описана роль стратегических окон, как одного из наилучших подходов стратегического маркетинга. Выделены шесть частей конкурентной стратегии. Сделан вывод о возможности построения эффективной маркетинговой стратегии.

Ключевые слова: маркетинг, конкуренция, маркетинговая стратегия, технологии и продукты, стратегические окна, рыночные факторы, конкурентная стратегия, характер конкуренции.

MARKETING STRATEGY AS A TOOL OF INCREASING COMPETITIVENESS OF THE ENTERPRISE

Mikhail A. Mamonov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (923)733-19-94, e-mail: sonicxru@yandex.ru

Aelita V. Shaburova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, D. Sc., Associate Professor, Director, Institute of Optics and Optical Technologies, phone: (383)344-40-58, e-mail: aelita_shaburova@mail.ru

In this paper, the main factors affecting the marketing strategy, which increases enterprise competitiveness in the market, were considered. The main approaches to form marketing strategy were distinguished. Some definitions of the marketing strategy and competitiveness were given. The influence of competitiveness to marketing strategy was demonstrated. The crucial role of strategic windows as the one of the best marketing strategy approaches was described. Six parts of competitive strategy were distinguished. A conclusion is made about the possibility of constructing an effective marketing strategy.

Key words: marketing, competition, marketing strategy, technology and products, strategic windows, market factors, competitive strategy, the nature of competition.

В наше время стратегическому управлению уделяется большое внимание, так как быстрое изменение внешней среды заставляет предпринимателей прибегать к новым методам, системам и подходам управления. Поэтому тема остается актуальной по сей день.

Стратегия представляет собой план, который объединяет основные цели организации, политику, решения и последовательность действий в единое целое. Стратегия может применяться на всех уровнях организации и относится к любой из функциональных областей управления. Так могут быть представлены производственные, финансовые, маркетинговые, кадровые и корпоративные стратегии.

При рассмотрении маркетинговых стратегий, можно выделить ценообразование, продукт, продвижение, распределение, маркетинговые исследования, продажи, реклама, мерчендайзинг и другие направления разработки стратегий [3, 6]. Стратегия в большей степени нацелена на эффективность, чем на результативность и является процессом анализа окружающей среды и разработки соответствия между организацией, ее ресурсами и задачами, и средой [4].

Стратегический процесс относится к тому, как формулируется стратегия.

Существует несколько подходов:

- во-первых, рациональный подход, осуществляемый через SWOT-анализ и портфельные модели анализа стратегии;
- во-вторых, гибкий подход, в котором используется многосценарное планирование;
- творческий подход отражает использование воображения в процессе планирования;
- поведенческий подход отражает влияние власти, политики и личностей;
- инкрементальный подход основан на небольших корректировках или изменениях в ранее успешных стратегиях [12].

При реализации второго подхода все внимание сосредоточено на стратегическом маркетинге. Стратегический маркетинг, как полезная область изучения, возникло в 1970-х годах и основывалось на стратегическом управлении, которое предшествовало ему. Маркетинговая стратегия подчеркивает роль маркетинга как связующего звена между организацией и ее клиентами [13]. Одним из определений маркетинга – это удовлетворение желаний и потребностей клиента, а также содействия достижению целей организации. Обращая внимание на желания и потребности клиентов, организации с большей вероятностью достигают своих целей на рынке [10].

Antil, J.H. определяет маркетинг как конкурентное позиционирование продуктов и услуг в сознании клиентов. Кроме того, это – связь сообщений и изображений (отражающих позиционирование продуктов и услуг) и средств, которые используются для передачи этих сообщений и изображений до потребителя [1].

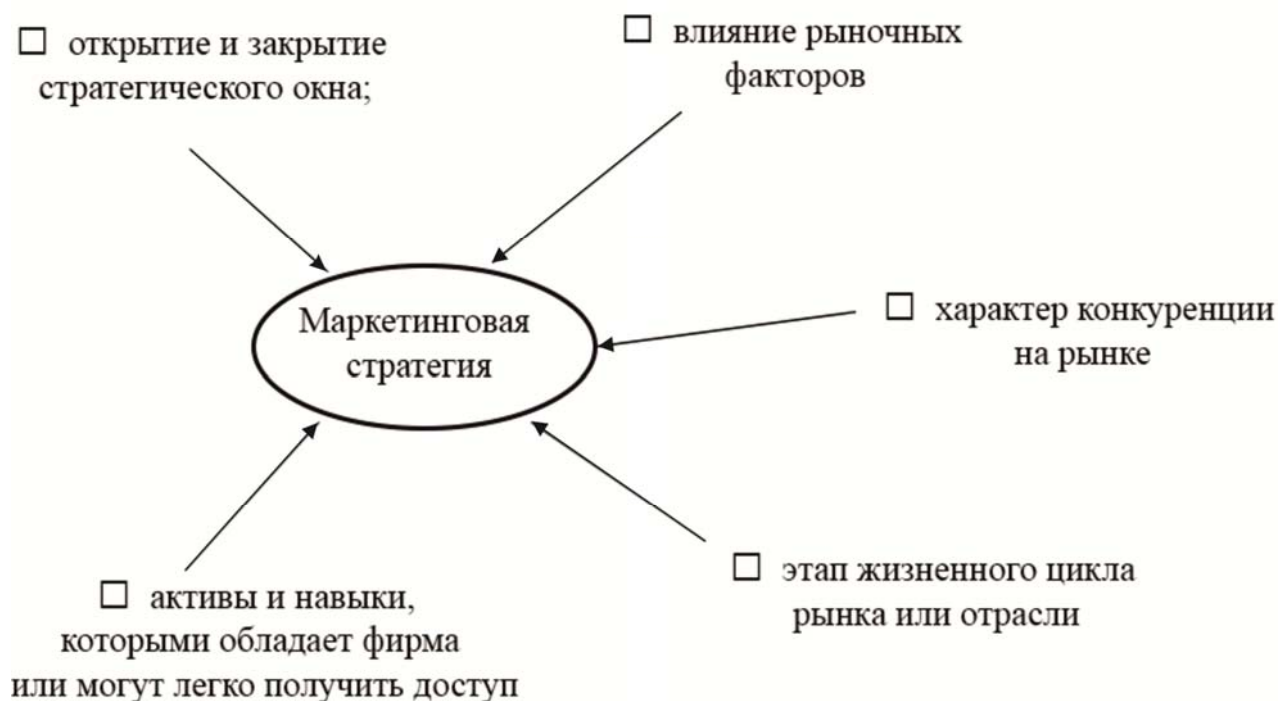
Также маркетинг – это управление отношениями. Чтобы убедить конечных потребителей продукта покупать, другие заинтересованные в продукте,

должны быть убеждены в том, что предложение удовлетворит желания и потребности потребителей. Цепь убеждения также может простираться и в обратном направлении, привлекая самих сотрудников компании. Это – область, в которой внутренний маркетинг в последние годы выходит на первый план. Важное значение имеет также налаживание отношений с другими организациями. В 21-м веке прослеживается развитие стратегических альянсов и сетей, в которых фирмы работают вместе в одном направлении для достижения общих целей и сотрудничают в своей деятельности [5, 10]. Эффективное управление такими отношениями в определенной степени является ключом к успеху или неудаче.

Конечно, организации должны конкурировать друг с другом и поэтому также должны удовлетворять желания и потребности клиентов, по крайней мере, так же, как и их конкуренты. Конкуренция включает в себя поиск способа, чтобы удовлетворить клиентов из других организаций на рынке. Поэтому продукты и услуги должны рассматриваться не просто в качестве физических объектов, а в качестве преимуществ, предлагаемых покупателям, которые они, в свою очередь, приобретают [11, 16].

Конкуренция предполагает позиционирование продуктов и услуг в сознании клиентов таким образом, что продукты и услуги воспринимаются как отличные от других [2].

Вышесказанное лежит в основе маркетинговой стратегии, которая должна учитывать факторы, изображенные на рисунке.



Факторы, влияющие на стратегию маркетинга

- открытие и закрытие стратегических окон;
- влияние рыночных факторов;
- характер конкуренции на рынке;
- этап жизненного цикла рынка или отрасли;
- активы и навыки, которыми обладает фирма или может легко приобрести/получить доступ [1].

Признание всех этих пяти факторов важно, если необходимо разработать эффективные долгосрочные маркетинговые стратегии, которые приведут к созданию устойчивой стратегии конкурентного преимущества в отраслях или на товарных рынках.

Одним из главных значимых факторов, которые на сегодняшний день влияют на маркетинговую стратегию, является конкуренция. Конкуренция важна для того, чтобы влиять на успешность бизнеса предприятия. Это не просто вопрос создания хорошего продукта или услуги, который соответствует потребностям и желаниям клиентов и обеспечивает удовлетворенность клиентов [13]. Так или иначе, большинство фирм могут это сделать, но некоторые из них намного успешнее на рынке, чем другие. Фирма должна иметь возможность позитивно позиционировать себя в умах своих клиентов, чтобы ее продукты и услуги были очень выгодны в важных отношениях в отношениях с конкурентами. Shell и Esso, например, продают в основном одни и те же топливные масла, но при этом способны позиционировать себя в сознании своих клиентов так, что они оба могут успешно работать на рынке. Характер и сила конкурентов и то, как фирма борется за позицию на рынке, – ключевые аспекты маркетинга и бизнес-стратегии [14].

Технологии и продукты имеют жизненные циклы, а также рынки и отрасли. В жизненном цикле рынков и отраслей существуют разные этапы, и они имеют важные последствия для маркетинговой стратегии. Более того, принимая во внимание количество и силу конкурентов, которые работают на рынке или в отрасли в любой момент жизненного цикла, он создает жесткую границу, в рамках которой фирма может разработать оптимальную маркетинговую стратегию [9] [7].

Некоторые фирмы могут быть идеально приспособлены к использованию определенных видов рыночных возможностей продукта, тогда как другие терпят неудачу в попытке использования этих же возможностей. В другой ситуации может случиться совсем наоборот и неудачу потерпят первые [3]. Нельзя предположить, что каждая фирма сможет использовать ту же ситуацию в свою пользу, даже если такая возможность представляется очень захватывающей и может многое обещать. Наличие необходимых навыков и активов или доступ к ним имеет решающее значение для реализации успешных маркетинговых стратегий. Без этих активов и навыков целая серия стратегий может потерпеть неудачу [15].

Один из наилучших подходов стратегического маркетинга заключается в стратегических окнах. Абелл (1978) представил концепцию стратегических

окон. Основная идея концепции стратегического окна заключается в том, что существуют только ограниченные периоды, в течение которых соответствие между ключевыми требованиями рынка и конкретными компетенциями фирмы, конкурирующей на этом рынке, является оптимальным. Как следствие, рекомендуется, чтобы инвестиции в линейку продуктов или рыночную площадь совпадали с периодами, в течение которых открывается стратегическое окно. Соответственно, отзыв денежных средств следует рассматривать, когда что-то, что соответствовало стратегическому окну, больше ему не соответствует. Последнее может возникнуть, например, если изменения рыночных требований превышают способность фирмы адаптироваться к таким изменениям [15, 10, 9].

Предложенный аргумент состоит в том, что, когда изменения на рынке и в маркетинговой среде приобретают поэтапный характер, фирмы могут успешно адаптироваться к новой ситуации, изменяя текущие маркетинговые и другие функциональные задачи [1]. Такие изменения могут быть внесены с помощью технологических инноваций, сменой вкусов клиентов, трансформациями в правовых нормах, экономических и финансовых ограничений или любых сдвигах в условиях окружающей среды. Характер конкуренции также может измениться, и, в частности, элементы, составляющие пять сил модели конкуренции Портера (1980). Могут появиться новые участники отрасли; замещающие продукты могут стать более привлекательными предложениями для клиентов; как поставщики, так и клиенты могут позиционировать свою рыночную власть как наиболее сильную; с развитием конкурентных преимуществ одной из фирм, баланс сил в конкуренции между действующими фирмами отрасли может измениться [8].

Однако, если кумулятивные изменения в экономической, технологической, социальной, политической и культурной среде остаются незамеченными менеджерами компании до тех пор, пока не будет слишком поздно реагировать, проблемы, которые они создают для фирмы, могут стать чрезвычайно трудными для преодоления (Large, 1992) [17]. Аналогичным образом, когда степень изменения рынка достигает такой величины, что способность фирмы продолжать эффективно конкурировать подвергается сомнению, фирма может столкнуться с закрытием важного стратегического окна [1]. Там, где изменения, которые в конечном итоге ведут к закрытию стратегического окна, являются либо очень быстрыми, либо очень медленными, последствия могут быть катастрофическими. В первом случае окно закрывается до того, как организация может среагировать, а во втором случае даже не заметно, что окно закрывается, до тех пор, пока не будет слишком поздно, чтобы это понять и среагировать [16].

Выход на новый рынок представляет собой пример того, где наличие стратегического окна имеет решающее значение для успеха [2]. Например, на рынке сушильных машин в 1970-х годах крупные производители откладывали выход до тех пор, пока рынок не был достаточно большим, чтобы обеспечить возврат прибыли от инвестиций, которые они требовали (Proctor, 1989). Расходы на установку, оборудование и маркетинг представляют собой еще одну область, в

которой стратегическое окно приобретает важное значение. Вопрос о том, следует ли увеличивать, сокращать или поддерживать расходы на текущем уровне, зависит от того, будет ли стратегическое окно оставаться открытым или закроется в ближайшем будущем [1, 9].

Важное значение имеет также время выхода из рынка. Бывают случаи, когда возможно и целесообразно разделить бизнес, который в одиночку не может выгодно работать для получения прибыли от продаж. Например, можно реинвестировать выручку от проданного бизнеса в другие возможности, где стратегическое окно открыто. В таких условиях стратегические окна взаимозависимы. Например, Cunard успешно перешел от, главным образом, перевозок пассажиров к контейнеризации - стратегические окна частично совпадают. Ключ, похоже, ориентирован на рынок, а не на продукт, ориентированный на определение бизнеса, в котором он работает [7, 13].

Важно рассмотреть не только, где сейчас находится фирма, но и то, насколько хорошо она оборудована для борьбы с завтрашним днем. В частности, задача прогнозирования не наращиваемых изменений на рынке имеет решающее значение. Существующие фирмы и их конкуренты иногда могут быть заменены в сравнительно короткий промежуток времени целым рядом конкурентов. Примеры этого явления включают такие продукты, как цифровые часы, женские колготки, калькуляторы, чартерные авиаперелеты, ксероксы и научные приборы.

Фирмы, которые не обращают внимания на открытие и закрытие стратегических окон или фирм, которые не могут использовать перекрывающиеся стратегические окна для наилучшего использования, или фирмы, которые не могут отказаться от закрытия окна, могут привести к катастрофе [9].

Конкурентная стратегия состоит из шести частей. Первые четыре применяются к любому типу бизнеса, тогда как другие два используются, когда в организации существует более одной бизнес-единицы. Он включает определение:

- рынок продуктов, на котором конкурирует бизнес. Объем бизнеса частично определяется тем, какие продукты он предлагает, рынками, которые он обслуживает, характером других предприятий, с которыми он решает конкурировать, и степенью своей вертикальной интеграции. На сферу бизнеса также влияют те самые элементы, которые он предпочитает избегать. Часто последнее является более важным, поскольку решение относительно того, что следует избегать, может сэкономить ресурсы, необходимые для успешной конкуренции в другом месте [6];

- уровень инвестиций. Хотя существуют варианты и уточнения, полезно увидеть варианты с точки зрения:

- а) инвестировать в рост;
- б) инвестировать только для поддержания существующей позиции;
- в) эксплуатировать бизнес, минимизируя инвестиции;
- г) вернуть как можно больше активов путем ликвидации или лишения бизнеса.

– стратегии функциональной области, необходимые для конкуренции на выбранном товарном рынке. Это:

- а) стратегия линейки продуктов;
- б) стратегия позиционирования;
- в) стратегия ценообразования;
- г) стратегия распределения;
- д) стратегия производства;
- е) стратегия в области информационных технологий;
- ж) стратегия сегментации;
- з) общая стратегия [17].

– стратегические активы или навыки, которые лежат в основе стратегии и обеспечивают устойчивое конкурентное преимущество [13]. Стратегическое умение – это то, что бизнес делает очень хорошо, например, производство или маркетинг, и который является стратегически важным для бизнеса. Стратегическим активом является такой ресурс, как бренд или установленная клиентская база, которая сильно отличается от конкурентов [12]. При разработке стратегии должны учитываться стоимость и возможность создания или поддержания активов, или навыков, которые обеспечат основу для устойчивого конкурентного преимущества [6];

– распределение ресурсов между бизнес-единицами. Финансовые ресурсы, создаваемые как внутри страны, так и за ее пределами, а также нефинансовые активы, такие как завод, оборудование и люди, должны распределяться. Решение о распределении является ключевым компонентом процесса разработки стратегии [4];

– поиск синергии в бизнесе – это создание ценности благодаря наличию бизнес-единиц, которые поддерживают и дополняют друг друга. Там, где фирма имеет множество предприятий, которые могут достичь синергетического эффекта, она будет иметь преимущество перед теми фирмами, которые игнорируют такие возможности в своих собственных организациях или которые терпят неудачу или не могут достичь какого-либо синергизма [6].

Таким образом, повышение конкурентоспособности предприятия возможно за счет построения более эффективной маркетинговой стратегии с использованием более полного учета и анализа факторов, связанных с функционированием и развитием рынка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Antil, J.H. (1988), 'New product or service adoption: when does it happen', *Journal of Consumer Marketing*, 9:5–16.
2. Arnold, J.E. (1962), 'Education for innovation', in S.J.Parnes and H.F.Harding (eds), *A Source Book for Creative Thinking*, New York: Scribner.
3. Assael, H. in *Consumer Behaviour and Marketing* (1987), Kent Publishing, p. 87, gives a more elaborate classification of purchasing decisions.
4. Azzolini, M. and Shillaber, J. (1993), 'Internal service quality: Winning from the inside out', *Quality Progress*, November: pp. 75–8.

5. Barksdale, H.C. and Harris, C.E. (1982), 'Portfolio analysis and the product life cycle', *Journal of Long Range Planning*, 15(6):35–64.
6. Barney, J.B. (1991), 'Firm resources and sustained competitive advantage', *Journal of Management*, 17(1):99–120.
7. Bass, F. (1969), 'A new product growth model for consumer durables', *Management Science*, 15, January, pp. 215–27.
8. Bateson, J.E.G. (1995), *Marketing Services: Marketing Text and Readings*, Orlando, Florida: The Dryden Press, pp. 149–51, 262, 274–6.
9. Bennis, W. and Nanus, B. (1985), *Leaders: The Strategies for Taking Charge*, New York: Harper & Row.
10. Clifford, D.K. and Cavanagh, R.E. (1985), *The Winning Performance: How America's high growth midsize companies succeed*, London: Sidgwick and Jackson.
11. Coch, L. and French, J.R.P. (1948), 'Overcoming resistance to change', *Human Relations*, pp. 512–32.
12. Cronin, J.J. and Taylor, S.A. (1992), 'Measuring service quality: a re-examination and extension', *Journal of Marketing*, 56:55–68.
13. Dorj'man R. and Sterner P. O. Optimal Advertising and Optimal Quality//*American Economic Review*, December, 1954, pp. 826-833.
14. Porter M. E. *Competitive Strategy*, New York, The Free Press. Ross. 1980.
15. Patrice Muller, Shaan Devnani, Jenna Julius, Dimitri Gagliardi and Chiara Marzocchi, *ANNUAL REPORT ON EUROPEAN SMEs 2015/2016 CARSA PwC Luxembourg London Economics Innova The University of Manchester, Manchester Institute of Innovation Research DIW Berlin DIW Econ*
16. Ross E. B. Making Money with Proactive Pricing // *Harvard Business Review*, 62, November-December, 1984, pp. 145-155.
17. Traylor M. B. Cannibalism in Multibrand Firms // *The journal of Consumer Marketing*, 1986, 3(2): 69-75.
18. *The Annual Economic Report 2015 Abu Dhabi - Headquarters P.O. Box 901 Abdu Dhabi, UAE Planning and Decision Support Department*
19. *Wall Street journal. Manufacturer's Boon; Few Consumers Redeem Rebates*, 11 February. 1998.

© М. А. Мамонов, А. В. Шабурова, 2018

АНАЛИЗ ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ С ДИСКРЕТНОЙ СМЕНОЙ УВЕЛИЧЕНИЯ

Дмитрий Андреевич Радостев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (983)130-90-89, e-mail: dimkaradostev@gmail.com

Татьяна Николаевна Хацевич

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, профессор кафедры фотоники и приборостроения, тел. (383)343-29-29, e-mail: khatsevich@rambler.ru

Представлен обзор оптических приборов с дискретной сменой увеличения. Приведена сравнительная характеристика современных прицелов Российского производства и зарубежных аналогов. Быстрый переход между режимами наблюдения с узким и широким полями зрения является основным преимуществом оптических приборов с данной сменой увеличения.

Ключевые слова: оптические приборы с переменными характеристиками, оптические системы, прицел, дискретная смена увеличения.

ANALYSIS OF OPTICAL DEVICES WITH DISCRETE CHANGE OF MAGNIFICATION

Dmitry A. Radostev

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (983)130-90-89, e-mail: dimkaradostev@gmail.com

Tatyana N. Khatsevich

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Professor, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (383)343-29-29, e-mail: khatsevich@rambler.ru

The review of optical devices with a discrete change of magnification is presented. The comparative characteristic of modern sights of the Russian manufacture and foreign analogues is resulted. A quick transition between observation modes with a narrow and wide field of view is the main advantage of optical instruments with this change in magnification.

Key words: variable characteristics, optical systems, sight, discrete change of magnification.

Введение, актуальность

Оптические приборы с переменными характеристиками приобретают всё большую популярность среди потребителей. В оптических приборах смена увеличения может обеспечиваться двумя способами: дискретным и плавным [1]. Дискретная смена увеличения в военных наблюдательных, визирных и прицельных оптических приборах позволяет пользователю быстрее реагировать на изменения обстановки, осуществляя переход от наблюдения в широком

поле зрения к наблюдению в узком поле зрения при большем увеличении. Кроме того, оптические приборы, в частности прицелы, с дискретной сменой увеличения на сегодняшний день имеют меньшую массу и габариты, по сравнению с приборами с панкратической сменой увеличения [2]. Вышесказанное определяет актуальность разработки новых оптических приборов наблюдения, визирования и прицеливания, обеспечивающих быстрый переход между наблюдением в широком и узком полях зрения, обладающих высокими техническими и потребительскими показателями.

Основой оптического прибора наблюдения, визирования и прицеливания с дискретной сменой увеличения является оптическая схема: именно она определяет, каким способом осуществляется смена увеличения и поля зрения в приборе, каковы габаритные размеры и масса прибора, каким образом обеспечивается точная установка линии визирования, ввод углов прицеливания, поправок, выверки и т.п.

Предметом исследования являются оптические системы приборов наблюдения, визирования и прицеливания, обеспечивающие дискретную смену оптических характеристик.

Целью исследования является анализ схемных решений, реализованных в оптических приборах со сменой увеличения, и выбор на его основе такого решения, которое может быть положено в основу разработки нового малогабаритного оптического прицела со сменой увеличения, производство которого обеспечивало бы конкурентные преимущества производителю.

В исследовании использованы общие методы научного исследования: классификация, сравнение, анализ.

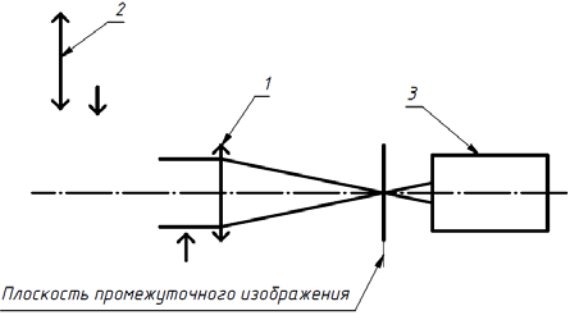
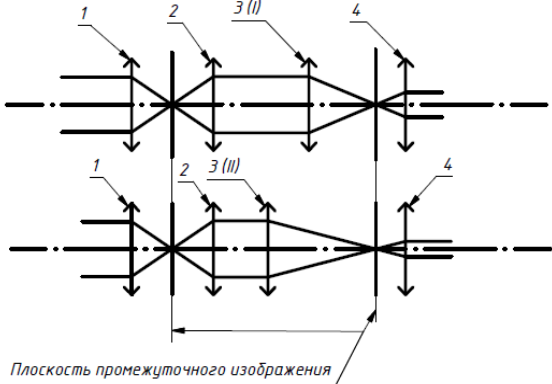
Классификация

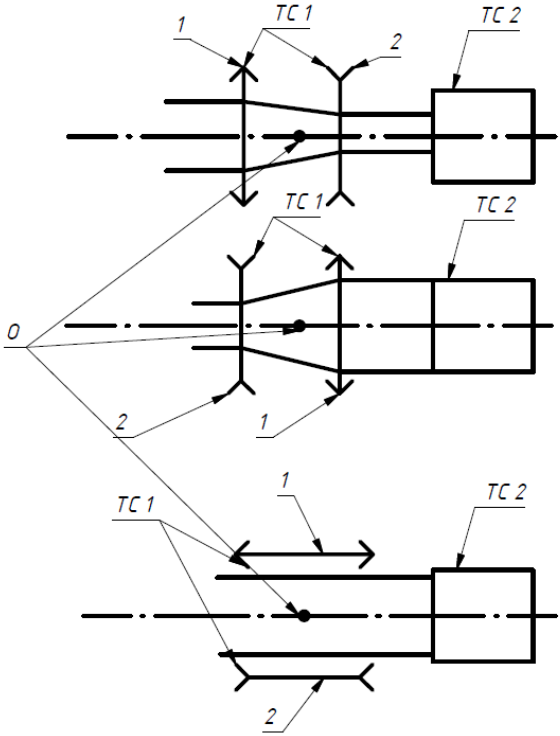
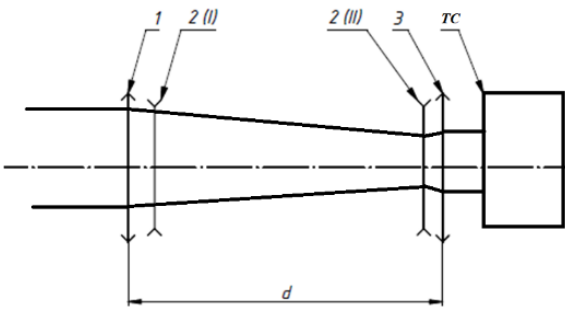
Оптические системы военных оптических приборов наблюдения, визирования и прицеливания относятся к телескопическим системам. Большинство телескопических систем со сменой увеличения обеспечивают последовательное представление наблюдателю пространства объектов с изменяемыми (сменными) увеличениями и полями. Основанием для классификации (типологии) телескопических систем со сменными характеристиками является такой существенный признак, как способ изменения в процессе эксплуатации прибора оптической схемы и (или) ее элементов, приводящий к изменению видимого увеличения при сохранении телескопичности (афокальности). Классификация телескопических систем по указанному признаку представлена в табл. 1.

Телескопические системы с применением сменных объективов или окуляров (п.1 табл. 1) в большей степени используются в стационарных приборах или приборах, устанавливаемых на подвижных основаниях. В малогабаритных приборах для изменения увеличения пригоден способ ввода или вывода части объектива внутри прибора (п.1.1 в табл. 1), позволяющий обеспечить меньшие габаритные размеры и постоянство длины прибора при смене увеличения.

Таблица 1

Классификация телескопических систем
с последовательным представлением наблюдателю пространства
предметов со сменными характеристиками

Способ смены увеличения	Описание способа	Пример схемного решения
1. Изменение фокусного расстояния объектива или окуляра	Производятся следующие изменения в оптической системе: 1.1 - вывод одного объектива из хода лучей и ввод в ход лучей другого объектива (или его части); 1.2 - вывод из хода лучей одного окуляра и ввод в ход лучей другого окуляра	 1,2 – сменные объективы; 3 – другие элементы оптической системы; Схема представлена по п. 1.1
2. Изменение увеличения оборачивающей системы	Производятся следующие изменения в оптической системе: 2.1 - вывод из хода лучей одной оборачивающей системы (ее компонента) и ввод другой оборачивающей системы (ее компонента); 2.2 - перемещение компонентов оборачивающей системы вдоль оптической оси; 2.3 - введение в оборачивающую систему дополнительных компонентов; 2.4 - поворот оборачивающей системы на 180°	 1 – объектив; 2,3 – элементы оборачивающей системы; 4 – окуляр; Схема представлена по п.2.1

Способ смены увеличения	Описание способа	Пример схемного решения
3. Использование телескопической системы галилеевского типа и изменение ее увеличения	Производятся следующие изменения в оптической системе: 3.1 - перед объективом дополнительно устанавливается насадка в виде телескопической системы галилеевского типа. Количество насадок может быть несколько; 3.2 - телескопическая система галилеевского типа интегрирована в оптическую систему прибора и имеет возможность поворота на 180° и (или) вывода из хода лучей. Количество телескопических систем галилеевского типа может быть несколько; 3.3 - перемещение внутреннего компонента галилеевской системы вдоль оптической оси [3]	 1, 2 – компоненты системы Галилея; О – ось разворота; ТС1 – телескопическая система 1; ТС2 - телескопическая система 2; Схема представлена по п.3.2  Схема представлена по п. 3.3 с ходом лучей в положении компонента 2 (II). ТС – телескопическая система

Изменение линейного увеличения оборачивающей системы любым из способов (п. 2.1 - 2.4) является эффективным и часто используемым способом дискретной смены увеличения в малогабаритных приборах.

Смена увеличения, осуществляемая перемещением внутреннего компонента галилеевской системы вдоль оптической оси (п.3.3), позволяет заменить поворот галилеевской системы на линейное перемещение с целью уменьшения габаритных размеров. В табл.1 на схеме по п.3.3 представлены следующие компоненты: 1, 3 – неподвижные положительные компоненты; 2 (I), 2 (II) – положение подвижного отрицательного компонента для наибольшего и наименьшего увеличения; d - расстояние между неподвижными компонентами 1 и 3.

Специальным требованием при разработке визирных и прицельных оптических приборов является неизменность положения визирной линии прибора при смене увеличения. Как известно, визирная линия представляет собой спроецированную в пространстве предметов линию, соединяющую вершину визирного (прицельного) знака и заднюю узловую точку объектива.

Если в процессе смены увеличения происходит изменение эквивалентного фокусного расстояния части оптической системы, расположенной перед сеткой с нанесенным на ней визирным (прицельным) знаком, то неизменность визирной линии будет иметь место лишь для случая, когда вершина визирного (прицельного) знака находится на оптической оси и децентрировки при установке подвижных компонентов отсутствуют. В противном случае требуется применение в конструкции оптико-кинематических способов компенсации увода визирной линии [3].

Если смена увеличения осуществляется компонентами схемы, расположенными по ходу лучей после сетки с визирным знаком, то увод визирной линии при смене увеличения не возникает.

Обеспечение вышеназванных специальных требований по стабильности положения визирной линии накладывает свои ограничения и на оптическую систему, и на конструкцию изделия.

Так же в отдельную классификацию можно вынести приборы с одновременным представлением разных полей зрения. Оптическая система таких приборов имеет два канала с разными полями зрения, одновременно представляемые наблюдателю, что исключает процедуру переключения и потерю объекта из поля зрения.

Прицелы данного типа позволяют вести наблюдение за объектами одновременно двумя увеличениями, осматривать большое поле зрения вокруг объекта и более детально рассматривать выбранную цель. Пример поля зрения прицелов данной схемы представлен на рис. 1 [4].

Большая область наблюдается с широким полем зрения, в то же время центральная область прицельного знака расположена внизу с большим увеличением для детального рассмотрения объекта. Данный вид телескопических систем не так распространён, как классические приборы со сменой увеличения, из-за своей сложности при проектировании и дороговизны изделия.

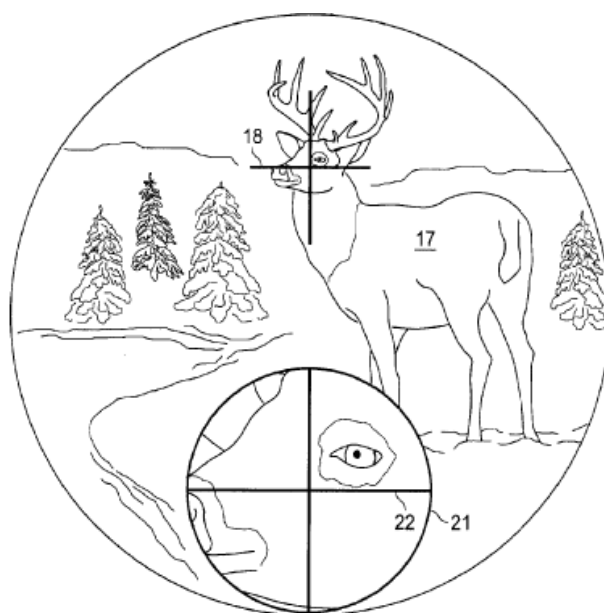


Рис. 1. Вид поля зрения прицела
с одновременным малым и большим полем зрения

Сравнительный анализ приборов

На сегодняшний день на рынке представлены наиболее распространенные прицелы с дискретной сменой увеличения [5]: Specter DR DualRole 1-4x Combat Sight, Specter DR Dual Role 1.5-6x Combat Sight, Specter TR 1-3-9 Weapon Sight фирма производитель Elkan [6]; 1:4x32 QR-TS 35mm PITBULL COMPACT SCOPE фирма производитель Valdada [7], прицел сменного увеличения ПСУ [8], ПО1/4, ПО1,5/6 [9] производитель АО «НПЗ» [10].

Сравнительные технические характеристики данных приборов представлены в табл. 2.

Многообразие различных методов смен увеличения позволяет проектировать приборы с различными характеристиками. Сравнительный анализ приборов с дискретной сменой увеличения позволил выявить наиболее распространённые методы смены увеличения. Оптические схемы, спроектированные по п.2.3 имеют меньшую массу и схожие параметры, в отличии от приборов п. 1.1.

Смена увеличения и принцип работы оптических прицелов данных представителей схожие, в отличие от прицела Specter DR Dual Role 1-4x Combat Sight. Ввод углов прицеливания в приборе осуществляется путём внешней выверки. В корпусе конструктивно предусмотрена подвижка прибора по вертикали и горизонтали, с помощью внешних механических подвижек.

Схематическое представление конструкции прибора и оптической системы данного прибора представлен на рис. 2.

Таблица 2

**Сравнительные характеристики оптических прицелов
с дискретной сменой увеличения**

Наименование прицела	Γ , крат	2ω , градус	D_p , мм	D'_p , мм	S'_p , мм	L , мм	m , г	Диапазон выверки, т. д.	В соот- ветствии с табл. 1
Specter DR Dual Role 1-4x Combat Sight	1/4	24/6	32	8	70	184	640	± 17	1.1
Specter DR Dual Role 1.5-6x Combat Sight	1,5/6	16/4	42	7	70	184	700	± 17	1.1
Specter TR 1-3-9 WeaponSight	1/3/9	16/ 6/2	30/ 30/12	11,7/ 10/3,3	74/ 70/78	265	850	$\pm 25/8/\pm 17$	3.2
1:4x32 QR-TS 35mm PITBULL COMPACT SCOPE	1/4	25,6/ 7,2	32	32/8	89	184	652	19	3.3
ПСУ	1/4	20/6,5	32	8	70	189	700	± 10	3.3
ПО 1/4	1/4	24/6	32	10/7	73,5	175	540	± 10	2.3
ПО 1,5/6	1,5/6	16/4	42	10/7	73	192	650	± 10	2.3

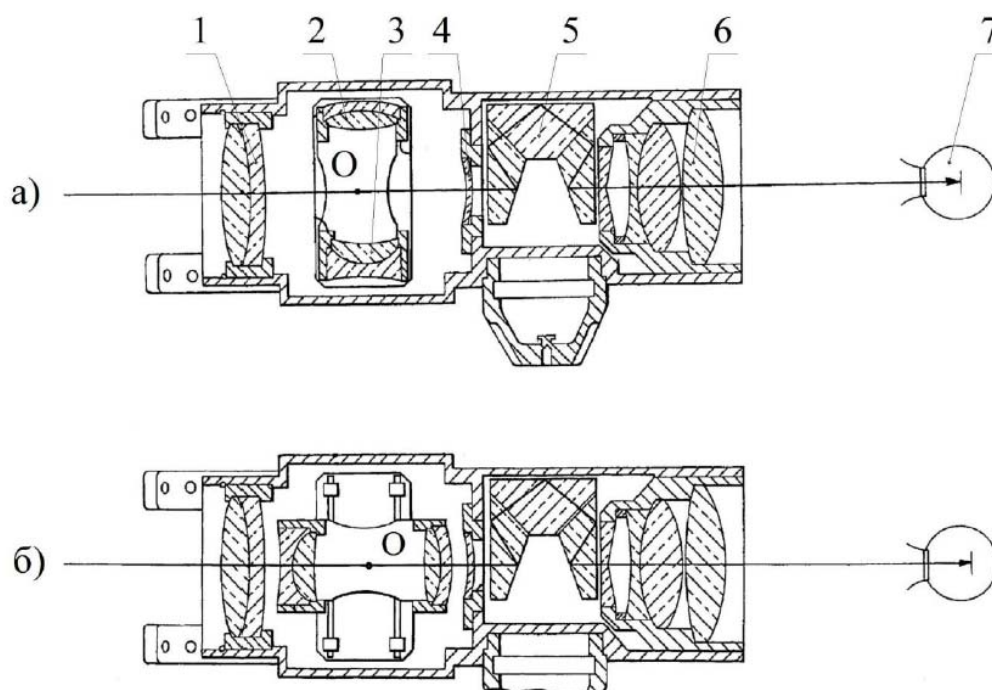


**Рис. 2. Схематическое представление конструкции прибора
и оптической системы:**

а) увеличение 1 крат; б) увеличение 4 крат; 1, 4 — неподвижные компоненты объектива; 2, 3 — система смены увеличения (обеспечивается совместным разворотом компонентов на 180 градусов относительно оптической оси); 5 — призмная оборачивающая система; 6 — окуляр, 7 — выходной зрачок наблюдателя

В настоящее время на рынке представлены двухканальные оптические прицелы с одновременным представлением двух полей зрения. Примером приборов с одновременным представлением наблюдателю полей зрения с разными увеличениями являются приборы компании «РусОптикСистем» ЕЕ 1.5/6×24 [11] и ПОГ1/3,5×14 [12]. Прибор ЕЕ 1.5/6×24 включает в себя общий окуляр и два параллельно расположенных объектива. Оптические каналы прибора имеют различное увеличение. Каждый канал имеет объектив, сетку и оборачивающую систему. Окуляр располагается на оси канала, с наименьшим увеличением. Объективы имеют равные фокусные расстояния. Сетка прицела расположена в общей фокальной плоскости объективов. Канал с большим увеличением дополнительно снабжен оптическим элементом, расположенным перед фокальной плоскостью и выполненным с возможностью смещения оси оптического канала с большим увеличением.

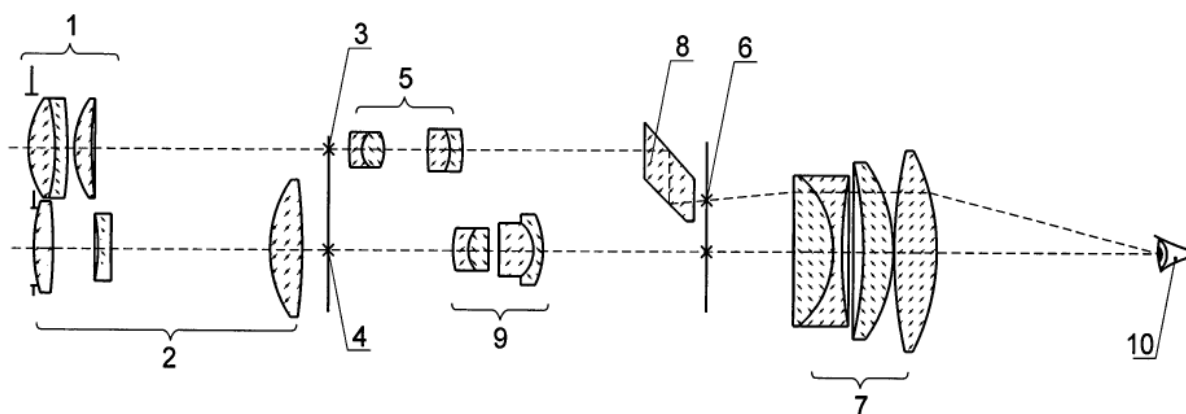


Рис. 3. Схематическое представление оптической схемы прибора:
1,2 – объектив; 3,4 – сетка; 5 – оборачивающая система; 6 – фокальная плоскость окуляра; 7 окуляр; 8 – призма; 9 – оборачивающая система; 10 – выходной зрачок

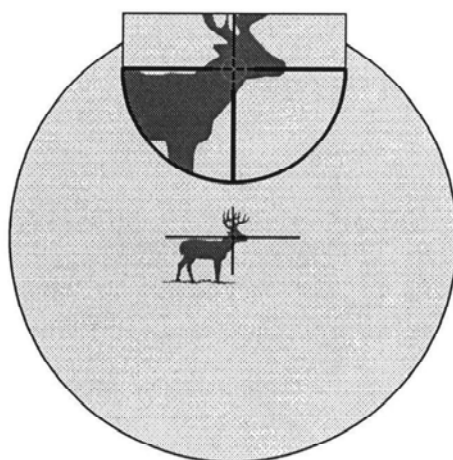


Рис. 4. Вид поля зрения оптического прицела ЕЕ 1.5/6×24

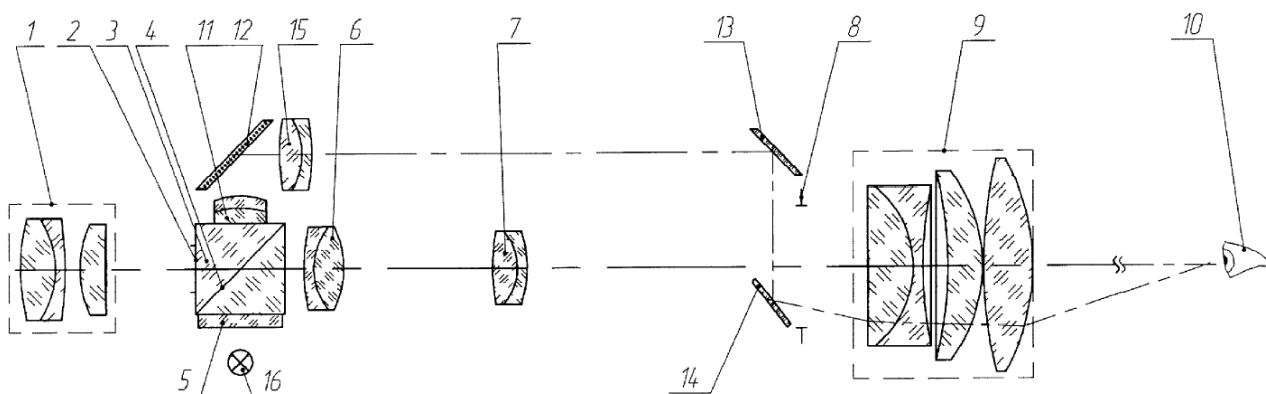


Рис. 5. Схематическое представление оптической схемы прибора ПОГ1/3,5×14:

1 – объектив; 2, 5 – сетка; 3, 4 – светоделительный куб; 6, 7 – оборачивающая система; 8 – фокальная плоскость окуляра; 9 – окуляр; 12, 13, 14 – зеркала; 16 – подсветка; 10 – выходной зрачок

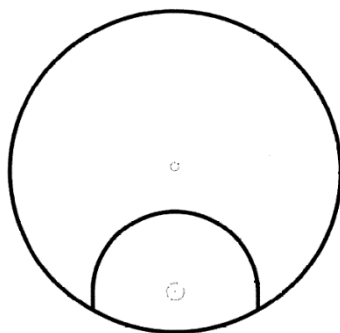


Рис. 6. Вид поля зрения оптического прицела ПОГ1/3,5×14

Данные прицелы позволяют обозревать большое поле зрения при малом увеличении, а центральную часть поля зрения, более детально, с большим увеличением, но эта функциональная возможность реализована посредством достаточно сложного конструктивного решения.

По данным схемам разработаны прицелы ЕЕ 1.5/6×24 и ПОГ1/3,5×14 с характеристиками, представленными в табл. 3, 4.

Таблица 3

Характеристики прицела ЕЕ 1.5/6×24

Канал	Увеличение, крат	Поле зрения, градус	Диаметр входного зрачка, мм	Удаление выходного зрачка, мм	Длина, мм.
1	1,5	16	11	90	120
2	6	1x2	24	90	120

Характеристики прицела ПОГ1/3,5×14

Канал	Увеличение, крат	Поле зрения, градус.	Диаметр входного зрачка, мм	Удаление выходного зрачка, мм	Длина, мм
1	1	24	10	90	210
2	3,5	3	4	90	210

Сформированное поле зрения данных прицелов, в котором одновременно формируются два изображения: с большим и меньшим увеличением, является основным преимуществом перед панкратической и дискретной сменой увеличения, когда при малом увеличении обзревается большое пространство, а большом увеличении только малая его часть, при этом при изменении увеличения в сторону его возрастания, цель часто теряется из вида.

Выводы и заключение

Оптические прицелы с дискретной сменой увеличения достаточно широко распространены в оптических системах, разрабатываемых и промышленно выпускаемых приборов. Известная классификация способов смены увеличения дополнена способами, появившимися в последние полтора десятилетия. При рассмотрении анализируемых приборов проведено соответствие их оптических систем классификации. Подтверждено, что оптических систем с дискретной сменой увеличения разработка конструктивного исполнения механизмов смены увеличения остаётся актуальной задачей.

Анализ схемных решений, реализованных в оптических приборах со сменой увеличения, позволил выявить следующие тенденции:

- отмечается усложнение оптических схем и их элементов, обусловленное необходимостью уменьшения габаритных размеров приборов;
- перспективным является увеличение числа дискретных положений при смене увеличений (полей) с двух до трех;
- использование внешней выверки позволяет достичь упрощения оптической системы;
- для компенсации увода визирной линии при смене увеличения применяются оптико-кинематические способы, усложняющие конструкцию прибора;
- использование для смены увеличения изменений (подвижек и т.д.) в части оптической системы, расположенной по ходу лучей за сеткой с визирным знаком, обеспечивает отсутствие увода визирной линии при смене увеличения;
- использование двухканальных оптических схем, обеспечивающих одновременное представление с различным увеличением двух полей (или фрагментов поле), исключает потерю объекта при смене увеличения.

Указанные тенденции необходимо принимать во внимание на этапе концептуального проектирования в процессе разработки нового малогабаритного оптического прицела со сменой увеличения, производство которого обеспечит конкурентные преимущества производителю.

В ходе дальнейшей работы над магистерской диссертацией будет предложены и рассчитаны варианты оптических схем для малогабаритного прибора с дискретной сменой увеличения, и на основе вариантного проектирования выбрана схема для разработки технического проекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Запрягаева, Л. А., Свешникова И. С. Расчет и проектирование оптических систем / Л. А. Запрягаева, – М.: Логос, 2000 - 584 с.
2. Волкова К. Д., Хацевич Т. Н. Оптические системы с переменными характеристиками // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «СибОптика-2014»: сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8-18 апреля 2014 г.). Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 1. – С. 13–20.
3. Хацевич Т.Н., Волкова К.Д., Дружкин Е.В. Оптико-кинематический способ обеспечения стабильности положения визирной линии в оптических приборах с дискретной сменой увеличения // Актуальные проблемы оптотехники : сб. материалов Национальной научно-технической конференции, 21 сентября 2017 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГУГиТ, 2017. – С. 48–58.
4. Патент US20110128620, 2009.
5. Волкова К. Д., Хацевич Т. Н. Дружкин Е.В. Особенности оптического проектирования приборов с дискретной сменой увеличения с учетом технологических возможностей отечественных производителей.
6. Raytheon ELCAN Optical Technologies Specter DR Dual Role 1 – 4x Combat Sight. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.elcan.com>, свободный. – Загл. с экрана.
7. 1:4x32 QR-TS 35mm PITBULL COMPACT SCOPE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.valdada.com>, свободный. – Загл. с экрана.
8. Пат. 2532605 Российская Федерация, МПК7 F41G 1/38, G02B 7/02. Оптический прицел [Текст] / Дейснер А.А., Комбаров М.С.; патентообладатели ОАО "Швабе – Оборона и Защита" – № 2013129085/28; заявл. 25.06.2013; опубл. 10.11.2014 Бюл. № 31.
9. Пат. 2547044 Российская Федерация, МПК7 F41G 1/14. Оптический прицел с дискретной сменой увеличения / Хацевич Т. Н., Дружкин Е. В.; патентообладатель ООО «Оптическое Расчетное Бюро» – № 2014120776/12; заявл. 22.05.2014.
10. Прицел ПСУ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.npzoptics.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
11. Пат. 2528121 Российская Федерация, МПК7 F41G 1/38, G02B 23/10. Оптический прицел / Благов. П.А., Цивилев Е.В.; Патентообладатель ООО «РусОптикСистем» - №2011116696/28, заявл. 06.06.2013; опубл. 10.09.2014 Бюл. №25.
12. Пат. 2484508 Российская Федерация, МПК7 F41G 1/38, G02B 7/02. Оптический прицел / Благов. П.А., Цивилев Е.В.; Патентообладатель ООО «РсОптикСистем» - №2013126080/28, заявл. 28.04.2011; опубл. 10.06.2013 Бюл. № 16.

© Д. А. Радостев, Т. Н. Хацевич, 2018

ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ И УПРУГИХ ВОЛН В ТОНКОПЛЁНОЧНЫХ ВОЛНОВОДАХ

Дмитрий Михайлович Шматов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (965)820-71-78, e-mail: shmatovdmitry95@gmail.com

Представлена методика возбуждения упругих волн в свободных тонкопленочных волноводах, закрепленных над подложкой только концами. Решается проблема несогласованности акустических импедансов пьезоэлектрического преобразователя, являющегося генератором упругих волн и тонкоплёночного акустического волновода.

Ключевые слова: свободные тонкопленочные структуры, возбуждение упругих волн, микроэлектроника, микропрофилирование, ПАВ, оптоэлектроника, объёмные упругие изгибные волны.

PIEZOELECTRIC EXCITATION OF OSCILLATIONS AND ELASTIC WAVES IN THIN-FILM WAVEGUIDES

D.M. Shmatov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (965)820-71-78, e-mail: shmatovdmitry95@gmail.com

The technique of excitement of elastic waves in the free thin-film wave guides fixed over a substrate only the ends is presented. The acoustic impedances inconsistency of piezoelectric transducer, which is the generator of the elastic waves, and film acoustic waveguide is the main problem.

Key words: free thin-film structures, excitement of elastic waves, microelectronics, microprofiling, the integrated systems, macrodevices, optoelectronics, wavelength.

Классические технологии, используемые при изготовлении традиционных электромеханических устройств, характеризуются значительным увеличением себестоимости производства при снижении линейных размеров деталей механических систем и контролем точности их изготовления. В настоящее время достигнута совместимость технологий микроэлектроники и микропрофилирования кремния, что позволяет создавать макроприборы и интегрированные с микромеханическими структурами системы управления, применение которых наиболее перспективно в электронно-вычислительных устройствах, оптоэлектронике и в сенсорных микроэлектронных системах сбора и обработки информации о состоянии природной среды и промышленных объектах.[5]

Исследования физических основ применения поверхностных и объёмных упругих волн в твёрдых телах для обработки информации общеизвестны.[1,2,3] Для возбуждения упругих объёмных волн используют пьезоэлектрические преобразователи в виде закреплённых на поверхности монокристаллических или керамических пластин, обладающих пьезоэффектом, или, в высокочастотных

устройствах - в виде напылённых пьезоплёнок. В устройствах на поверхностных акустических волнах (ПАВ-ах) для возбуждения используют встречно-штыревые преобразователи, для функционирования таких устройств обязательным является наличие пьезоактивной подложки. Преимуществом устройств на ПАВ-ах является распространение акустической энергии в тонком, порядка длины акустической волны, приповерхностном слое подложки и интегральный планарный принцип их изготовления. В большинстве устройств на ПАВ-ах возбуждаются поверхностные волны Релея, хотя известно и использование волн Лява и волн Лэмба [4]. Последние, например, применялись в дисперсионных линиях задержки, изготовленных из тонких стальных или алюминиевых лент.

Дальнейшее уменьшение энергопотребления и размеров возможно при переходе на тонкоплёночные волноводы в виде полосок или свободных нитей, имеющих размер поперечника намного меньше длины акустической волны и использующих объёмные волны. В настоящей работе проводится исследование пьезоэлектрического возбуждения объёмных упругих изгибных волн в тонкоплёночных волноводах, закреплённых над подложкой своими концами.

На рис. 1 показано сочленение пьезоэлектрического генератора упругих продольных волн с тонкоплёночным волноводом изгибных упругих волн. В качестве генератора упругих волн используется пьезоэлектрический преобразователь.

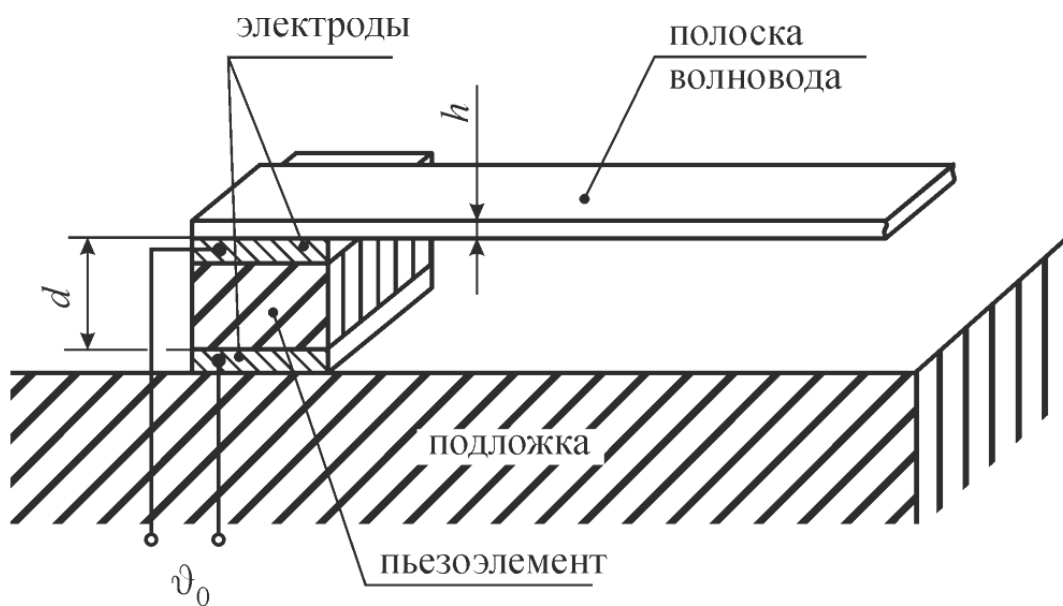


Рис. 1. Схема сочленения тонкоплёночного волновода упругих изгибных волн и пьезоэлектрического генератора упругих волн

На рис. 2 показана мембрана 1, растянутая на опорной раме 2. Толщина мембраны может быть (0,1–5) мкм, поперечник (1–10) см. На поверхности мембраны закреплён возбудитель 3 изгибных волн, в качестве которого может выступать пьезоэлектрический элемент или электрод электростатического устройства возбуждения изгибных волн.

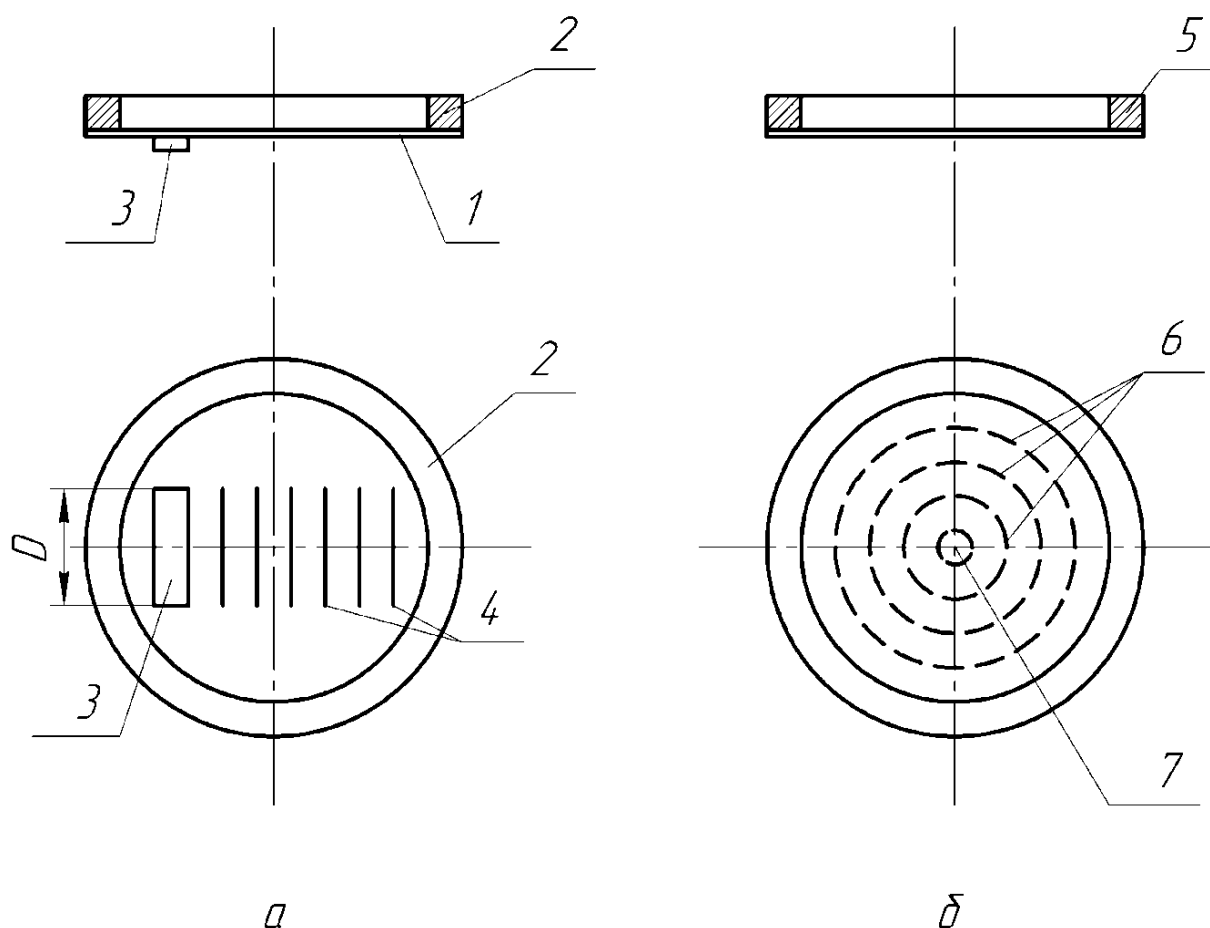


Рис. 2. Схема возбуждения и распространения упругих волн в тонкоплёночной мембране

Колебания возбуждателя приводят к возникновению упругих изгибных волн, бегущих в мембране, которые в ней распространяются с фазовой скоростью. Конфигурация фронта изгибной волны определяется формой края возбуждающего волну устройства 3. Волна может распространяться в мембране в виде прямолинейного луча, как показано рядом вертикальных штрихов 4 на рис. 2, а, или сходящимся пучком, если элемент возбуждения имеет форму дуги или кольца 5 (рис. 2, б), в последнем случае фронт 6 волны имеет форму дуги или окружности, и волна может сходиться в точку 7 на мембране, как в фокальную точку. Длина волны в мембране определяется частотой возбуждающего переменного электрического напряжения и механическим натяжением мембраны

На рис. 3 показана схема устройства электроперестраиваемой дифракционной решетки с фазовым рельефом, формируемым изгибной волной в мембране. Акустический импеданс мембраны много меньше импеданса пьезоэлемента, амплитуда изгибных волн в мембране равна амплитуде продольных деформаций пьезостолбика.

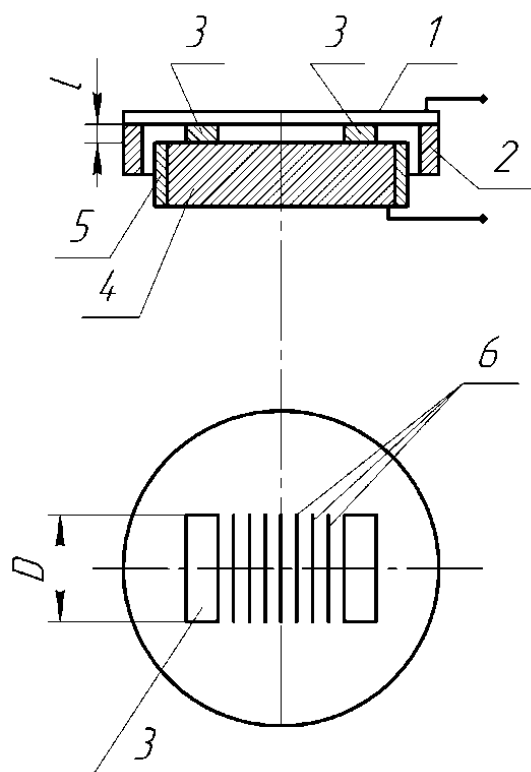


Рис. 3. Схема устройства электроперестраиваемой дифракционной решетки на изгибных волнах

На рис. 4 показаны различные способы сочленения пьезоэлемента с мембраной.

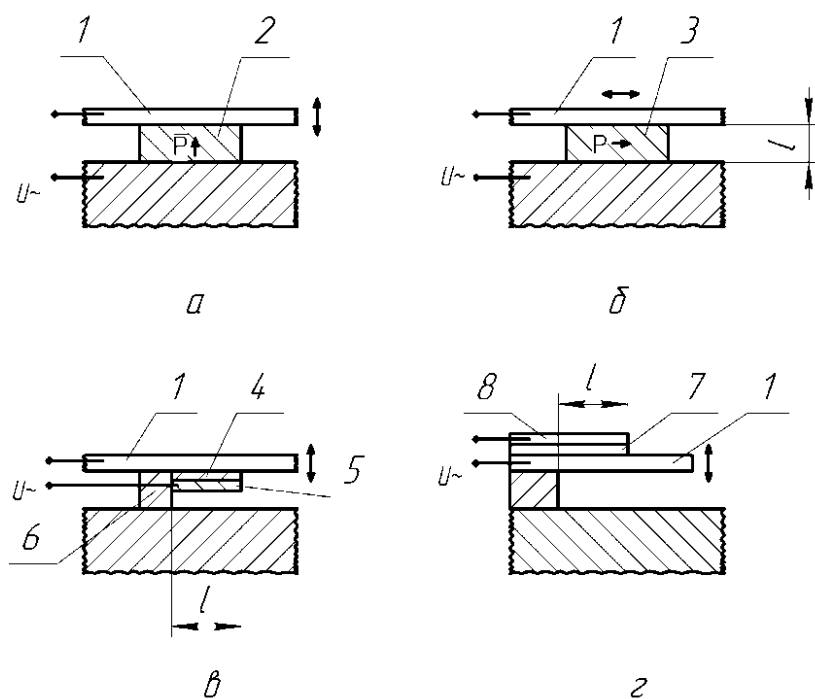


Рис. 4. Варианты сочленения пьезовозбудителя с мембраной

Рассмотренные методы возбуждения упругих волн в мембране требуют изготовления микроминиатюрных пьезоэлементов и их прецизионного монтажа в устройство.

Расчетные параметры пьезоэлемента при продольной моде колебаний

Пьезокерамика	E , В/м	f , МГц	$U_{\text{пред}} = E \cdot l$, В	$l = \lambda / 2$, мкм	a , нм	Δl , нм
ЦТС-23[8]	10^6	5	330	330	23,5	100
ЦТС-23[8]	10^6	6,6	250	250	17,8	76

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Э. Дьелесан, Д. Руайе. Упругие волны в твёрдых телах. Применение для обработки сигналов. Пер. с франц. / Под ред. В. В. Леманова. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1982. – 424 с.
2. Поверхностные акустические волны. Под ред. А. Олинера. М. : Мир, 1981. – 390 с.
3. Кайно Г. Акустические волны: Устройства, визуализация и аналоговая обработка сигналов: Пер. с англ. – М. : Мир, 1990 – 656 с
4. Викторов И.А. Физические основы применения ультразвуковых волн Рэлея и Лэмба в технике. – М.: Наука, 1966. – 169 с.
5. Косцов Э. Г. Состояние и перспективы микро- и наноэлектромеханики // Автометрия. – 2009. – Т. 45, № 3. – С. 3–52.
6. Чесноков Д. В., Чесноков В. В., Никулин Д. М. Дифракция света на упругих волнах в тонкопленочных мембранных структурах // ГЕО-Сибирь-2007. III Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 25–27 апреля 2007 г.). – Новосибирск : СГГА, 2007. Т. 4, ч. 1. – С. 201–203.
7. В. В. Чесноков, Д. В. Чесноков, Д. М. Никулин. Электроуправляемое дифракционное устройство. Патент 2377702 РФ, МПК Н 01 L 41/08, G 02 F 1/29. /– № 2008112955/28 ; заявл. 03.04.2008 ; опубл. 27.12.2009. Бюл. № 36.

© Д. М. Шматов, 2018

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФРЕНЕЛЯ В МОДЕЛИРОВАНИИ ГОЛОГРАММ

Артём Леонович Пазоев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (383)291-00-92, e-mail: shoydin@ssga.ru

Сергей Александрович Шойдин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры фотоники и приборостроения, тел. (383)291-00-92, e-mail: shoydin@ssga.ru

В работе определены требования дискретизации при вычислении дискретного преобразования Френеля, формирующего объектную волну при записи голограмм. Рассмотрены два метода построения формируемого изображения. Обнаружено, что опознавание образа происходит с разной скоростью для амплитуды и фазы полученного преобразованием изображения. Причём, существенное значение для опознавания образа в целом и его деталей имеет сам способ суммирования матриц комплексных величин, а именно, в первом случае, отображения последовательно каждой объекта во все точки изображения, а во втором, отображение всей матрицы объекта в каждую точку изображения.

Ключевые слова: голограмма, цифровая голография, преобразование Френеля, сжатие изображений.

FRENEL TRANSFORMATION IN HOLOGRAM MODELING

Artem L. Pazoev

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (383)291-00-92, e-mail: shoydin@ssga.ru

Sergey A. Shoydin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (383)291-00-92, e-mail: shoydin@ssga.ru

This article shows the requirements of discretization in calculating the discrete Fresnel transform that forms the object wave when recording holograms. Two methods for constructing the formed image are considered. It is found that the identification of the image occurs at different speeds for the amplitude and phase of the resulting image transformation. Moreover, essential for the identification of the image as a whole and its details has the very method of summing matrices of complex quantities in the first case, display sequentially each point of the object at all points of the image, and in the second, display the entire matrix of the object at each point of the image.

Key words: hologram, digital holography, Fresnel transform, image compression.

При записи голограмм используются схемы, формирующие объектный и опорный пучок, обобщённый вид которых приведён на рис. 1.

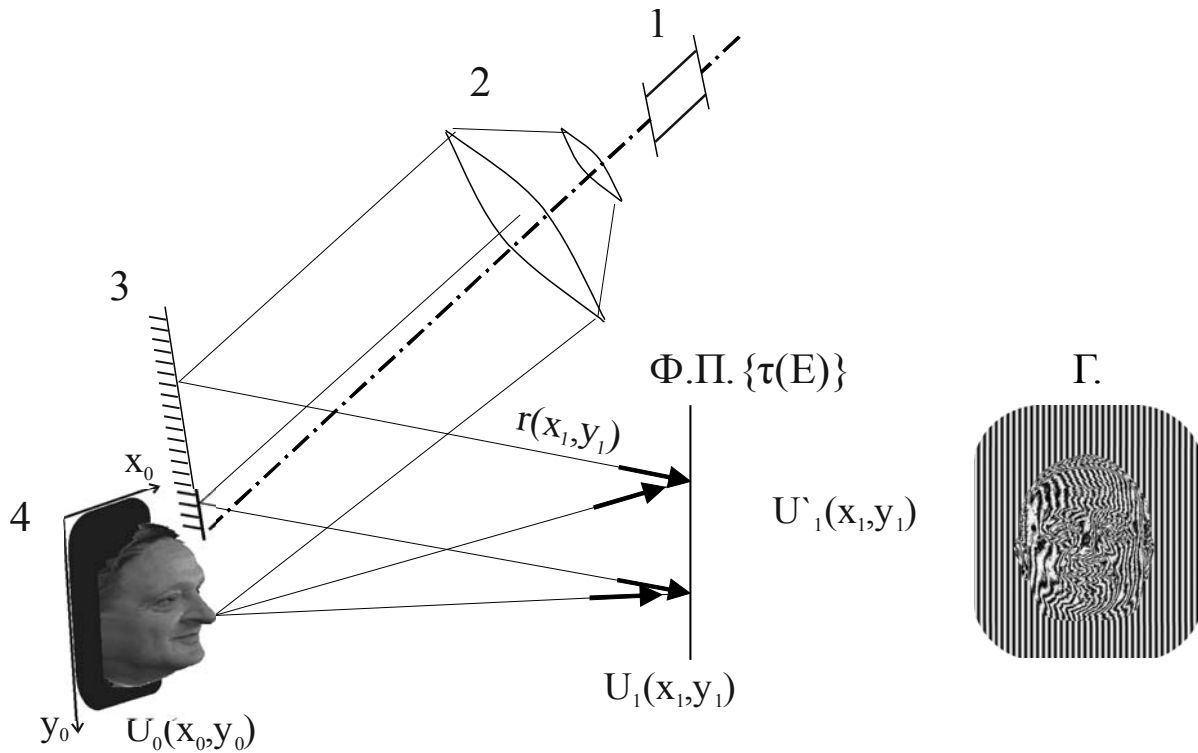


Рис. 1. Обобщённая схема записи голограмм:

1 – лазер, 2 – коллиматор, 3 – зеркало, 4 – объект, Ф. П. – фотоматериал, Г. – голографируемая интерференционная картина (голограмма)

Когерентное излучение элементами схемы 1, 2, 3 формирует опорный пучок и элементами 1, 2, 4 – объектный. В результате интерференции объектного и опорного пучков в плоскости фотоматериала образуется интерференционная картина, образующая голограмму [1]. Излучение, проходящее между объектом и голограммой, трансформируется по закону преобразования Френеля [2], которое используется в ряде задач голографии и оптической обработки информации [3]:

$$U_1(x_1; y_1) = \frac{e^{i \cdot k \cdot z}}{i \cdot \lambda \cdot z} \iint U_0(x_0; y_0) \cdot e^{\frac{i \cdot k}{2 \cdot z} ((x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2)} dx_0 dy_0, \quad (1)$$

где $U_0(x_0; y_0)$ – комплексная амплитуда излучения сформированного объектом, $U_1(x_1; y_1)$ – комплексная амплитуда излучения от объектного пучка в плоскости голограммы, λ – длина волны излучения, $k = 2\pi/\lambda$ – волновое число, z – расстояние от объекта до фотоматериала, регистрирующего голограмму. При освещении тем же самым опорным пучком голограмма восстанавливает комплексную амплитуду светового поля $U_1(x_1; y_1)$:

$$U_1'(x_1; y_1) = U_1(x_1; y_1) \cdot |r(x_1; y_1)|^2 \cdot \tau(E), \quad (2)$$

где $\tau(E)$ – в общем случае, нелинейный фотоотклик голографического материала. В нашем случае полагаем $|r(x_l; y_l)|=1$ и $\tau(E)=const$.

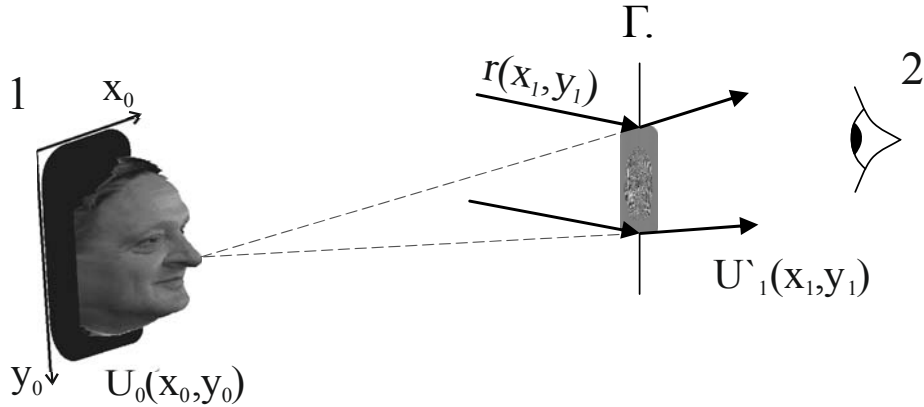


Рис. 2. Обобщённая схема восстановления голограмм:

1 – объект, Г. – голограмма, 2 – наблюдатель

Голограмма Г., освещаемая опорным пучком $r(x; y)$, восстанавливает комплексную амплитуду $U_l(x_l; y_l)$, наблюдая которую видим изображение $U_0(x_0; y_0)$.

При численном моделировании процесса записи голограмм возникают проблемы дискретизации представления объекта (U_0) и его френелевского образа (U_l), которые приводят к ограничению разрешения объекта [4] и образа, что в свою очередь приводит к появлению дублей изображения. Подбором параметров λ и z , можно увести эти дубли за пределы поля видимого наблюдателем изображения.

$$U_1(n_{kl}) = \frac{e^{i \cdot k_{\lambda} \cdot z}}{i \cdot \lambda \cdot z} \sum_{ij} \left(U_0(m_{ij}) \cdot e^{\frac{i \cdot k_{\lambda}}{2 \cdot z} (m_{ij} - n_{kl})^2} \right), \quad (3)$$

$$U_l = \sum_{kl} U_1(n_{kl}), \quad (4)$$

где $U_0(m_{ij})=U_0(x_0; y_0)$ – комплексная амплитуда излучения сформированного объектом, $U_l(n_{kl})=U_l(x_l; y_l)$ – комплексная амплитуда излучения от объектного пучка в плоскости голограммы, $k_{\lambda}=2\pi/\lambda$ – волновое число.

В работе проверялось два метода дискретного формирования преобразования Френеля. Первый заключался в определении амплитуды (1) и фазы (1) в каждой точке образа (из рис. 1) по сумме всех (m_{ij}) точек объекта, каждая из которых умножена свой комплексный коэффициент из ядра преобразования Френеля, а второй в определении всего поля точек (n_{ij}) образа последовательным суммированием вклада в их образ Френеля каждой из точек объекта.

На рис. 3 показаны исходный объект (а – амплитуда, б – фаза) и результат преобразования Френеля (в – амплитуда, г – фаза). Исходный объект представ-

ляет собой массив комплексных чисел вида $(U_0 \cdot \exp(i\varphi))$, где U_0 – амплитуда светового поля, а φ – его фаза. Интенсивность показана на рис. 3а, как квадрат U_0 . В вычислениях (3,4) использовалась амплитуда U_0 . Фаза волны, рассеянной объектом, показана на рис. 3б. Результат суммирования (4) по случайной последовательности всех точек объекта m_{ij} приведён на рис. 3в.

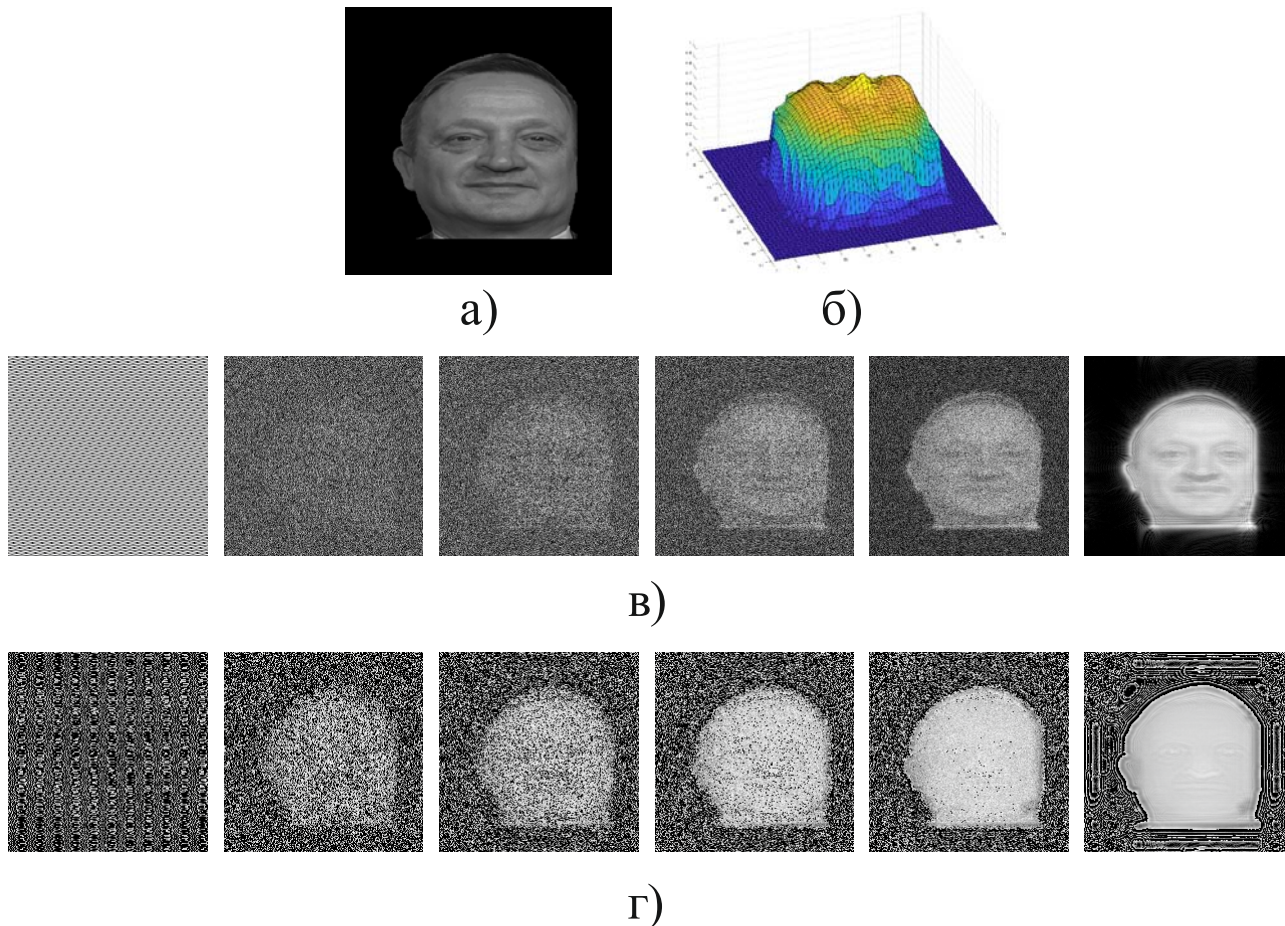


Рис. 3. Объект (а – амплитуда; б – фаза); Результат преобразования Френеля (в – амплитуда; г – фаза). Представленные результаты суммирования соответствуют 0.00024% (10 точек), 12% (500415 точек), 25% (1041475 точек), 50% (2081975 точек), 75% (3122475 точек), 100% (4161600 точек) объекта размером $(m=i \cdot j)$, соответственно. В нашем случае, m равнялась 2040×2040 . Изображение вычислялось размером $(n=k \cdot l=204 \times 204)$

Другой случай, когда сразу формируется матрица n_{kl} изображения от каждой из m_{ij} точек объекта, приведён на рис. 4. Видно, что изображение появляется как набор значений амплитуды и фазы в заданной точке, а набор этих точек, в нашем случае определялся случайным образом.

Причём, в первом случае контуры изображения быстрее узнаются по фазе преобразования Френеля (ср. 3г2 и 4г2), а во втором – по амплитуде (ср. 4а2 и 4б2) Одновременно заметим, что детали изображения быстрее появляются

в амплитуде преобразования Френеля, в первом методе (см. рис. 3в3), чем во втором методе (рис. 4а4). Это отчасти проливает свет на вопросы информационного содержания в изображениях. По крайней мере, ставит вопрос об их информационном содержании.

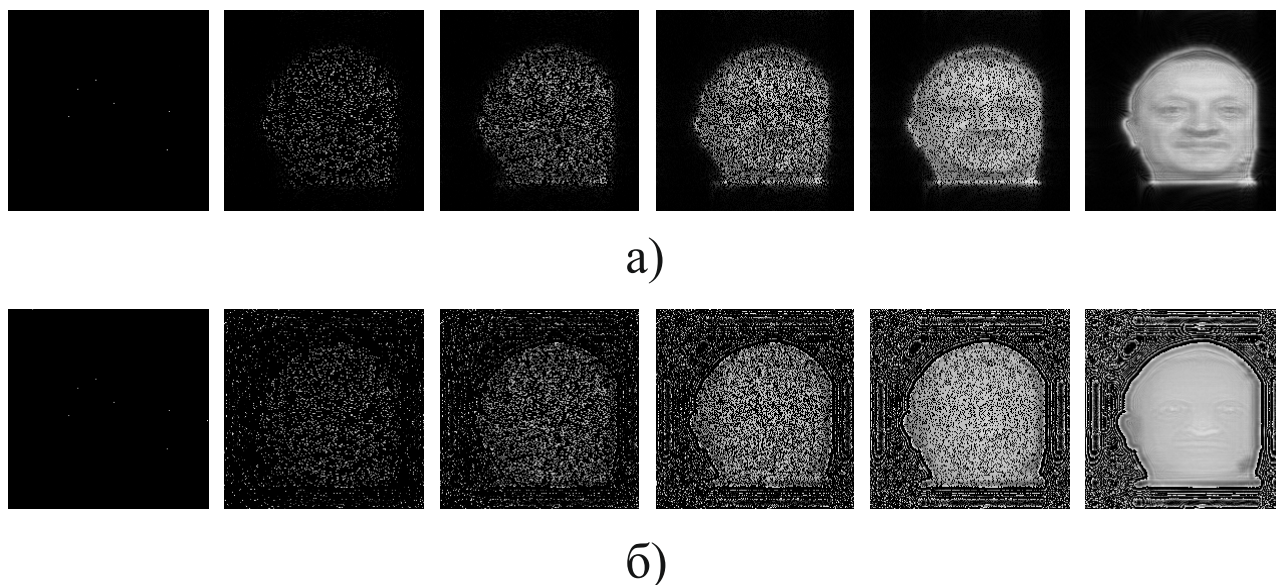


Рис. 4. Результат преобразования Френеля (а – амплитуда; б – фаза). Представленные результаты суммирования соответствуют 0.024% (10 точек), 12% (5007 точек), 25% (10404 точек), 50% (20820 точек), 75% (31245 точек), 100% (41616 точек) изображения, размером ($n=k \cdot l=204 \times 204$)

Рассмотренные варианты преобразования Френеля могут быть использованы для моделирования процессов записи голограмм и распознавания образов, а также является первым шагом в рассмотрении процессов сжатия комплексных (3D) изображений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Денисюк Ю. Н. Об отображении оптических свойств объекта в волновом поле рассеянного излучения. – ДАН СССР. – 1962. – Т. 44. – С. 1275.
2. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. – М. : Наука, 1973.
3. Шойдин С. А. Методы оптической обработки информации. – Новосибирск : СГГА, 2008. – 124 с.
4. Шойдин С. А., Пазоев А. Л. Определение требований к вычислительной системе для синтеза голограмм // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. Т. . – С. 49–53.

© А. Л. Пазоев, С. А. Шойдин, 2018

БЫСТРОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФРЕНЕЛЯ В СРЕДЕ MATLAB

Артём Леонович Пазоев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (383)291-00-92, e-mail: shoydin@ssga.ru

Сергей Александрович Шойдин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры фотоники и приборостроения, тел. (383)291-00-92, e-mail: shoydin@ssga.ru

В работе предложен алгоритм быстрого преобразования Френеля, основанный на сокращении количества повторяющихся вычислений элементов ядра преобразования. В алгоритме запоминаются и подставляются в виде готовых комплексных чисел повторяющиеся элементы ядра с симметричными индексами. Симметрия ядра преобразования Френеля по горизонтальной и вертикальной осям позволяет уменьшить количество шагов в 4 раза, что ускоряет процесс вычисления преобразования Френеля примерно на эту же величину.

Ключевые слова: голограмма, цифровая голография, преобразование Френеля, сжатие изображений.

FAST FRENEL TRANSFORMATION IN MATLAB

Artem L. Pazoev

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (383)291-00-92, e-mail: shoydin@ssga.ru

Sergey A. Shoydin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (383)291-00-92, e-mail: shoydin@ssga.ru

This article shows the algorithm of fast Fresnel transform, based on reducing the number of decompositions of elements of the transformation kernel. In the algorithm, the repetitive elements of the kernel with symmetric indices are remembered and substituted in the form of prepared complex numbers. The symmetry of the Fresnel transform kernel along the horizontal and vertical axes allows to reduce the number of steps by 4 times, which speeds up the process of calculating the Fresnel transform by about the same amount.

Key words: hologram, digital holography, Fresnel transform, image compression.

Преобразование Френеля, часто используемое в оптических задачах [1-4] как правило, осуществляется последовательным суммированием по всем точкам объекта и изображения:

$$U_1(n_{kl}) = \frac{e^{i \cdot k_\lambda \cdot z}}{i \cdot \lambda \cdot z} \sum_{ij} \left(U_0(m_{ij}) \cdot e^{\frac{i \cdot k_\lambda}{2 \cdot z} (m_{ij} - n_{kl})^2} \right), \quad (1)$$

$$U_1 = \sum_{kl} U_1(n_{kl}), \quad (2)$$

где $U_0(m_{ij})$ – комплексная амплитуда излучения сформированного объектом, $U_1(n_{kl})$ – комплексная амплитуда излучения от объектного пучка на расстоянии z от объекта, $k_\lambda = 2\pi/\lambda$ – волновое число, λ – длина волны излучения.

При этом, ядро под знаком суммы в (1), многократно вычисляется для каждой пары i, j , (x_0, y_0) не смотря на то, что вычисляемые значения часто повторяются (рис. 1). Такой метод достаточно трудоёмок и может быть упрощен аналогично быстрому преобразованию Фурье (БПФ). Значения элементов матрицы ядра под знаком суммы (1) неоднократно повторяются. Запоминая эти значения и вставляя их при повторении, можно значительно увеличить скорость вычисления преобразования Френеля.

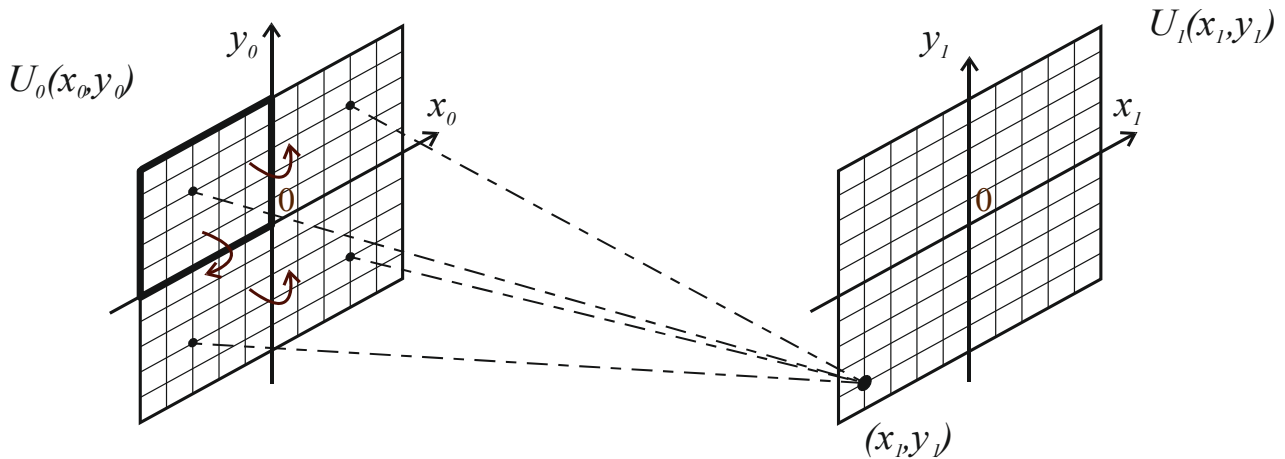


Рис. 1. Комплексная амплитуда электромагнитного поля $U_0(x_0, y_0) = U_0(m_{ij})$ в плоскости объекта и амплитуда электромагнитного поля $U_1(x_1, y_1) = U_1(n_{kl})$ в плоскости изображения

Для вычисления $U_1(x_1, y_1)$ по заданному $U_0(x_0, y_0)$ была написана программа, делящая координатную сетку исходного объекта на 4 сегмента, таким образом, что в каждом из них есть точки, равноудалённые от каждой точки матрицы изображения. Каждой из равноудалённых точек ставится в соответствие своё значение ядра, образуя матрицу ядер. В дальнейшем (см. рис. 1), эта матрица повторяется в каждом из 4-х сегментов, путём поворотов и отражений.

На рис. 2 приведены 4 линейки (а, в – амплитуды и б, г – фазы вычисленного преобразования Френеля). Причём, а и б – линейки изображений, вычисленные прямым суммированием (1) и (2), а в и г – вычисленные предложенным методом по сегментам.

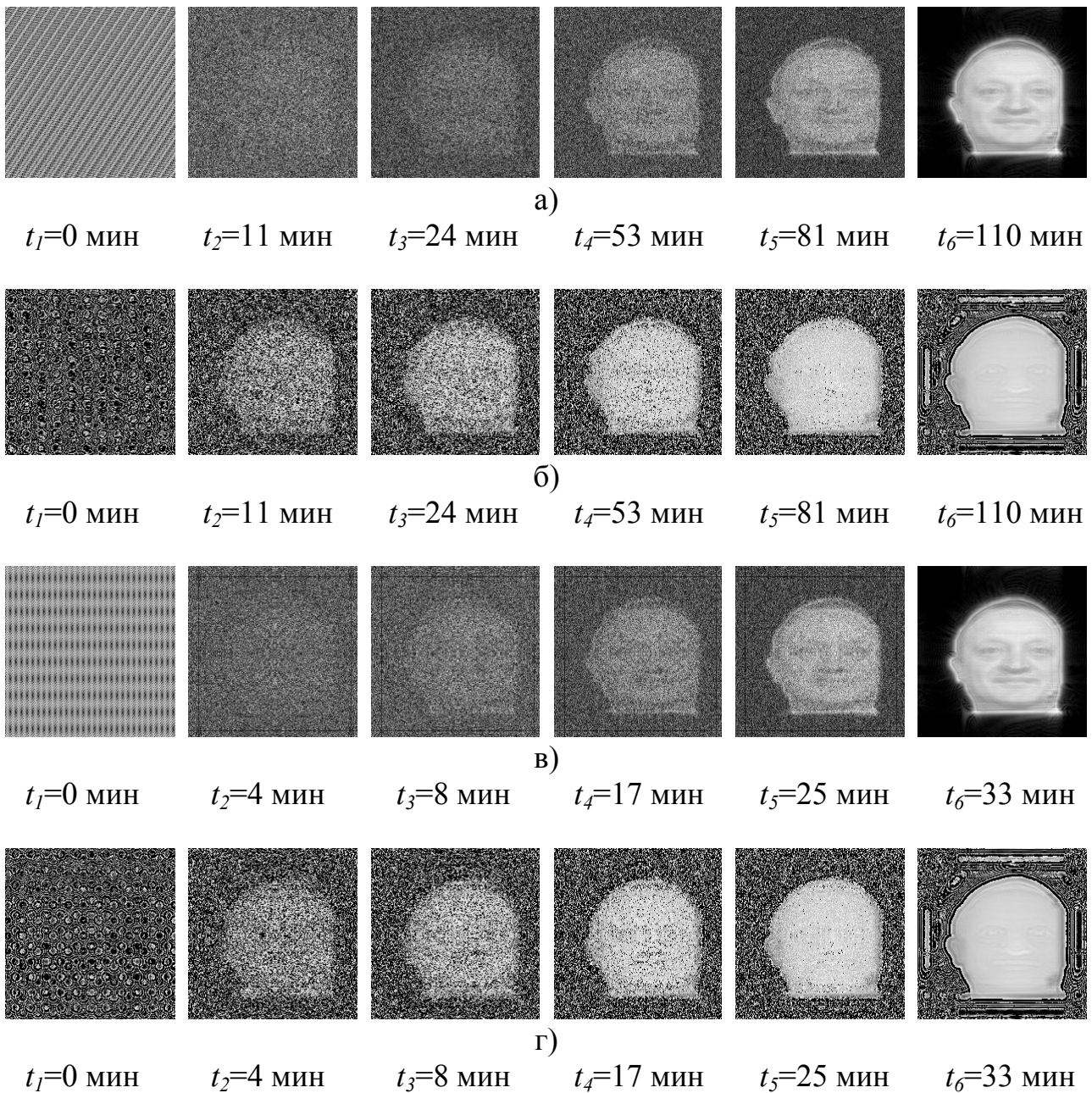


Рис. 2. Результат преобразования Френеля:

а, б – амплитуда и фаза преобразования Френеля, вычисленные прямым суммированием; в, г – амплитуда и фаза преобразования Френеля, вычисленные предложенным методом по 4-м сегментам. Представленные результаты суммирования соответствуют 0.00038% (16 точек), 12% (500415 точек), 25% (1041475 точек), 50% (2081975 точек), 75% (3122475 точек), 100% (4161600 точек) объекта размером $(m=i \cdot j)$, соответственно. В нашем случае, m равнялась 2040x2040. Изображение вычислялось размером $(n=k \cdot l=204 \times 204)$

Видно, что в начале полученные изображения Френеля несколько отличаются. В предложенном авторами методе в начальных кадрах наблюдается некоторая симметрия, что связано с самим методом. Конечные изображения, полу-

ченные после полного суммирования по всем точкам, с очевидностью не отличаются, т. к. при этом выбран весь массив значений i, j, k, l .

Получено значительное ускорение вычислительного процесса, что видно из сравнения меток времени на рис. 2 а и б и рис. 2 в и г. Ускорение достигает 3.3 крат (110 минут без деления на 4 сегмента и 33 минуты после деления), что позволяет считать преобразование Френеля либо быстрее, либо больших размерностей при тех же временных затратах. При многократном обращении к преобразованию Френеля, что бывает в сложных оптических схемах, это даёт существенный выигрыш.

Предложенный алгоритм вычисления быстрого преобразования Френеля позволяет не только ускорить сам вычислительный процесс, но и оценивать примерное время, необходимое для вычислений преобразования Френеля других размерностей. Так, например, если вычисления преобразования Френеля размерностью $S_1=204 \times 204$ от объекта с размерностью $C_1=2040 \times 2040$ на определённом компьютере занимает $t_1 \approx 30$ мин., то такое же преобразование Френеля с размерностью $S_2=510 \times 510$ будет занимать время, примерно равное $t_2 = t_1 \cdot (S_2 \cdot C_2) / (S_1 \cdot C_1) \approx 3 \text{ ч } 8 \text{ мин.}$ Реальное вычисление заняло несколько большее время (4 ч 34 мин), что связано с организацией используемого компьютера и идущих в нём процессов.

В работе использовались две оси симметрии ядра быстрого преобразования Френеля. При обнаружении других симметрий предложенный метод может быть распространён и на них.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гужов В. И., Несин Р. Б., Емельянов В. А. Представление преобразования Френеля в дискретной форме // Автоматика и программная инженерия. – № 1(15). – Новосибирск, 2016. – С. 91–96.
2. Шойдин С. А. Методы оптической обработки информации. – Новосибирск : СГГА, 2008. – 124 с.
3. Damien P. Kelly. Numerical calculation of the Fresnel transform / Damien P. Kelly // Journal of the Optical Society of America Vol. 31, Issue 4. – Optical Society of America, 2014. – PP. 755-764.
4. Fatema Hamid Al-Saiari. Computer Simulation of Fresnel Diffraction from Triple Apertures by Iterative Fresnel Integrals / Fatema Hamid Al-Saiari, S. M. Mujibur Rahman, Kazi Monowar Abedin // Photonics and Optoelectronics. Volume 1, Issue 2. – World Academic Publishing, 2012. – PP. 33-42.

© А. Л. Пазоев, С. А. Шойдин, 2018

АНАЛИЗ АКТУАЛЬНЫХ КИБЕРУГРОЗ И СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ОТ НИХ

Илья Олегович Томилов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант, тел. (961)225-78-98, e-mail: tio28@yandex.ru

Евгений Владимирович Грицкевич

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доцент, тел. (913)798-15-60, e-mail: gricew@mail.ru

В данной работе рассматриваются актуальные киберугрозы и средства борьбы с ними. Для минимизации и предотвращения кибератак используются средства аудита систем и программных продуктов на наличие уязвимостей. Наиболее перспективным средством для выявления уязвимостей информационных систем в настоящее время является технология фаззинг.

Ключевые слова: киберугрозы, актуальные киберугрозы, средства тестирования безопасности, поиск уязвимостей в приложениях, технологии автоматизированного тестирования, тестирование безопасности, аудит, фаззинг.

ANALYSIS OF CURRENT CYBER THREATS AND PROTECTION AGAINST THEM

Ilya O. Tomilov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, phone: (961)225-78-98, e-mail: tio28@yandex.ru

Evgeny V. Gritskevich

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Associate Professor, phone: (913)798-15-60, e-mail: gricew@mail.ru

This paper discusses the current cyber threats and means to combat them. To minimize and prevent cyber attacks tools are used to audit systems and software products for vulnerabilities. The most promising means to identify vulnerabilities in systems is currently fuzzing technology.

Key words: cyber threats, actual cyber threats, security testing tools, search for vulnerabilities in applications, automated testing technology, security testing, auditing, fuzzing.

Введение

Основу современного общества составляет информация. Благодаря информации и информационным ресурсам происходит развитие общества и государства. При этом информационные технологии становятся главной целью угроз со стороны злоумышленников. Атакующая сторона активно пользуется достаточно распространенными уязвимостями систем: утечки памяти, плохое шифрование, переполнение буфера, плохая проверка входных данных и т.д. Сторона защиты, в свою очередь, старается находить уязвимые места системы, разрабатывая и совершенствуя барьеры, ограждающие компанию от несанк-

ционированного доступа. Поиск уязвимостей в программном обеспечении производится по следующим причинам: 1) в процессе создания информационной инфраструктуры; 2) в процессе написания программного обеспечения; 3) с целью проведения аудита уже готовой информационной инфраструктуры; 4) в процессе разработки средств, с целью получения несанкционированного доступа. Разработка средств для получения несанкционированного доступа производится специалистами государственных и частных разведывательных организаций, спецслужб или киберпреступниками.

Об актуальности задачи по поиску уязвимостей можно судить благодаря имеющимся и активно появляющимся в открытом доступе данным о вознаграждениях за прорехи и ошибки в системах и наиболее популярных программных продуктах. Многие разработчики программного обеспечения озадачены проблемой обнаружения уязвимостей. Активно используются средства, затрудняющие эксплуатацию вредоносных программ. Ежегодно исправляются сотни ошибок, связанных с безопасностью.

Такие крупные компании, как Google, PayPal, Facebook вознаграждают исследователей информационной безопасности в обмен на информацию об уязвимостях и ошибках. Для компаний предпочтительнее находить уязвимости в процессе аудита приложения, а не в результате случившегося инцидента, который может принести компании колоссальные убытки.

Методы и материалы

В основе данной работы лежат статистический и системный методы исследования. При написании данной работы использовались труды следующих писателей: П. Амини, А. Грина, О. Зиненко, М. Саттона и других. Также важными для написания статьи оказались статистические данные компаний PositiveTechnologies и Google.

Исследование

В настоящее время возросло количество киберугроз, на фоне чего также возросла популярность «шифровальщиков», которые распространяются в виде троянской программы. За последний год был нанесен огромный ущерб инфраструктуре и бюджету многих компаний.

Согласно результатам отчета компании Positive Technologies:

- 7 из 10 (70%) атак были совершены с целью получения прямой финансовой выгоды;
- 23% атак были совершены с целью получения данных;
- остальные атаки злоумышленников были связаны с движением хактивизма (5%) и кибервойны (2%);

Значительный интерес злоумышленников был направлен на частных лиц и государственные организации. Россия и США в течение 2017 года были лидерами по числу киберинцидентов, т.к. на данные страны было направлено

внимание общественности, но в целом атакам подверглись как минимум 64 страны по всему миру. В сравнении с 2016 годом, в 2017 году было зафиксировано на 13% больше уникальных инцидентов, при этом на Россию пришлось более 150 атак. В 2017 году самыми частыми объектами атак стали инфраструктуры (47%) и веб-ресурсы (26%) компаний. Количество атак на банкоматы и POS-терминалы превысило показатели 2016 года в 7 раз.

Самые распространенные атаки были совершены с использованием вредоносного программного обеспечения, их доля составила 39%, доля эксплуатации уязвимостей в программном обеспечении и веб-уязвимостей составила 23%.

Компания Symantec предоставила отчет, согласно которому в 2017 году:

- ущерб от атак с использованием вредоносного программного обеспечения составил более 1,5 млрд долл. США;
- ущерб от атак с использованием методов социальной инженерии составил более 250 млн долл. США;
- ущерб от скомпрометированных учетных данных составил более 100 млн долл. США;
- ущерб от атак с использованием веб-уязвимостей составил более 390 млн долл. США;
- ущерб от атак с использованием уязвимостей программного обеспечения составил более 280 млн долл. США;
- пострадавшие от киберпреступности потратили почти 1,8 млрд долл. США на исправление последствий атак.

Относительно новым методом киберпреступников является принуждение пользователей зараженных компьютеров к распространению программы-шифровальщика на другие устройства, если владелец уже зашифрованного компьютера не хочет или не может заплатить за дешифровку собственного устройства. Данные программы работают по типу сетевого маркетинга, где пользователь зараженного устройства получает персональную ссылку на программу-шифровальщик в обмен на расшифровку собственных файлов. Активно помогая и распространяя ссылку, доступ к информации может быть восстановлен. Передав данную ссылку, компьютер нового пользователя будет зашифрован, а старый пользователь получит свои файлы. Данная модель заражения имеет все шансы быть очень прибыльной, т.к. велик шанс того, что пользователь заразит устройства компании, в которой работает.

В целом, характер киберугроз стремительно меняется, и злоумышленники чаще стараются атаковать легитимное программное обеспечение. Объясняется это тем, что атаковать крупные компании с надежной и многослойной защитой нецелесообразно. Намного легче использовать посредника, которому доверяют и не ждут от него подвоха. Таким посредником может выступить производитель популярных программных средств для корпоративного сегмента. В 2017 году произошли многочисленные атаки на крупные компании и промышленные системы с помощью программ Shadowpad и CCleaner, они были инфицированы вирусом-шифровальщиком ExPetr и NotPetya соответственно. Подобную атаку организовать просто, а найти сложно. Данные атаки показали, что промышленные системы

более уязвимы, чем корпоративные. Это означает, что с большей долей вероятности, подобные атаки на промышленные системы станут происходить чаще.

Уязвимости в программном обеспечении и системах могут являться некорректностью кодирования или ошибками проектирования, а также иметь злоумышленный или непреднамеренный характер. В настоящее время существует много инструментов и средств для проведения тестирования безопасности информационных систем, которые позволяют заранее предугадать, заметить и исправить уязвимости.

Существует большое разнообразие методов анализа, а также реализующих их программных средств:

1. Метод CRAMM – был разработан Службой Безопасности Великобритании, и является довольно мощным универсальным инструментом, позволяющим помимо анализов рисков решать достаточно широкий ряд аудиторских задач.

2. Программное обеспечение RiskWatch является мощным средством анализа и управления рисками. В методе RiskWatch заложены критерии оценки использования «предсказания годовых потерь».

3. COBRA и BuddySystem – программные продукты, позволяющие осуществлять как количественный, так и качественный анализ рисков, связанных с нарушением физической безопасности.

Однако, интересно рассмотреть наиболее актуальные и перспективные средства аудита информационных систем.

В данный момент существует два результативных метода тестирования безопасности:

1. Метод тестирования «RedTeam».

2. Техника тестирования методом «Фаззинг».

Наиболее качественным методом тестирования безопасности уже готовой информационной инфраструктуры является «RedTeam».

Баланс между отличной безопасностью и удобством пользования информационной системой компании – главная проблема нашего времени.

Многим сотрудникам достаточно сложно соблюдать все строгие правила, установленные для обеспечения безопасности компании. В итоге сотрудники требуют большего комфорта и удобства в своей работе, что влечет за собой снижение общей защищенности информационной системы компании. Защищенность системы снижается в угоду экономическим, практическим и бизнес-процессам.

Часто в компаниях очень доверяют программным продуктам, которые должны обеспечивать защиту информационной системы компании. При этом многие не задумываются, что данный защитный продукт может стать той самой дополнительной уязвимой точкой в системе. Достаточно злоумышленнику найти уязвимость нулевого дня в данном программном продукте.

Рассматривая ситуацию, описанную выше, часто пренебрегают методом тестирования «RedTeam», относясь к нему с опаской и не до конца понимая сущность данного термина. Но в то же время, данный метод очень результативен и позволяет значительно повысить защищенность организации в информа-

ционной сфере, находя уязвимости и закрывая их прежде, чем они будут найдены злоумышленниками.

Отличается RedTeam от обычного аудита информационной системы или пентеста тем, что нет практически никаких ограничений. Производится полностью реальная атака на инфраструктуру компании, после согласования и принятия работы у заказчика. Производятся атаки от внешнего периметра, физического доступа, до «жестких» социотехнических методов. При этом задача работников компании – обеспечить защиту инфраструктуры компании вслепую (команду защитников не предупреждают о том, что будет проводиться атака, и ситуация не отличается от нападения реальных злоумышленников). RedTeam максимально реалистично воспроизводит настоящую атаку на компанию.

Атаки RedTeam могут длиться несколько месяцев, и атакующие будут действовать максимально «жестко» на инфраструктуру (это может приводить к выходу некоторых компонентов системы из строя).

Данный метод позволяет очень многогранно оценить устойчивость системы к атакам, найти большое количество уязвимостей и впоследствии исправить их, а также проверить подготовку и компетентность сотрудников отдела информационной безопасности в компании.

Различные уязвимости информационных систем и программного обеспечения целесообразнее искать на этапе разработки. В данном случае отличный результат демонстрирует тестирование методом «Фаззинг».

Фаззинг хоть и является достаточно старой техникой тестирования, разработанной ещё в 1988 году, но в настоящее время ее актуальность вышла на новый уровень благодаря тому, что технология продолжает активно развиваться, и эффективность такой техники до сих пор очень велика.

Фаззинг – представляет собой автоматизированное тестирование программного обеспечения, заключающееся в том, что на вход исследуемой программы подаются случайные, модифицированные, неправильные, неожиданные значения, вызывая аномалии в поведении программы. Предметом интереса являются падения, зависания, вылеты, утечки памяти, нарушение логики программы.

Аномальное поведение или завершение работы исследуемой программы в ходе фаззинга, позволяет сделать вывод о наличии уязвимости и закрыть ее еще на этапе разработки.

С помощью фаззинга можно тестировать файлы, протоколы, драйверы, веб-приложения, программное обеспечение и т.д.

Крупные компании используют данную технику тестирования своих программных продуктов.

Например, компания Google для тестирования браузера Chrome создала целый кластер ClusterFuzz, из нескольких сотен виртуальных машин. Таким образом, большинство уникальных уязвимостей были идентифицированы и закрыты еще до того, как этот код дошел до стабильного релиза.

Также специалисты команды GoogleProjectZero протестировали компонент ядра Windows и обнаружили 16 опасных уязвимостей. Большинство уязвимо-

стей, которые нашли специалисты Google, подходило для расширения прав, с которыми исполняется вредоносный код.

В процессе исследования кода мультипротокольного открытого VPN-сервера (SoftEther) и fuzzing-тестирования в проекте было обнаружено одиннадцать уязвимостей. Разработчики оперативно выпустили обновление, в котором устранили обнаруженные проблемы.

Обсуждение

Проанализировав тенденций развития киберугроз в 2017 году, опираясь на отчеты крупных компаний и сравнивая их с инцидентами прошлых лет, можно сформировать следующие выводы:

1. Массовые атаки на компании будут продолжаться, усиливаться и эволюционировать.

2. Будущие атаки будут нацелены на деструктивное воздействие, вывод из строя инфраструктуры целевой организации и получение прибыли. Атаки на промышленные системы станут происходить чаще.

3. Кибератаки станут более обширными, затрагивая не только целевые компании, но и их партнеров.

4. Многим компаниям, особенно в российском сегменте, необходимо развить привычки и идеологию построения безопасности, постепенно привлекая специалистов по информационной безопасности для проведения систематического аудита инфраструктуры компании, своевременного обновления программного обеспечения и операционных систем на компьютерах работников компании, а также применения всех необходимых мер защиты.

По причине того, что возросла популярность троянов-шифровальщиков, можно сформировать перечень правил, повышающих безопасность пользователя информационной системы:

- необходимо как можно чаще делать бэкапы. Желательно иметь хотя бы два места, где будут храниться бэкапы. Например, один в облаке, а другой на съемном жестком диске;

- для устройства, на котором хранится бэкап необходимо установить ограниченные права доступа только на чтение и на запись. Таким образом не будет возможности удалить или перезаписать файлы на носителе;

- необходимо настроить спам-фильтр в почте;

- нельзя открывать вложения к письмам, которые прислали незнакомые люди, т.к. злоумышленники часто создают фальшивые письма, похожие на настоящие, чтобы распространять вредоносное программное обеспечение (фишинг);

- ссылку на вредоносное программное обеспечение могут прислать со взломанного аккаунта знакомого человека. Необходимо быть бдительным и не переходить по сомнительным ссылкам;

- включить функцию «Показывать расширения файлов». Так будет легче увидеть подозрительный файл, т.к. трояны часто имеют расширение файла «exe», «vbs», «scr»;

– регулярно проверять и устанавливать обновления системы и браузера;

Исходя из рассмотренных средств аудита информационных систем, можно сделать вывод, что технология фаззинг работает весьма эффективно и позволяет специалистам активно избавляться от уязвимостей в своих продуктах и системах.

Это подтверждается и тем, что компания Google выпустила фаззер OSS-Fuzz, чтобы помочь сделать программное обеспечение с открытым исходным кодом более безопасным и стабильным. Каждый день OSS-Fuzz проводит 10 триллионов тестирований.

При этом метод тестирования «RedTeam» позволяет более обширно и точно провести аудит системы на уязвимости, учитывая всю инфраструктуру предприятия, и симулируя реальные действия злоумышленников. Подобный метод позволяет протестировать абсолютно все уровни предприятия, начиная от сотрудников заканчивая информационной системой.

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод о том, что существуют достаточно эффективные и проверенные методы обнаружения уязвимостей, а также с помощью статистических данных можно предсказать тенденцию и вектор развития киберугроз.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. М. Саттон, А. Грин, П. Амини. Fuzzing: исследование уязвимостей методом грубой силы [Электронный ресурс] : <http://i.booksgid.com/web/online/42526>.
2. Автоматическое тестирование программ [Электронный ресурс] : <https://habrahabr.ru/post/128503/>.
3. Быстрый security-oriented fuzzing с AFL [Электронный ресурс] : <https://habrahabr.ru/post/259671/>.
4. Johannes Merkert Google belohnt Open Source-Projekte, die Fuzzing erlauben [Электронный ресурс] : <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Google-belohnt-OpenSource-Projekte-die-Fuzzing-erlauben-3708136.html>.
5. Ольга Зиненко. Актуальные киберугрозы 2017 года [Электронный ресурс] : <http://qoo.by/49m7>.
6. Norton Cyber Security Insights Report 2017 Canadian Results [Электронный ресурс] : <https://goo.gl/KkTqqU>.
7. Peach Fuzzer [Электронный ресурс]: <http://peachfuzzer.com/>.
8. Fuzzing [Электронный ресурс]: <https://www.owasp.org/index.php/Fuzzing>.
9. Борис Бейзер. Тестирование черного ящика [Электронный ресурс]: <http://filegiver.com/free-download/Boris-Beyzer-Testirovanie-chernogo-yashchika.pdf>.
10. Джорджия Вейдман. Penetration Testing: A Hands-on Introduction to Hacking [Электронный ресурс] : <https://repo.zenk-security.com/Magazine%20E-book/Penetration%20Testing%20-%20A%20hands-on%20introduction%20to%20Hacking.pdf>.
11. Крис Энли. Penetration Testing: A Hands-on Introduction to Hacking [Электронный ресурс] : <https://goo.gl/QgCnEU>.

© И. О. Томилов, Е. В. Грицкевич, 2018

ШПИОНСКОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ НЕГО

Полина Александровна Звягинцева

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, старший преподаватель кафедры информационной безопасности, тел. (383)343-91-11, e-mail: polina11-03@mail.ru

Роман Олегович Максименко

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (913)063-99-52, e-mail: max_roma96@inbox.ru

Описываются понятия и типы шпионского программного обеспечения. В статье приведены функции и цели шпионского программного обеспечения. Анализируются возможные способы проникновения шпионского программного обеспечения в систему. Рассматривается поведение шпионского программного обеспечения в системе. Описываются признаки нахождения в системе шпионского программного обеспечения. Рассматриваются способы и средства обнаружения шпионского программного обеспечения. Анализируются плюсы и минусы различных способов противодействия шпионскому программному обеспечению. Рассматриваются методы и средства противодействия угрозам со стороны шпионского программного обеспечения. Выделяются способы борьбы антишпионских программ со шпионским программным обеспечением и описываются их преимущества и недостатки. Сформирован список действий, делает защиту от шпионского программного обеспечения максимально продуктивной.

Ключевые слова: шпионское программное обеспечение, spyware, кейлоггер, антивирусная программа, слежение, сбор информации, угрозы.

SPYWARE AND METHODS AGAINST IT

Polina A. Zviagintcheva

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Senior Lecturer, Department of Information Security, phone: (383)343-91-11, e-mail: polina11-03@mail.ru

Roman O. Maksimenko

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (913)063-99-52, e-mail: max_roma96@inbox.ru

The concepts and types of spyware are described. The article describes the functions and purposes of spyware. Possible ways of penetrating spyware into the system are analyzed. The behavior of spyware in the system is considered. Descriptions of the presence of spyware in the system are described. Methods and means for detecting spyware are discussed. The pros and cons of various ways of countering spyware are analyzed. Methods and means of countering threats from spyware are discussed. The ways of fighting anti-spyware programs with spyware are outlined and their advantages and disadvantages are described. Formed a list of actions, makes protection against spyware as productive as possible.

Key words: spyware, keylogger, antivirus program, tracking, collection of information, threats.

Введение

Вопросы безопасности и конфиденциальности находятся в центре внимания, как никогда раньше. Новые вирусы, угрозы, связанные с программными ошибками и различными формами вредоносного программного обеспечения, ежедневно угрожают целостности нашим данным. Большинство из этих угроз существуют уже довольно долгое время, но в последние годы все больше и больше угрожает новый тип угрозы: угроза шпионских программ.

Шпионское программное обеспечение(Spyware) - это программное обеспечение, которое предназначено для сбора информации в системе без ведома пользователя и которое может отправлять такую информацию другому субъекту без согласия потребителя. Шпионское программное обеспечение(ПО), в основном, подразделяется на четыре типа: системные мониторы, трояны, рекламное ПО и программы отслеживания. Шпионское ПО используется для отслеживания и хранения действий интернет-пользователей в Интернете и показа всплывающих объявлений. Некоторые шпионские программы, такие как клавиатурные шпионы, могут быть установлены владельцем общего, корпоративного или общедоступного компьютера намеренно, чтобы контролировать пользователей. Хотя термин «шпионское ПО» предлагает программное обеспечение, которое контролирует вычисления пользователя, функции шпионских программ могут выходить за рамки простого мониторинга. Spyware может собирать практически любые данные, включая личную информацию, такую как привычки к интернет-серфингу, учетные записи пользователей и информацию о банковских или кредитных счетах. Spyware также может препятствовать пользовательскому управлению компьютером, устанавливая дополнительное программное обеспечение.

Некоторые программы-шпионы могут изменять настройки компьютера, что может привести к медленным скоростям подключения к Интернету, несанкционированным изменениям в настройках браузера или изменениям настроек программного обеспечения. Иногда шпионские программы распространяются вместе с подлинным программным обеспечением и могут исходить от вредоносного веб-сайт. В ответ на появление шпионских программ возникла индустрия в борьбе с программным обеспечением для защиты от шпионских программ. Запуск антишпионского программного обеспечения стал широко признанным элементом компьютерной безопасности, особенно для компьютеров под управлением Microsoft Windows. В ряде юрисдикций приняты антишпионские законы, которые обычно нацелены на любое программное обеспечение, которое тайно установлено для управления компьютером пользователя [1-5].

Способы проникновения шпионского программного обеспечения

Шпионское ПО не обязательно распространяется так же, как вирус или червь, поскольку зараженные системы обычно не пытаются передавать или копировать программное обеспечение на другие компьютеры. Вместо этого программа-шпион устанавливает себя в систему, обманывая пользователя или используя уязвимости программного обеспечения. Spyware может попытаться обмануть пользователей, объединив себя с нужным программным обеспечением. Некоторые авторы шпионских программ заражают систему через дыры безопасности в веб-браузере или в другом программном обеспечении. Когда пользователь переходит на веб-страницу, управляемую автором шпионского ПО, страница содержит код, который атакует браузер и заставляет загружать и устанавливать программы-шпионы. Установка шпионского ПО часто включает в себя Internet Explorer. Его глубокая интеграция со средой Windows делает ее уязвимой для атаки. Internet Explorer также служит точкой входа для программ-шпионов в виде объектов-помощников браузера, которые изменяют поведение браузера для добавления панелей инструментов или для перенаправления трафика [6,7].

Программа-шпион редко одна на компьютере: зараженная машина обычно имеет несколько инфекций. Пользователи часто замечают нежелательное поведение и ухудшение производительности системы. Инфекция шпионских программ может создать значительную нагрузку на центральный процессор(ЦП), использование диска и сетевой трафик. Также часто встречаются проблемы со стабильностью, такие как замораживание приложений, невозможность загрузки и общесистемные сбои. В некоторых случаях шпионское ПО даже не проявляется. Пользователи предполагают, что проблемы производительности связаны с неисправным оборудованием, проблемами установки Windows или другой неисправностью. В некоторых случаях, чтобы очистить систему от заражения шпионским ПО может потребоваться чистая переустановка всего программного обеспечения. Кроме того, некоторые типы программ-шпионов отключают программные брандмауэры и антивирусные программы и / или уменьшают настройки безопасности браузера, которые еще больше открывают систему для дальнейших инфекций. Некоторые программы-шпионы отключают или даже удаляют конкурирующие программы-шпионы, так как большое количество шпионского ПО повышает вероятность, что пользователи обнаружат его и предпримут меры для удаления программ. Кейлогеры(клавиатурные шпионы) иногда являются частью пакетов вредоносных программ, загружаемых на компьютеры без ведома владельцев. Кейлогеры могут быть в открытом доступе в Интернете или являться коммерческими, или частными приложениями. Большинство клавиатурных шпионов позволяют захватывать не только нажатия клавиш клавиатуры, но также могут собирать снимки экрана с компьютера. Обычный пользователь Windows имеет административные привилегии, в основном для удобства. Из-за этого любая программа, которую пользователь запускает, имеет неограниченный доступ к системе. Как и в случае с другими операционными системами, пользователи Windows могут следовать принципу

наименьших привилегий и использовать учетные записи, отличные от администратора. В качестве альтернативы, они также могут уменьшить привилегии определенных уязвимых процессов, связанных с Internet, таких как Internet Explorer. Когда программе требуются административные привилегии, всплывающее окно «Контроль учетных записей пользователей» будет предлагать пользователю разрешить или запретить действие [8-10].

Способы обнаружения шпионского программного обеспечения

Для обнаружения программ-шпионов пользователи компьютеров обнаружили несколько методов, полезных в дополнение к установке антишпионских программ. Многие пользователи установили веб-браузер, отличный от Internet Explorer, например, Mozilla Firefox или Google Chrome. Хотя браузер не является полностью безопасным, Internet Explorer подвержен большему риску заражения шпионскими программами из-за своей большой базы пользователей, а также уязвимостей, таких как ActiveX. Некоторые интернет-провайдеры, использовали другой подход к блокированию программ-шпионов: они используют свои сетевые брандмауэры и веб-прокси для блокирования доступа к веб-сайтам, которые, как известно, устанавливают шпионское ПО. Отдельные пользователи могут также установить брандмауэры из разных компаний. Они контролируют поток информации, поступающей на сетевой компьютер, и обеспечивают защиту от шпионских и вредоносных программ. Шпионское ПО может быть установлено через определенные условно бесплатные программы, предлагаемые для загрузки. Загрузка программ только из авторитетных источников может обеспечить некоторую защиту от этого источника атаки [11,12].

Для борьбы с растущим распространением программ-шпионов был разработан ряд коммерческих решений. Например, как AdAware, так и SpyBot являются популярными инструментами, которые могут удалять большое количество программ-шпионов. Проблема с существующими инструментами обнаружения шпионских программ заключается в том, что они используют сигнатуры для обнаружения известных экземпляров шпионских программ. Таким образом, они требуют частого обновления базы данных и не могут идентифицировать ранее невидимые образцы. Чтобы устранить ограничения обнаружения вредоносных программ на основе сигнатур, были предложены методы, основанные на поведении. Эти методы пытаются охарактеризовать поведение программы, таким образом, который не зависит от его двоичного представления. Делая это, можно обнаружить целые классы вредоносных программ. Примером использования характеристик поведения для обнаружения вредоносного кода является Strider Gatekeeper от Microsoft [13,14].

Методы защиты от шпионского программного обеспечения

Поскольку увеличилась угроза шпионских программ, для ее противодействия возник ряд методов. К ним относятся программы, предназначенные для

удаления или блокировки программ-шпионов, а также различные пользовательские методы, которые уменьшают вероятность получения шпионских программ в системе. Тем не менее, шпионское ПО остается серьезной угрозой для пользователей. Когда большое количество шпионских программ заражает систему, единственным средством может быть резервное копирование пользовательских данных и полная переустановка операционной системы.

Антишпионские программы могут бороться с программами-шпионами двумя способами:

1. Они могут обеспечить защиту в режиме реального времени способом, подобным антивирусной защите: они сканируют все входящие сетевые данные для шпионских программ и блокируют любые обнаруженные угрозы.

2. Программы для защиты от шпионских программ могут использоваться исключительно для обнаружения и удаления программ-шпионов, которые уже были установлены в компьютер. Этот вид антишпионских программ часто может быть установлен для сканирования по регулярному графику. Такие программы проверяют содержимое реестра Windows, файлов операционной системы и установленных программ, а также удаляют файлы и записи, которые соответствуют списку известных программ-шпионов [15,16].

Защита в режиме реального времени от шпионских программ работает одинаково с антивирусной защитой: программное обеспечение сканирует файлы на диске во время загрузки и блокирует активность компонентов, которые, как известно, представляют собой шпионское ПО. Более ранние версии антишпионских программ были сосредоточены главным образом на обнаружении и удалении. Как и большинство антивирусных программ, многие антишпионские / рекламные инструменты требуют часто обновляемой базы данных угроз. По мере выпуска новых программ-шпионов разработчики антишпионских программ обнаруживают и оценивают их, добавляя в список известных программ-шпионов, что позволяет программному обеспечению обнаруживать и удалять новые шпионские программы. В результате антишпионское программное обеспечение имеет ограниченную полезность без регулярных обновлений. Обновления могут быть установлены автоматически или вручную. Популярным распространенным средством для удаления шпионских программ является HijackThis, который сканирует определенные области операционной системы Windows, в которых часто находится программа-шпион, и представляет список элементов для удаления вручную. Если программа-шпион не заблокирована и ей удастся установить себя, она может противостоять попыткам удаления себя.

Некоторые программы работают в парах: когда антишпионский сканер завершает один запущенный процесс, другой перезапускает убитую программу. Аналогично, некоторые шпионские программы будут обнаруживать попытки удаления ключей реестра и немедленно добавлять их снова. Как правило, загрузка зараженного компьютера в безопасном режиме позволяет антишпионской программе с большей вероятностью обезвредить шпионское ПО.

Важно понимать, что нельзя быть полностью защищенным от программ-шпионов. Проанализировав режимы и способы работы антишпионского программного обеспечения, можно сделать вывод, что для максимальной защиты от шпионского программного обеспечения необходимо использовать комплекс средств защиты и проводить мониторинг и анализ работы системы [17,18].

Для максимального контроля системы и защиты от шпионского программного обеспечения сформирован следующий список, того как контролировать свою систему и проверять признаки наличия программ-шпионов в системе:

1. Программы антишпионы. Программы антишпионы ищут сигнатуры или трассировки, которые относятся к определенному программному обеспечению шпиона. Некоторые просто выполняют сканирование текстовой строки, чтобы найти их, а другие фактически извлекают и пытаются удалить шпионское ПО.

2. Системные ресурсы. Плохо написанное программное обеспечение шпиона почти всегда потребляет большие системные ресурсы. Необходимо следить за системными ресурсами, нехваткой памяти, большим количеством активности на жестком диске.

3. Доступ к системе. Следите за тем, чтобы посторонние люди не получали доступ к вашей системе. Многие программные средства, предназначенные для шпионажа, требуют физического доступа к целевой машине.

4. Мониторы установки ПО. В настоящее время на рынке находятся программные продукты, которые регистрируют каждую установку, которая происходит на компьютере. Таким образом, можно обнаружить установку многих шпионов.

5. Антивирус. Многие антивирусные программы могут обнаружить шпионское программное обеспечение, поскольку оно часто классифицируется как «Троянские кони». Обновляйте антивирусное программное обеспечение и убедитесь, что оно работает в фоновом режиме.

6. Персональный брандмауэр. Брандмауэры предупреждают вас как о входящей, так и исходящей активности. Вы можете управлять тем, что разрешено в вашей системе и из нее. Следите за подозрительными программами, которые пытаются отправить данные из вашей системы.

Заключение

Рассмотрено понятие и изучены виды и типы шпионского программного обеспечения. Проанализированы способы проникновения шпионского программного обеспечения в систему, рассмотрено поведение вредоносного программного обеспечения. Рассмотрены различные способы обнаружения шпионского программного обеспечения в системе. Выделены 2 способа борьбы антишпионского программного обеспечения с программами шпионами и проанализировав это, предложены шаги противодействия шпионскому ПО, которые позволяют минимизировать риски заражения, данным видом вредоносного программного обеспечения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шпионские программы (Spyware). Информационно-аналитический центр, посвященный информационной безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.anti-malware.ru/threats/spyware>.
2. Холмогоров В. Про вирусы. – М. : Страта, 2016. -162 с. ISBN 978-5-9909788-0-5.
3. Эдвардс М. Д. Защита сети от шпионских программ [Электронный ресурс]. – Издательство «Открытые системы». – Режим доступа : <https://www.osp.ru/winitpro/2005/07/380119/#vr>.
4. Ковалев А. Защита от клавиатурных шпионов с помощью современных методов защиты информации. Информационный портал SecurityLab.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.securitylab.ru/contest/432604.php>.
5. Скоудис Э. Рекомендации по противодействию шпионскому программному обеспечению. Искусство управления информационной безопасностью ISO27000.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.iso27000.ru/informacionnye-rubriki/peredovoi-opyt-i-rekomendacii-ekspertov/recommendations-for-thwarting-spyware>.
6. Fadel O. Shaban. Spyware Detection. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 92 с. ISBN 9783659488832.
7. Reiner Creutzburg. Handbook of Malware 2016. –Fachbereich Informatik und Medien, 2016. – 231 с. https://www.researchgate.net/publication/305469492_Handbook_of_Malware_2016_-_A_Wikipedia_Book.
8. Egele M., Kruegel C., Kirda E., Yin H., Song D. Dynamic Spyware Analysis. In: Usenix Annual Technical Conference (2008).
9. Lavasoft: Ad-Aware, <http://www.lavasoftusa.com/software/adaware>.
10. Yin, H., Song, D., Egele, M., Kruegel, C., Kirda, E.: Panorama: Capturing Systemwide. Information Flow for Malware Detection and Analysis. In: ACM Conference on Computer and Communication Security, CCS (2008).
11. E. Kirda, C. Kruegel. Behavior-based Spyware Detection. Secure Systems Lab, Technical University Vienna <https://pdfs.semanticscholar.org/b8c9/755be9395d742fd8623b11c72ffb085a01ee.pdf>.
12. M. Klang. Spyware – The ethics of covert software.
13. Porter A. A day in the life of spies - spyware everywhere. <http://www.spywareguide.com/>.
14. D. Jonasson. What is Spyware? <https://www.ida.liu.se/~TDDD17/oldprojects/2005/final-projects/prj04.pdf>.
15. P. Zollo. Big Book of Spyware. -CreateSpace Independent Publishing Platform, 2015. - 146 p. ISBN 9781519680334.
16. Larson B. V. Spyware. – No Starch Press, 2010. – 203 p.
17. M. Sikorski A. Honig. Practical Malware Analysis: The Hands-On Guide to Dissecting Malicious Software. – No Starch Press, 2012. – 800 p. ISBN 9781593272906.
18. V. Marak. Windows Malware Analysis Essentials. – Packt Publishing, 2015. – 330 p. ISBN 9781785281518.

© П. А. Звягинцева, Р. О. Максименко, 2018

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В ИНТЕРНЕТЕ ВЕЩЕЙ

Анна Александровна Бубнова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (913)797-92-86, e-mail: bubnova.anja@rambler.ru

Геннадий Александрович Сырецкий

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10; Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, кандидат технических наук, тел. (383)346-11-77, e-mail: sga-2002k@mail.ru

Евгений Владимирович Грицкевич

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры информационной безопасности, тел. (383)343-91-11, e-mail: gricew@mail.ru

В данной статье рассматривается технология Интернет вещей, ее архитектура, описан каждый уровень и применяемые технологии, информационная безопасность Интернета вещей. Приводятся критерии безопасности данных в Интернете вещей, риски и угрозы, связанные с информационной безопасностью Интернета вещей. Описываются угрозы RFID технологии Интернета вещей, варианты реализации защиты информации и оценена эффективность реализации защиты.

Ключевые слова: интернет вещей, информационная безопасность, беспроводные сети, RFID технология, архитектура интернета вещей, эффективность методов защиты информации, риски информационной безопасности, облачные технологии, большие данные.

RESEARCH THE EFFECTIVENESS OF THE INFORMATION PROTECTION METHODS IN THE INTERNET OF THINGS

Anna A. Bubnova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (913)797-92-86, e-mail: bubnova.anja@rambler.ru

Gennady A. Syretsky

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia; Novosibirsk State Technical University, 20, Prospect K. Marx St., Novosibirsk, 630073, Russia, Ph. D., phone: (383)346-11-77, e-mail: sga-2002k@mail.ru

Evgenij V. Gritskevich

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Information Security, phone: (383)343-91-11, e-mail: gricew@mail.ru

In this article I consider a new technology of the Internet of things, its architecture, describes each level and applied technologies, information security of the Internet of things. The article contains the criteria for the security of data of the Internet of things, risks and threats related to the information security of the Internet of things. Describe the threats of RFID technology of the Internet of things, the options for implementing information protection, and the effectiveness of the implementation of protection

Key words: internet of things, information security, wireless network, RFID technology, architecture of the Internet of things, effectiveness of information security methods, risks of information security of the Internet of things, cloud computing, big data.

Сегодня мы находимся на стадии четвертой индустриальной революции. Уже никого не удивить телефонами или компьютерами. Информатизация движется, и умными становятся бытовая техника, электроприборы, медицинское оборудование. Датчики и сенсоры становятся умнее, они могут сообщать информацию о погоде, состоянии окружающего мира, животных, растений, погоды.

Умные приборы, взаимодействие их между собой, объединение их в сеть, с возможностью управления ими с помощью Интернета представляет собой концепцию Интернета вещей. [1] Примерами систем, работающих без прямого участия человека, можно назвать – автоматические системы полива, датчики пожарной, охранной сигнализации, системы управления освещением, светофоры.

Условно можно выделить следующие события, повлиявшие на зарождение Интернета вещей:

- доступная беспроводная связь;
- рост количества мобильных устройств;
- дешевизна датчиков: смартфон сегодня не был бы тем самым умным устройством, если бы не наличие в нем множества датчиков. В зависимости от модели можно говорить о следующих датчиках: датчик приближения, внешнего освещения/внешних звуков, температуры/влажности, акселерометр, магнитометр, барометр, гиродатчик, сопроцессор движения;
- возникновение облачных хранилищ данных;
- совершенствование аналитических программ.

В результате Интернет вещей обретает больше возможностей для развития. Производятся новые устройства, гаджеты, планшеты, очки Google Glass, дроны, беспилотные авто. [2]

Важную роль в становлении и успешном внедрении Интернета вещей играют различные перспективные технологии, такие как:

- облачные технологии, или облачные вычисления (Cloud Computing): осуществляет предоставление сетевого доступа по запросу (требованию) к некоторым вычислительным ресурсам;
- большие данные (Big Data): представляет собой набор инструментов и методов обработки неструктурированных данных колоссальных объемов для получения необходимых результатов обработки;
- повсеместная компьютеризация.

Критериями безопасности данных в Интернете вещей, как в информационной системе, являются 3 составляющих:

- целостность – свойство информации, гарантирующее обеспечение достоверной, полной информации и методов ее обработки в Интернете вещей;
- конфиденциальность – свойство информации, гарантирующее, что доступ к данным в Интернете вещей имеют только пользователи, которым разрешен доступ к этим данным;
- доступность – свойство информации, гарантирующее, что ресурсы и средства доступны только авторизованным пользователям и компонентам систем Интернета вещей.

Целью данной работы является анализ всех составляющих информационной безопасности в тесной связи с применяемыми технологиями Интернета вещей для определения наиболее критических сегментов с точки зрения возможных ее нарушений.

В соответствии с этой целью были поставлены следующие задачи:

- рассмотреть существующие типы архитектур Интернета вещей и выбрать наиболее подходящую архитектуру для ее анализа с точки зрения обеспечения защиты информации;
- проанализировать существующие риски и угрозы Интернета вещей в соответствии с выбранной архитектурой;
- подробно исследовать один из наиболее используемых вариантов реализации концепции Интернета вещей с точки зрения наглядности применяемых технологий.

Технологии Интернет вещей могут включать в себя следующие компоненты: радиочастотную идентификацию RFID и всепроникающие сенсорные сети USN. Структура сети USN построена на базе протокола IPv6 – 6LoWPAN. Протокол 6LoWPAN представляет собой стандарт взаимодействия поверх маломощных беспроводных персональных сетей стандарта IEEE 802.15.4 (или, другими словами, ZigBee) по протоколу IPv6. [3]

Возможность протокола 6LoWPAN присваивать IP-адреса всем RFID-меткам и сенсорным датчикам предоставляет возможность реализовать технологию Интернет вещей.

Internet of Things (IoT) включает множество компонентов: линии связи, маршрутизаторы, сетевые шлюзы, IoT-платформы. Изначально Интернет вещей был просто сетью сетей, но сегодня появляются новые уровни взаимодействия с физическим миром. [4]

С точки зрения технологий Интернет вещей можно рассматривать как следующие направления:

- сбор и хранения данных (сбор информации);
- анализ и визуализация данных (обработка информации);
- передача данных, используя технологии связи, датчики, системы управления (передача информации).

Базовые составляющие Интернета вещей:

- коммуникации малого радиуса действия;
- межмашинные коммуникации;
- беспроводные сенсорные сети.

Для анализа информационной безопасности Интернета вещей выбрана четырехуровневая система.

Интернет вещей относится к сетям нового поколения или NGN, которые представляют собой мультисервисные сети, ядром которых являются IP-сети, поддерживающие частичную или полную интеграцию услуг передачи данных, речи, мультимедиа. [5] Архитектура IoT схожа с архитектурой NGN.

Первый уровень – это уровень сенсоров и сенсорных сетей, состоит из «умных» объектов и устройств, взаимодействующих с датчиками (или сенсорами). Датчики осуществляют связь цифрового и физического мира, обеспечивая сбор и обработку данных в реальном времени. Сегодня, когда сенсоры очень малы, стало возможно интегрировать их в объекты физического мира. Сенсоры могут иметь память, в которой могут храниться результаты измерений, они могут изменять параметры контролируемого объекта и преобразовывать их в сигнал, который будет принят соответствующим устройством.

Большинству датчиков и сенсоров необходимо соединения со шлюзом, которые можно осуществлять по локальной вычислительной сети LAN, таких как Ethernet и Wi-Fi, по персональной сети PAN, таких как Bluetooth, ZigBee и ультраширокополосной беспроводной связи на малых расстояниях UWB. Некоторые сенсоры могут осуществлять связь с приложениями или серверами с использованием глобальных беспроводных сетей, WAN, таких как GPRS, GSM, LTE. Сенсоры с низкой скоростью передачи данных и энергопотреблением могут образовывать беспроводные сенсорные сети WSN. [6]

Второй уровень – уровень шлюзов и сетей состоит из конвергентной сетевой инфраструктуры, которая создается вследствие интеграции разнородных сетей в единую сетевую платформу. Конвергентный абстрактный сетевой уровень в Интернете вещей позволяет нескольким пользователям независимо и совместно без ущерба для конфиденциальности, безопасности и производительности использовать ресурсы через соответствующие шлюзы в одной сети.

Третий уровень – сервисный уровень содержит набор информационных услуг, призванных автоматизировать технологические и бизнес операции в Интернете вещей. Это может быть – аналитическая обработка данных, прогностическая аналитика, хранение данных, реализация защиты информации, управление бизнес-процессами и -правилами.

Четвертый уровень – уровень приложений. Представляет собой совокупность различных типов приложений, реализуемых разные цели для конкретной сферы деятельности или отрасли промышленности.

Для обеспечения эффективной защиты данных и сохранения информации в Интернет вещей, необходимо определить основные риски и угрозы информа-

ционной безопасности, в соответствии с которыми будут выбраны необходимые средства защиты Интернета вещей. [7]

Риски, связанные с информационной безопасностью Интернета вещей:

- риск прослушивания: пассивное прослушивание канала связи, методы реализации заключаются в перехвате беспроводного соединения на узлах, перехват данных между узлами сети;

- риск кражи записанной информации: кража с носителей записанной информации, таких как, память RFID-метки, узлов сети;

- риски компрометации данных: нарушение защиты, факт получения злоумышленником конфиденциальной информации, такие риски можно разделить на приложения для частных лиц и для бизнеса: к первым приложениям относятся RFID-приложения, контроль доступа, электронный сбор платежей, маркировка товаров. Для пользователя угрозой является вторжение в его частную жизнь, возможные финансовые потери, слежку за передвижением пользователя, а к приложениям для бизнеса относятся приложения, реализуемые для нужд бизнес-единицы или совокупности таковых. Получение доступа к подобным приложениям, способен нарушить функционирование и выполнение всего отдельных процессов предприятия, скомпрометировав закрытую информацию. Например, приложения, занимающиеся процессом управления цепью поставок;

- анализ передаваемого потока управления: здесь примером может быть время и дата сеансов передачи данных, местоположение абонентов, их IP адреса, адресная книга, история сеансов связи;

- кражи узлов: беспроводные сети состоят из узлов, реализуемых связь между собой, получив доступ к одному из узлов можно проникнуть в систему таких узлов, или просто вывести их из строя;

- загрузка кода: код зависит от цели, он может наносить ущерб, может просто мониторить данные, может передавать данные, ущерб может быть нанесен пользователю, скомпрометировав данные, самой системе передачи данных или передаваемой информации.

Однако существуют и следующие угрозы:

- перехват ключа шифрования при передаче данных устройств друг другу;
- ненадежное хранение ключей шифрования (например, при несанкционированном доступе к узлу сети можно получить ключ шифрования);

- использование старых ключей шифрования (скомпрометированных ранее или неизменяемых);

- отсутствуют или сокращены процедуры аутентификации устройств, пакетов, пользователей, процессов в ряде технологий Интернета вещей;

- небезопасные протоколы соединений;

- недостаточная стойкость используемых алгоритмов шифрования.

Рассмотрим более подробно эффективность защиты информации на примере технологии Интернета вещей: RFID-объекта. [7]

Варианты угрозы безопасности представляют собой следующее:

- пассивное прослушивание;

- подмена идентификатора;
- отказ в обслуживании;
- преднамеренные помехи;
- «повторная передача и подмена»;
- «man in the middle» или «человек посередине»;
- атака по сторонним каналам. [8]

Следующие варианты обеспечения защиты информации можно рассмотреть, как один вариант защиты или как комплекс, объединяющий в себе несколько выбранных вариантов, для повышения эффективности защиты.

Охрана помещения – если все метки гарантированно находятся в одном помещении, необходимо обеспечить охрану данному помещению, это устраняет уязвимости, связанные с прямым доступом к меткам. Но чаще всего приложения RFID требуют перемещения объектов, в таком случае тоже необходимо организовать безопасность на физическом уровне.

Применение RFID-меток «только для чтения» – предохраняет данные от удаления или изменения считывания сигнала неавторизованным устройством.

Ограничение дальности связи «считыватель-метка» – реализуется путем ограничения дальности связи метки и устройства считывания сигнала, благодаря использованию рабочей частоты или других физических параметров метки, устройства или антенны.

Реализация закрытого протокола коммуникации – подразумевает создание протокола коммуникации и схемы шифрования данных, не предоставленные в открытом доступе. В зависимости от метода шифрования и сложности протокола метод способен обеспечить высокий уровень защиты, однако закрытые протоколы затрудняют возможность RFID-метки и приложений.

Экранирование, или клетка Фарадея – цель подхода в том, чтобы исключить доступ электромагнитных волн, поместив объект в материал, способный это обеспечить. Высокий уровень безопасности, недоступность метки устройству считывания.

Использование команды Kill – команда блокирует радиометки. RFID-метка становится неспособной к получению или отправке информации, или прекращает свою работу. Преимущество подхода – гарантия защиты персональных сведений пользователя или покупателя.

Физическая ликвидация – сильное магнитное поле. Методы противодействия могут включать использование самовосстанавливающихся предохранителей (устройство, применяемое в защите электронной аппаратуры) или диодов Зенера (диод, работающий при обратном смещении в режиме пробоя).

Шифрование и подтверждение подлинности – предоставление доступа только авторизованному пользователю, используя различные схемы шифрования и/или подтверждения подлинности. Аутентификация – это проверка подлинности идентификатора, предъявленного пользователем. Примером схемы аутентификации может быть ввод пароля авторизованным устройством, в про-

тивном случае блокировка данных на метке. Может быть реализован процесс ввода пароля на снятие блокировки.

Избирательное блокирование – схема использует блокирующие радиометки, которые имитируют присутствие множества традиционных меток, иными словами, подход препятствует чтению неавторизованным устройством считывания сигнала меток.

Блокиратор должен находиться в радиусе действия считывателя, работает как пассивная метка и защищает лишь малое количество устройств.

Происходит блокирование прохождения по дереву алгоритма случайного множественного доступа и защита от внешних вредоносных считывателей при запросах UID меток пользователя. Идея блокиратора в том, чтобы при использовании двух антенн излучать одновременно «1» и «0» в процессе случайного множественного доступа, вызывая коллизию и препятствуя прохождению считывателя по всем точкам ветвления алгоритма случайного множественного доступа. В результате этого информация об использовании защищенных UID меток остается закрытой, а пользователь защищен от нежелательного сканирования. Ее невозможно внедрить в системах, с использованием меток «только для чтения» или безмикросхемных устройствах, поскольку техника нуждается в метках с возможностью записи.

Варианты реализации избирательного блокирования: создание блокирующих радиометок и полное запыриание канала, при котором метка подавляет все устройства считывания сигнала в радиусе своего действия и, как вариант, реализует атаку отказ в обслуживании с целью нарушения работы всей RFID системы. Можно настроить устройства так, чтобы он обнаруживал подобные ситуации и сообщал специалисту.

RFID защитник – активное устройство с возможностью быть встроенным в PDA (карманный персональный компьютер) или мобильный телефон. Преимущество в том, что он может предотвратить считывание информации излучением подавляющего сигнала в полосе частот RFID-меток. Функции устройства: обмен информацией со считывателем для управления секретными ключами, аутентификацией и контролем доступа, мониторинг окружающей среды и предупреждения о возможных атаках, создание коллизий для предотвращения злоумышленного считывания информации. Устройство использует свои внутренние батареи и генерирует сигнал на дистанции 0.5 м при генерировании двух боковых частотных полос на уровне мощности, примерно равным несущему сигналу считывателя. Он так же можно быть использован для DoS-атаки.

Далее необходимо будет определить эффективность использования защитных средств, описанных выше, для RFID-объекта. Необходимо рассмотреть цель RFID-объекта: он должен передавать данные в реальном времени, без задержек, данные должны быть достоверные. Эффективность представляет собой вероятность выполнения задачи системы, в данном случае объекта с RFID-меткой, складывается из понятия пригодности (выполнение целей, требований) и оптимальности (необходимость ввода той или иной защитной меры без последствий влияния на работу системы). В соответствии с вариантом защиты

(применение экранирования, шифрования и блокиратора), система работает без сбоев, эффективность такой системы защиты высокая.

Для определения эффективности защиты информации Интернета вещей необходимо рассмотреть каждый компонент, его угрозы и реализация безопасности, то есть предложить модель угроз безопасности с использованием технологий Интернета вещей, комплекс, обеспечивающий безопасности Интернета вещей, обеспечивающий стабильную, без сбоев, работу Интернета вещей, вывод о эффективности предложенной системы безопасности, относительно требований к системе Интернета вещей. [9, 10]

Интернет вещей быстроразвивающаяся технология, требующая высокого уровня обеспечения информационной безопасности. Осуществление безопасности должно проходить на каждом уровне системы, каждой используемой в системе технологии, без ущерба для работоспособности системы. Оценка эффективности может быть реализована различными способами и средствами. Будущая работа представляет собой исследование различных методов оценки эффективности безопасности технологии Интернета вещей, реализацию экспериментально результатов нарушения ее безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Росляков А. В., Ваяшин С. В., Гребешков А. Ю. Интернет вещей : учеб. пособие. – Самара : ПГУТИ, 2015. – С. 50–79.
2. Дешко И. П., Кряженков К. Г., Цветков В. Я. Устройства, модели и архитектуры Интернета вещей : учеб. пособие. – М. : МАКС Пресс, 2017. – С. 22–31.
3. Филиппов Р. А., Филиппова Л. Б., Сазонова А. С. Интернет вещей: основные понятия и определения : учеб. пособие. – Брянск : БГТУ, 2016. – С. 13–18.
4. Kothmayr T., Schmitt C., Hu W., Brunig M., Carle G. Dtls based security and two-way authentication for the internet of things, Ad Hoc Networks, Vol. 11. № 8, 2013. – С. 2710–2723.
5. Гольдштейн Б. С., Кучерявый А. Е. Сети связи пост-NGN. – СПб : БХВ-Петербург, 2013. – С. 15–30.
6. Grieco L. A., Alaya M. B., Monteil T., Drira K. K. Architecting information centric ETSI-M2M systems, in: IEEE PerCom, 2014. – С. 3–5.
7. Финкенцеллер К. RFID-технологии: справочное пособие. – М.: ДМК Пресс, Додэка XXI, Hanser Publishers, 2016. – С. 45–53.
8. Schurgot M.R.; Shinberg D.A. Greenwald L.G. Experiments with security and privacy in IoT networks, World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM), 2015 IEEE 16th International Symposium on, 2015. – С. 1–6.
9. Бобылев А. Е., Трофимова А. В. Проблема защиты данных в интернете вещей [Электронный ресурс]. – 2016. – № 3. – С. 25. URL: <http://nauka-rastudent.ru/27/3279>.
10. Quandeng Gou (and others). Construction and Strategies in IoT Security System, Green Computing and Communications (GreenCom), 2013 IEEE and Internet of Things (iThings/CPSCoM), IEEE International Conference on and IEEE Cyber, Physical and Social Computing, 2013. – С. 1129–1132.

© А. А. Бубнова, Г. А. Сырецкий, Е. В. Грицкевич, 2018

ПРОБЛЕМЫ DDOS-АТАК В СОВРЕМЕННОЙ ИТ-ИНДУСТРИИ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ НИХ

Семён Владимирович Камышев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (913)794-33-72, e-mail: ya.lulzZz2012@yandex.ru

Игорь Николаевич Карманов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой информационной безопасности, тел. (903)937-27-90, e-mail: i.n.karmanov@ssga.ru

В данной работе на основе статистических данных рассмотрена динамика проведения DDoS-атак и риски, связанные с DDoS-атаками. Выделены наиболее часто встречающиеся типы атак. Приведены примеры простейших методов защиты от каждого из перечисленных типов, для которых существует возможность реализации силами ИТ-подразделений организаций без использования дорогостоящих систем и сервисов. Сделаны выводы о том, как и какими силами должна осуществляться защита.

Ключевые слова: DDoS-атака, сетевые угрозы, защита от DDoS.

PROBLEM OF DDOS ATTACKS IN MODERN IT-INDUSTRY AND METHODS OF PROTECTION AGAINST THEM

Semyon V. Kamyshev

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (913)794-33-72, e-mail: ya.lulzZz2012@yandex.ru

Igor N. Karmanov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Head of the Department of Information Security, phone: (903)937-27-90, e-mail: i.n.karmanov@ssga.ru

In this paper, on the basis of statistical data, the dynamics of DDoS attacks and risks associated with DDoS attacks are considered. The most common types of attacks are highlighted. The examples of the simplest methods of protection against each of these types, for which there is a possibility of implementing by IT-departments of organizations without use of expensive systems and services. Conclusions have been drawn how and by whom the protection should be performed.

Key words: DDoS attack, network threats, defense from DDoS.

Если рассматривать статистические данные, а именно, отчеты компании Positive Technologies [1, 2] за первый (рис. 1) и четвертый (рис. 2) кварталы 2017 года, видно, что относительная доля DDoS-атак в общем количестве сетевых угроз в первом квартале больше, чем в четвертом. Однако, говорить об общей тенденции снижения количества атак данного типа в абсолютном выраже-

нии не приходится. Заметим, что первый квартал 2017 года имел тенденцию спада общего числа зафиксированных инцидентов (рис. 3). В четвертом квартале наблюдается обратная ситуация – рост общего числа атак.

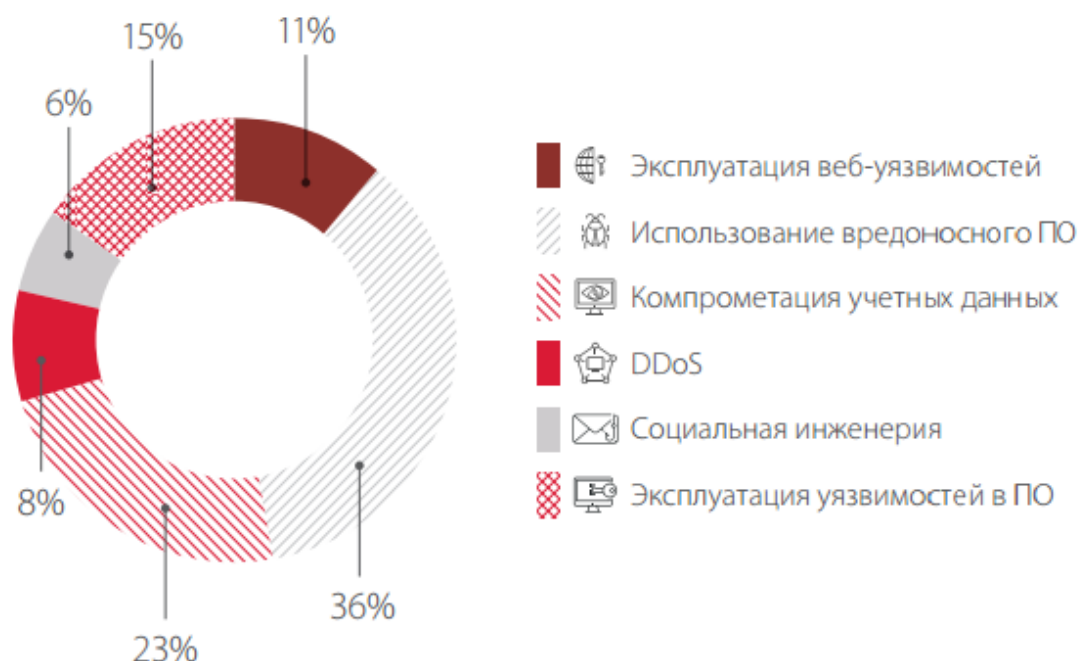


Рис. 1. Статистика атак за I квартал 2017 года

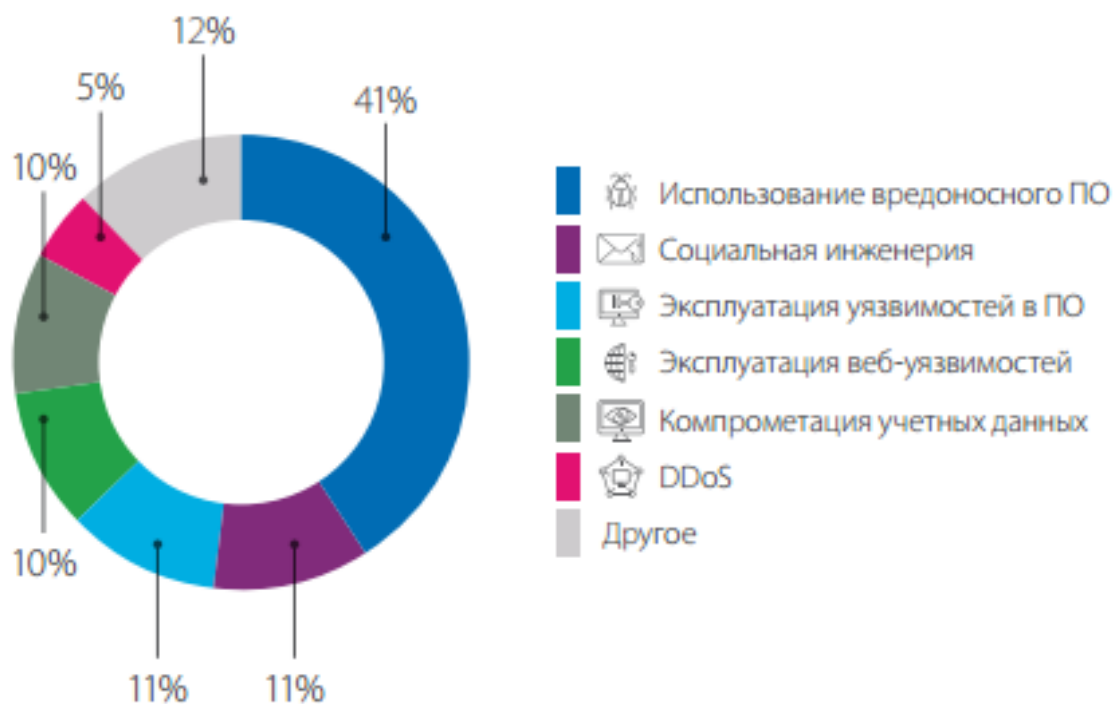


Рис. 2. Статистика атак за IV квартал 2017 года

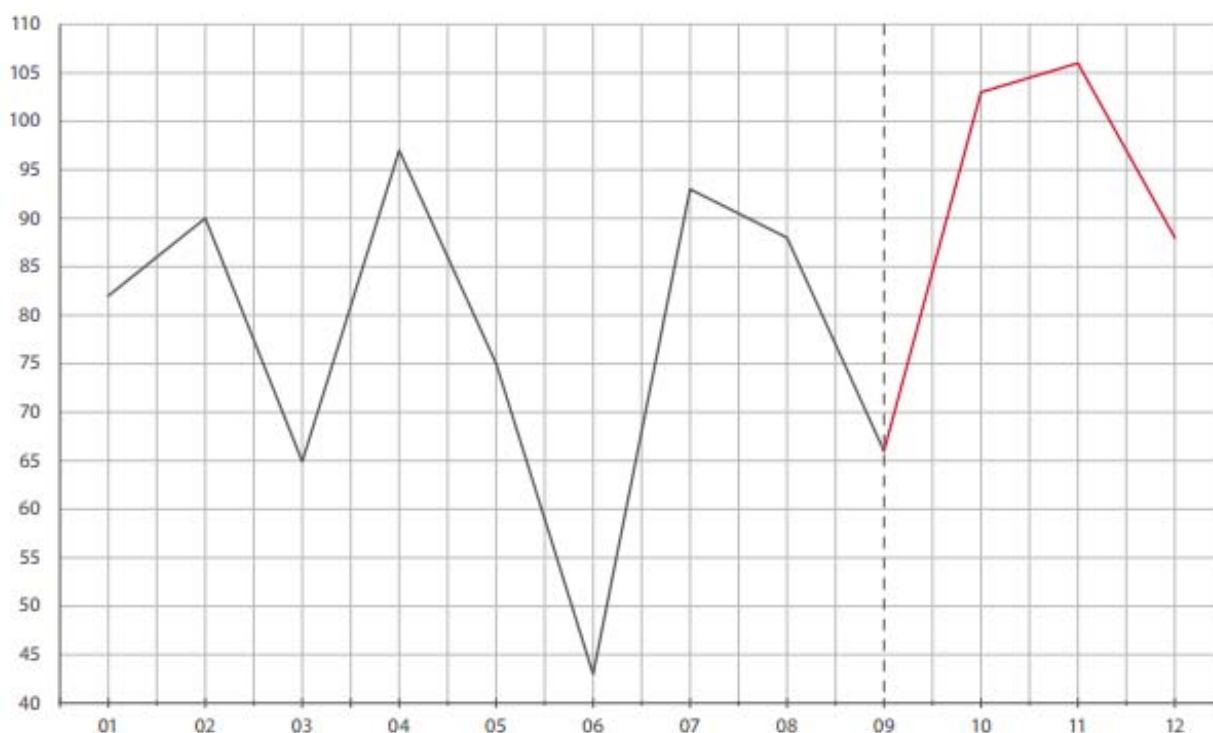


Рис. 3. Динамика количества атак за 2017 год

Такое положение вещей связано с тем, что DDoS-атаку может провести любой желающий, так как для этого не требуется каких-то специальных знаний и навыков. Этим пользуются так называемые «хактивисты», выражая свой политический протест. Меньшая часть атак направлена на получение незаконной прибыли. Такие атаки сложнее организованы, проводятся не одним человеком, а группой людей, их первоочередная задача – получение денег. Это может быть как вымогательство, так и заказные атаки на фирму конкурента.

На первый взгляд может показаться, что дела обстоят не так уж плохо, но это будет не верно, так как DDoS остается одной из наиболее серьезных проблем для малого и среднего бизнеса. Опираясь на доклад Лаборатории Касперского [3], можно сказать, что примерно половина DDoS-атак приводит к сбою в работе сервисов, а четверть - к потере важных данных.

Успешная DDoS-атака несет убытки как финансовые («прямой ущерб»), так и репутационные - риски связанные с потерей клиентской базы и контрактов.

Руководство многих предприятий до сих пор считает, что существующие средства противодействия DDoS-атакам для них слишком сложны и дороги. Учитывая простоту реализации атаки и риски, связанные с успешным её проведением, возникает вопрос о создании дешевого, но в то же время эффективного средства борьбы с DDoS.

Целью данной работы является рассмотрение существующих и наиболее популярных типов DDoS-атак. А также рассмотрение методов защиты от каждого из них, таким образом, что реализация данных методов может осуществ-

ляться непосредственно администраторами информационных систем и сетей предприятия, без привлечения сторонних организаций и вложения денег в дорогостоящие продукты. Однако, не стоит забывать, что данные методы в случае с целевой атакой будут малоэффективны, в данном случае будет целесообразно использование сервисов, использующих в своей основе фильтрацию трафика, разработанных сторонними организациями [4, 5].

Существуют различные виды DDoS-атак, в зависимости от конфигурации атакуемой сети или сервиса. Для более точного и быстрого определения вида атаки нужно понимать разницу между ними, поэтому рассмотрим наиболее популярные виды DDoS-атак [6-10].

SYN Flood. Цель атаки SYN Flood – вызвать перерасход ресурсов системы. На каждый входящий SYN-пакет система резервирует определенные ресурсы в памяти, генерирует ответ SYN+ACK, содержащий криптографическую информацию, осуществляет поиск в таблицах сессий и т. д. – то есть затрачивает процессорное время. Отказ в обслуживании наступает при потоке SYN Flood от 100 до 500 тысяч пакетов в секунду [8].

Простейший пример системы защиты от SYN Flood атак выглядит следующим образом:

- увеличение очереди «полуоткрытых» TCP – соединений:

```
# sysctl -w net.ipv4.tcp_max_syn_backlog=1024;
```

- уменьшение времени удержания полуоткрытых TCP – соединений:

```
# sysctl -w net.ipv4.tcp_synack_retries=1;
```

- включение механизма TCP syncookies:

```
# sysctl -w net.ipv4.tcp_syncookies=1;
```

- ограничение максимального числа «полуоткрытых» соединений с одного IP:

```
# iptables -I INPUT -p tcp -syn -dport 80 -m iplimit-above 10 -j DROP.
```

Smurf-атака. Атакующий посылает поддельный пакет ICMP Echo по адресу широковещательной рассылки. При этом адрес источника пакета заменяется адресом жертвы, чтобы «подставить» целевую систему. Поскольку пакет Echo послан по широковещательному адресу, все машины усиливающей сети возвращают жертве свои ответы. Послав один пакет ICMP в сеть из 100 систем, атакующий инициирует усиление DDoS-атаки в сто раз [7].

Чтобы предотвратить эффект усиления, специалисты по сетевой безопасности советуют запретить операции прямой широковещательной рассылки на всех граничных маршрутизаторах. Также дополнительно стоит установить в ОС режим «тихого» отбрасывания широковещательных эхо-пакетов ICMP. Пример отключения ответов на запросы ICMP ECHO приведен ниже:

```
# iptables -A INPUT -p -icmp -j DROP -icmp-type 8.
```

DNS-атака с усилением. Атака с усилением – это DDoS-атака, использующая рекурсивные сервера имен. Она похожа на Smurf-атаку, только в этом случае злоумышленник посылает небольшие запросы на DNS resolver, заставляя его отправлять ответы на подменённый адрес [7].

UDP-флуд - атака, использующая бессеансовый режим протокола UDP. Заключается в отправке множества UDP-пакетов (как правило, большого объёма) на определённые или случайные номера портов удалённого хоста, который для каждого полученного пакета должен определить соответствующее приложение, убедиться в отсутствии его активности и отправить ответное ICMP-сообщение «адресат недоступен». В итоге атакуемая система окажется недоступна [6, 7].

Для защиты можно использовать iptables, ограничивая количество пакетов, пересылаемых к защищаемому сервису, вплоть до полной их блокировки:

```
# iptables -I INPUT -p udp --dport 53 -j DROP -m iplimit --iplimit-above 1.
```

В заключении можно сказать, что стабильно проводящиеся DDoS-атаки являются серьёзной проблемой для малого и среднего бизнеса. Приведенные в статье методы защиты не могут кардинально решить проблему, так как они эффективны только против атак небольшой мощности. Против целевых атак данные методы будут неэффективны. Для более надёжной защиты компаниям следует использовать решения, сконцентрированные на защите от подобного типа атак. Желательно, также, чтобы вендоры предоставляли продукты и сервисы, интуитивно понятные пользователю, а все сложные технические аспекты в части фильтрации трафика брали на себя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Актуальные киберугрозы, I квартал 2017 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ptsecurity.com/upload/corporate/ru-ru/analytics/Current-Cyberattacks-rus.pdf>.
2. Актуальные киберугрозы, IV квартал 2017 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ptsecurity.com/upload/corporate/ru-ru/analytics/Cybersecurity-threatscape-2017-Q4-rus.pdf>.
3. Угроза DDoS-атак и неоднозначное к ним отношение [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.kaspersky.ru/blog/ugroza-ddos-atak-i-neodnoznachnoe-k-nim-otnoshenie/3236/>.
4. Мельников В. Г., Трифанов А. В. Методы обхода межсетевых экранов для приложений // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. Т. 2. – С. 113–117.
5. Звягинцева П. А., Крыжановская О. А. Оценка эффективности средств защиты информации // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Национ. науч. конф. «Наука. Оборона. Безопасность-2017» : сб. материалов (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. – С. 199–201.
6. Qrator Labs отмечает массовое распространение инструментов для DDoS // БИТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bit.samag.ru/news/more/917>.
7. J. Yuan, K. Mills. Monitoring the Macroscopic Effect of DDoS Flooding Attacks. IEEE Transactions on dependable and secure computing. Senior Member, IEEE. М., 2005 – 12 p.
8. How to Prevent Denial of Service (DoS) Attack [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ids-sax2.com/articles/PreventDosAttacks.htm>.
9. 16 рецептов защиты от DDoS-атак своими силами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xakep.ru/2012/12/29/16-antiddos-recipes/>.
10. A Taxonomy of DDoS Attacks and DDoS Defense Mechanisms - UCLA CSD Technical Report no. 020018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://lasr.cs.ucla.edu/ddos/ucla_tech_report_020018.pdf.

© С. В. Камышев, И. Н. Карманов, 2018

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Сергей Владимирович Лехнович

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (953)799-64-62, e-mail: serega15.12.95.net@yandex.ru

Аэлита Владимировна Шабурова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор экономических наук, доцент, директор Института оптики и оптических технологий, тел. (383)344-40-58, e-mail: aelita_shaburova@mail.ru

В данной работе приведен обзор на основные методы по формированию кадровой политики на высокотехнологичных предприятиях. Представлены возможности и пути совершенствования кадровой политики на предприятии и совершенствование методов управления. Выделены основные направления кадровой политики на предприятии. Подведен итог по обзорной части.

Ключевые слова: кадровая политика, высокотехнологичные предприятия, сотрудники, персонал, совершенствование, методы, ресурсы, система, коллектив, кадры, стимулирование.

IMPROVING PERSONNEL POLICY OF HIGH-TECH ENTERPRISES

Sergey V. Lehnovich

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (953)799-64-62, e-mail: serega15.12.95.net@yandex.ru

Aelita V. Shaburova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, D. Sc., Associate Professor, Director, Institute of Optics and Optical Technologies, phone: (383)344-40-58, e-mail: aelita_shaburova@mail.ru

This paper provides an overview of the main methods for the formation of personnel policy in high-tech enterprises. Opportunities and ways of improvement of personnel policy at the enterprise and improvement of management methods are presented. The main directions of personnel policy at the enterprise are allocated. The review part is summed up.

Key words: personnel policy, high-tech enterprises, employees, personnel, improvement, methods, resources, system, collective, personnel, stimulation.

На данный момент главным фактором эффективного функционирования высокотехнологичного предприятия является правильно организованная система управления и кадровая политика. Одним из главных аспектов кадровой политики являются сами кадры. Кадры – это важный фактор, определяющий будущее организации, так как именно они подают новые идеи, выполняют поставленные задачи и развивают предприятие.

Кадровая политика обеспечивает оптимальный баланс процессов модернизации, сохранения численности и квалификации состава персонала, который соответствует требованиям организации, законодательства и состоянию рынка труда.

Формирование кадровой политики включает в себя выявление возможностей в сфере управления персоналом и определение главных направлений работы с кадрами [1].

Формирование и развитие кадровой политики зависит от внешних и внутренних факторов [2].

К факторам внешней среды относим те, на которые организация как субъект управления не влияет, но должна учитывать для правильного выявления потребностей в персонале и оптимальных источников для достижения цели. К данным факторам относятся:

- ситуация на трудовом рынке;
- прогресс в экономическом развитии;
- прогресс в научно-технической сфере;
- нормативно-правовая среда.

Факторами внутренней среды называют факторы, которые меняются и управляются со стороны организации. К ним относятся:

- кадровая политика на предприятии;
- ресурсы предприятия;
- кадровые возможности организации;
- стиль управления на предприятии.

Для совершенствования системы управления персоналом необходим тщательный анализ текущей ситуации в организации. В анализ входит изучение кадрового обеспечения, определение необходимости изменения, знакомство с персоналом и выявление степени эффективности системы [3].

При формировании кадровой политики учитывают [4]:

- соответствие кадровой политики высокотехнологичного предприятия государственной социально-экономической политике, правовым и общественным нормам;
- рассмотрение человека в единстве технологического, экономического, социального, организационного, демографического и других аспектов развития как цели и как средства этого развития;
- ориентацию на достижение максимально возможных показателей работы в сочетании с реализмом кадровой политики;
- сочетание в кадровой политике стратегических и текущих целей и средств их достижения;
- обеспечение демократизма, гласности и динамизма кадровой политики.

Большое влияние на состав кадров высокотехнологичных предприятий оказывает переход экономики на новые рыночные отношения [5]. Во время перехода экономики на рыночные отношения ликвидируются профессии, где не обязательна квалификация работника, это приводит к появлению профессий и специальностей, где опираются на знания и опыт сотрудника [6].

Главным ресурсом для успешных компаний являются люди. Для эффективной работы и достижения цели компании, управление на предприятии должно проводиться грамотно, а руководство должно понимать, что человеческий ресурс – ценность.

Не стоит забывать о том, что каждый сотрудник должен быть обучен, квалифицирован и соответствовать требованиям компании [7].

К компонентам человеческих ресурсов относят [8]:

- количество сотрудников;
- рабочая способность;
- трудовая мотивация;
- стабильность штата;
- сотрудничество.

Не имея правильного понимания и представления о требованиях, предъявляемых к руководителям, невозможно осуществлять их правильный подбор и расстановку [9]. В настоящее время увеличивается как количество управляющих, так и предъявляемые к ним требования, что приводит к усложнению подбора кадров. Поэтому при подборе и расстановке управленческих кадров необходимо упираться на научную основу и тестирование [10].

Выделим основные направления кадровой политики предприятия [11]:

- поиск и отбор персонала;
- мотивация сотрудников;
- оценка и модернизация персонала;
- работа с корпоративной составляющей компании;
- обеспечение социальных гарантий и соблюдение прав сотрудников в соответствии с требованиями труда и законодательства пенсии;
- введение молодых сотрудников на предприятие;
- поддержание условий труда для работы сотрудников.

Совершенствование управления на высокотехнологичном предприятии предусматривает создание и обеспечение карьерного и профессионально-квалификационного роста сотрудника, опираясь на его личные особенности, возможности и потребности самого предприятия [12].

Основными мероприятиями по совершенствованию кадровой политики на предприятии могут быть [13]:

- 1) совершенствование системы стимулирования труда;
- 2) сокращение потерь рабочего времени по причине заболевания работников;
- 3) принятие молодых специалистов – выпускников колледжей и ВУЗов на стажировку по программе Центра занятости;
- 4) создание системы подготовки управляющих структур.

Совершенствование методов управления влечет за собой изменение формы отношений между руководителем и подчиненным. Для успеха компании очень важно установить контакт со своими подчиненными и дать понять их значимость для дела [14]. Это можно сделать с помощью интервью, встреч, корпора-

тивных мероприятий. Очень важно, чтобы граница между руководителем и подчиненным были сохранены.

Совершенствование кадровой политики нацелено на укрепление отношения между работниками. Важно привлекать интерес работника к тому, что он делает и насколько это ценится. Следует разрабатывать систему мотивационных действий, которые будут интересны профессионалам.

Разработка и внедрение новых методов управления должны проходить поэтапно, быть последовательными и понятными для каждого сотрудника.

Таким образом мы понимаем, что кадровая политика высокотехнологического предприятия включает в себя набор персонала, формирование требований к работникам на стадии найма, отношение к «капиталовложениям» в рабочую силу, к целенаправленному воздействию на развитие тех или иных сторон, формирование коллектива, подготовку и переподготовку новых кадров.

Совершенствование кадровой политики на предприятиях осуществляется за счет правильного подбора персонала, распределения ресурсов сотрудников, постоянного повышения квалификации работников, переход к модернизированным системам отбора и тестирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аксенов Е. П. Финансовый менеджмент: закономерности, этапы развития // Финансовый менеджмент. – 2011. – № 4. – С. 14–23.
2. Вейл П. Искусство менеджмента. – М. : Новости, 2012. – С. 78–89.
3. Ендовицкий Д. А. Организационная структура финансового менеджмента публичной компании // Экономический анализ: теория и практика. – 2010. – № 31. – С. 53–57.
4. Kenneth Lawrence. Applications of Management Science, Volume 15. – М., 2012. – 98 с.
5. Бабук И. М., Сахнович Т. А. Экономика промышленного предприятия. – М. : ИНФРА-М, 2013. – 328 с.
6. Dorothea Hamdorf. Towards managing diversity: Cultural aspects of conflict management in international business environments. – М., 2012. – 144 с.
7. Дорофеев В. Д., Шмелева А. Н. Инновационный менеджмент. – Ростов н/Д. : Феникс, 2009. – 320 с.
8. Кибанов А. Я., Ивановская Л. В. Кадровая политика и стратегия управления персоналом. – М. : Проспект, 2012. – С. 99–110.
9. Кретьова Н. Н. Современные тенденции в области формирования и реализации научнопроизводственного потенциала // Организатор производства. – 2008. – № 1. – С. 45–49.
10. Guna Seelan Rethinam. Psychosocial Factors And Quality Of Working Life: Quality Of Working Life among Information Systems Personnels. – М., 2012. – 228 с.
11. Алехина О. Е. Стимулирование развития работников организации // Управление персоналом. – 2002. – № 1. – С. 50–52.
12. Зайцев Н. Л. Экономика, организация и управление предприятием. – М. : ИНФРА-М, 2012. – 455 с.
13. Грант, Роберт М. Современный стратегический анализ: учеб. для слушателей, обуч. по прогн. «Мастер делового администрирования» / Роберт Грант; [пер. с англ. И. И. Малковой, под ред. В. Н. Фунтова]. – 7-е изд. – СПб. : Питер, 2012. – 537 с.
14. Баракалова С. В., Жилина Н. Н., Смирнов А. В. Влияние технической политики на стратегию предприятия; Книга по требованию. – М., 2013. – 104 с.

© С. В. Лехнович, А. В. Шабурова, 2018

ВЛИЯНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ СИГНАЛОВ НА АДЕКВАТНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Максим Вячеславович Тере

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (913)458-42-22, e-mail: maxtere@mail.ru

Денис Александрович Штепа

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (913)376-35-88, e-mail: denis.shtepa@ngs.ru

Евгений Владимирович Грицкевич

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры информационной безопасности, тел. (383)343-91-11, e-mail: gricew@mail.ru

Анализируются ситуации, при которых естественные искажения, вносимые информационной системой в обрабатываемую информацию, существенно разрушают эту информацию вплоть до полной потери полезного сигнала. Обсуждаются пути устранения влияния непреднамеренных искажений сигналов на информационную целостность сообщений. При этом особое внимание уделяется тому значению, которое может иметь имитационное компьютерное моделирование в решении задач защиты информации от вероятных непреднамеренных угроз.

Ключевые слова: информация, система, сигнал, сообщение, канал, передача, обработка, преобразование, искажение, помеха, флуктуация, фильтрация, моделирование, прогнозирование.

INFLUENCE OF SIGNAL RANDOM DISTORTION ON THE ADEQUATE PRESENTATION OF INFORMATION IN INFORMATION SYSTEMS

Maxim V. Tere

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (913)458-42-22, e-mail: maxtere@mail.ru

Denis A. Shtepa

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (913)376-35-88, e-mail: denis.shtepa@ngs.ru

Evgenij V. Gritskevich

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Information Security, phone: (383)343-91-11, e-mail: gricew@mail.ru

Situations are analyzed in which the natural distortions introduced by the information system into the information being processed essentially destroy this information until the useful signal is completely lost. The ways of eliminating the influence of unintentional distortions of signals on the information integrity of messages are discussed. At the same time, special attention is paid to the significance that simulation computer modeling can have in solving information protection problems from possible unintentional threats.

Key words: information, system, signal, message, channel, transmission, processing, transformation, distortion, interference, fluctuation, filtering, modeling, prediction.

Введение

Развитие средств обработки сигналов, включая их передачу, приводит к освоению новых методов преобразования информации, в том числе, к разработке программных продуктов для цифровой обработки сигналов в режиме реального времени.

В настоящее время информационные ресурсы имеют огромное значение для современного общества, зачастую даже большее, чем материальные ресурсы. Сведения о методах и способах передачи информации нередко могут цениться выше, чем сама информация. Информационные ресурсы настолько больше преобладают над материальными, насколько более открыто общество и насколько большим объёмом информации оно обладает. Об открытости общества можно судить, в частности, по развитости средств телекоммуникаций.

Цель и задачи исследования

Исследования информационных систем с точки зрения их безопасности нередко сводятся к выявлению и блокировке преднамеренных угроз, связанных с попытками получения несанкционированного доступа к интересующей информации, либо злонамеренного искажения, порчи или уничтожения нежелательной информации [1, 2]. В то же время практически отсутствуют работы по выявлению и ликвидации непреднамеренных угроз целостности информационных сообщений, хотя именно такие угрозы являются постоянно действующим фактором, сопровождающим любые преобразования информации.

В частности, влияние внешних и внутренних шумов информационного канала, ограниченная по частоте его пропускная способность, а также искажения, вносимые в сообщение при модуляции/демодуляции сигналов, нередко приводят к полной потере полезной информации. Исследования обозначенных проблем связаны с необходимостью создания имитационных компьютерных моделей, позволяющих проводить виртуальный анализ информационных систем с целью оптимального согласования компонентов, составляющих эти системы, для минимизации естественных потерь информации при её передаче и обработке.

Целью исследования является разработка имитационной компьютерной модели информационных систем, обеспечивающей их виртуальный анализ. При этом будут решаться 2 основные задачи: непосредственно разработка мо-

дели в виде программных модулей и разработка методики виртуального анализа информационных систем с помощью этой модели.

Методы и модели

Были разработаны и реализованы на языке Matlab [3] программы, позволяющие имитировать функционирование информационных систем различного типа с целью выявления уязвимостей к непреднамеренным искажениям и потерям информации. Математические модели, являющиеся основой этих программ, получены из соответствующих специализированных научно-технических литературных источников [4-7].

Пусть на входе системы существует прямоугольный импульс, изображённый на рис. 1. На рис. 2 изображена первая гармоническая составляющая этого импульса.

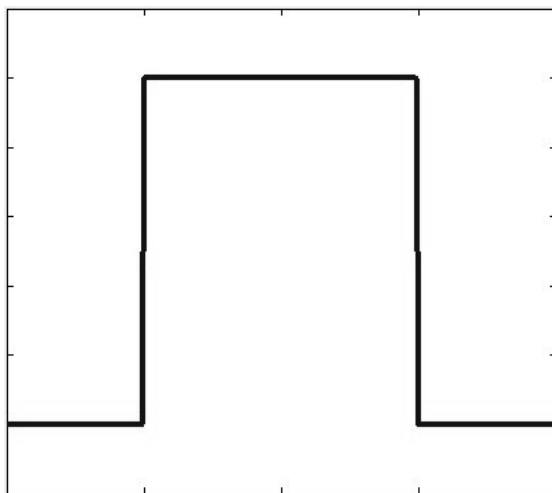


Рис. 1. Исходный прямоугольный импульс

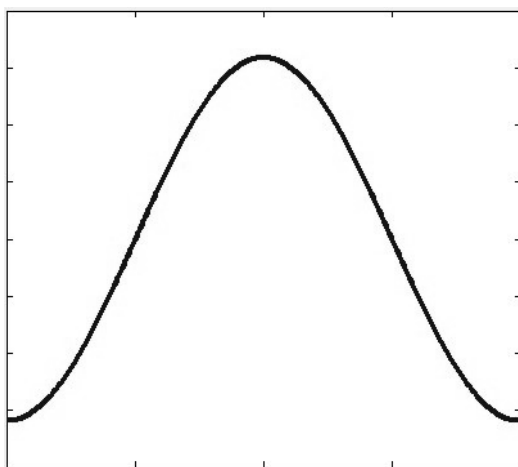


Рис. 2. Первая гармоническая составляющая исходного прямоугольного импульса, изображённого на рис. 1

На рис. 3 показан импульс, являющийся суммой 9-ти гармонических составляющих.

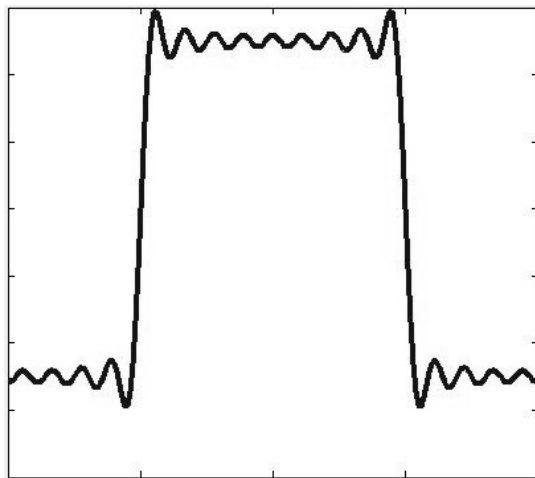


Рис. 3. Сумма 9-ти гармонических составляющих прямоугольного импульса

Наконец, на рис. 4 изображён практически полностью восстановленный исходный сигнал по 75-ти гармоникам.

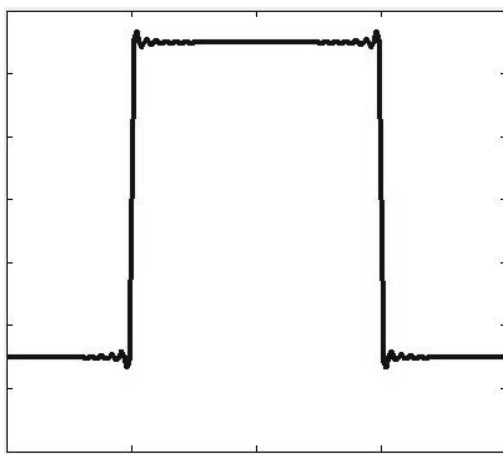


Рис. 4. Сумма 75-ти гармонических составляющих исходного сигнала

Очевидно, что, если информационный канал имеет ширину полосы пропускания, соответствующую последнему случаю, то никаких искажений сигнала при его транзакции через систему реально наблюдаться не будет.

Пусть к исходному прямоугольному сигналу добавлен высокочастотный шум, как это показано на рис. 5 слева. На этом же рисунке справа показан сигнал после низкочастотной фильтрации. За счет подавления высокочастотной

составляющей произошло не только устранение шумов (положительный эффект), но и такое искажение исходной информации, при котором обработанный сигнал представляется более искажённым, чем при наличии шумов (отрицательный эффект).

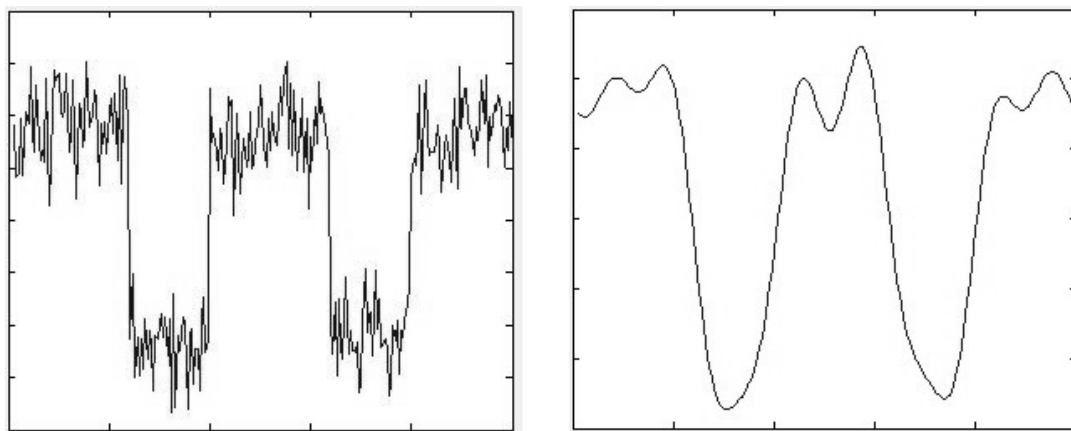


Рис. 5. Прямоугольный сигнал с шумом до и после обработки

Если в качестве исходного сигнала взять треугольный импульс, внести в него шум и обработать также, как в предыдущем случае, то можно заметить, что в результирующем сигнале искажения практически не влияют на полезную информацию, как это показано на рис. 6.

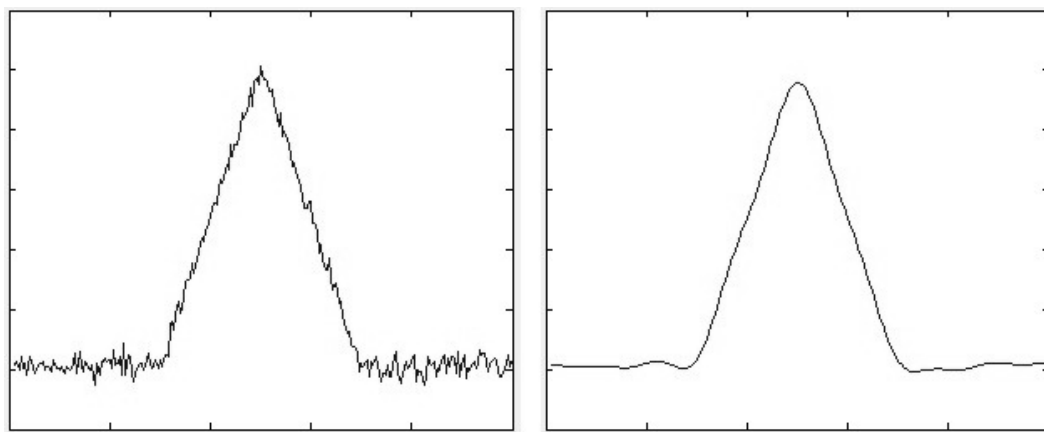


Рис. 6. Треугольный сигнал с шумом до и после обработки

Логично было бы сделать вывод, что с помощью компьютерного моделирования можно определить стратегию обработки сигнала в зависимости от его исходного вида.

Другим примером предсказания последствий преобразования сигналов является процесс их модуляции/демодуляции при передаче. На рис. 7 показаны три фазы этого процесса для гармонического исходного сигнала при некор-

ректном выборе сочетания несущей частоты и частоты дискретизации, что привело к полному искажению информации.

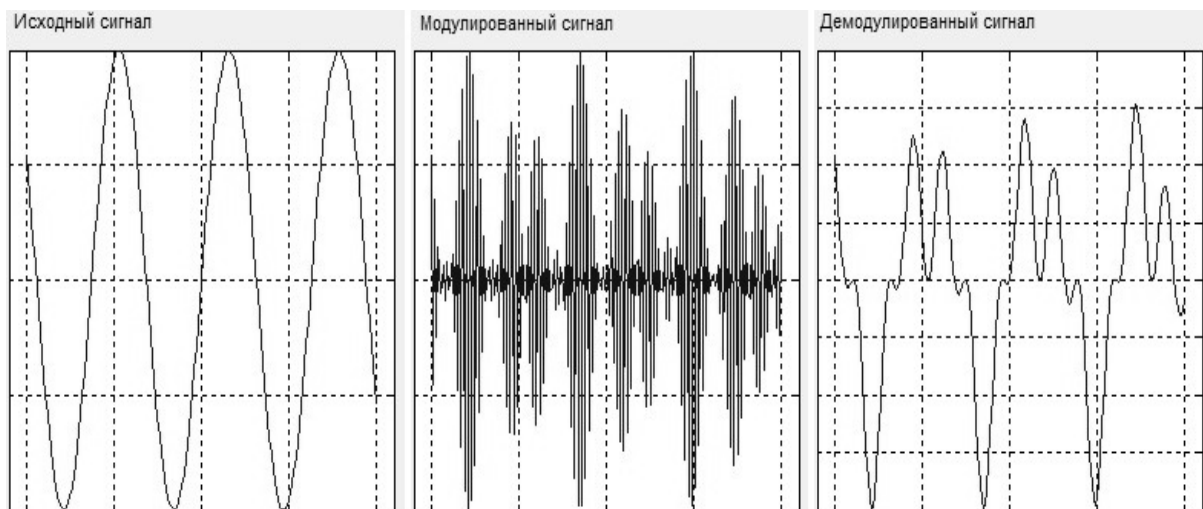


Рис. 7 Искажения информации при выполнении процедуры модуляции/демодуляции сигнала из-за некорректного выбора параметров обработки

Корректировка параметров процесса, выполненная с помощью компьютерной модели, обеспечивает удовлетворительный результат, что и можно увидеть на рис. 8.

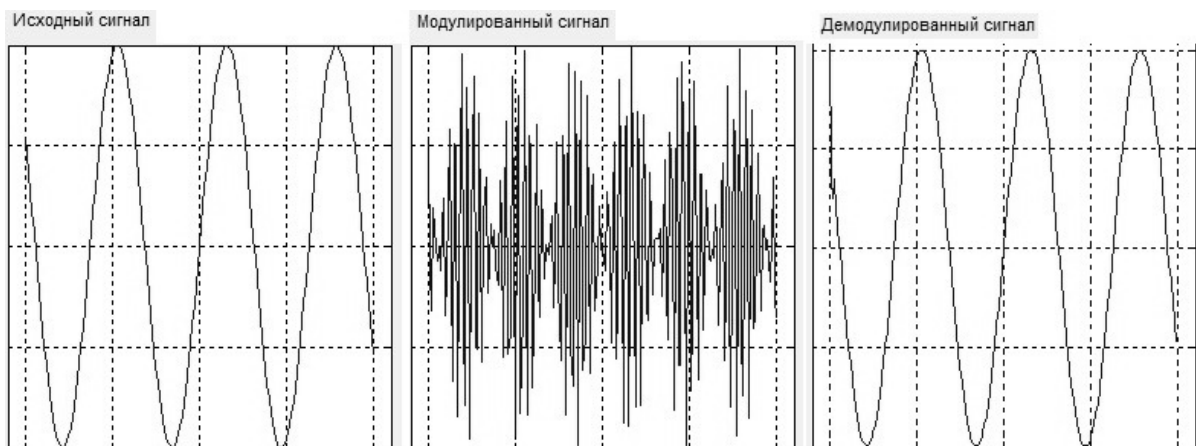


Рис. 8 Пример корректного выбора параметров обработки при выполнении процедуры модуляции/демодуляции сигнала

Все вышеприведённые изображения были получены в виде экранных копий при реальном компьютерном моделировании абстрактной информационной системы.

Заключение

На основании приведённых выше данных и результатов можно сделать вывод, что применение имитационного компьютерного моделирования для виртуальных исследований информационных систем различного типа обеспечит повышение эффективности процессов передачи и обработки информации за счёт минимизации информационных потерь и влияния возможных помех случайного или регулярного характера.

Разработка имитационных компьютерных моделей реализуется на базе двух программных платформ: пакета программ Simulink [8], входящего в программную систему MATLAB, и пакета программ LabVIEW [9].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Positive research 2015. Сборник исследований по практической безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.ptsecurity.com/upload/corporate/ru-ru/download/PT_Positive_Research_2015_RU_web.pdf.
2. Саттон М., Грин А., Амини П. Fuzzing: исследование уязвимостей методом грубой силы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://i.booksgid.com/web/online/42526>.
3. Ануфриев И. Е., Смирнов А. Б., Смирнова Е. Н. Наиболее полное руководство по работе с MATLAB 7 : руководство. – СПб. : БХВ – Петербург, 2005 – 1082 с.
4. Душин В. К. Теоретические основы информационных основ и систем : учебник. – М. : Дашков и К, 2003. – 348 с.
5. Грицкевич Е. В., Звягинцева П. А. Информационные технологии в оплотехнике и системах защиты информации : учеб. пособие. – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. – 48 с.
6. Душин В. К., Кернов Ю. П. Устройства приема и обработки сигналов : учеб. пособие для вузов. – М. : МГУС, 2000. – 140с.
7. Шелухин О. И., Лукьянцев Н. Ф. Цифровая обработка и передача речи. – М. : Радио и связь, 2000. – 456 с.
8. Дьяконов В. П. MATLAB и SIMULINK для радиоинженеров. – М. : ДМК Пресс, 2011. – 976 с.
9. Трэвис Дж., Кринг Дж. LabVIEW для всех / Дж. Трэвис, Дж. Кринг. – М. : ДМК Пресс, 2011. – 904 с.

© М. В. Тере, Д. А. Штепа, Е. В. Грицкевич, 2018

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ОБЪЕКТА НАБЛЮДЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ

Андрей Владимирович Чебатков

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (913)729-47-44, e-mail: andrey.chebatkov.95@mail.ru

Евгений Владимирович Грицкевич

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры информационной безопасности, тел. (383)343-91-11, e-mail: gricew@mail.ru

Рассматривается практическое решение задачи автоматической идентификации материала, которым покрыта поверхность объекта, наблюдаемого с помощью оптико-электронной системы. В качестве основного идентифицирующего признака используется спектральный коэффициент отражения поверхности объекта для выделенного участка спектра. Приведены основные энергетические соотношения, позволяющие рассчитывать спектральный коэффициент отражения материала по результатам измерений выходных сигналов фотоприёмника для рабочей и эталонной поверхностей. Анализируются возможности применения результатов работы в различных областях использования оптико-электронных систем.

Ключевые слова: оптико-электронная система, коэффициент отражения, фотоприёмник, спектральный фильтр, абсолютная спектральная чувствительность.

IDENTIFICATION OF SURFACE OF OBJECT OF OBSERVATION WITH THE HELP OF ELECTRO-OPTICAL SYSTEM

Andrey V. Chebatkov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (913)729-47-44, e-mail: andrey.chebatkov.95@mail.ru

Evgenij V. Gritskevich

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Information Security, phone: (383)343-91-11, e-mail: gricew@mail.ru

The practical solution of the problem of automatic identification of a material with which the surface of an object is observed with the help of an electro-optic system is considered. As the main identifying feature, the spectral reflection coefficient of the object surface for the selected spectral region is used. The main energy relationships that allow calculating the spectral reflection coefficient of the material from the measurements of the output signals of the photodetector for the working and reference surfaces are given. The possibilities of applying the results of work in various fields of the use of electro-optic systems are analyzed.

Key words: electro-optic system, reflection coefficient, photodetector, spectral filter, absolute spectral sensitivity.

Введение

В настоящее время оптико-электронное приборостроение является одной из наиболее быстроразвивающихся отраслей современной техники. Основной объем информации от окружающего мира человек получает через органы зрения. Человеческий глаз является уникальным высокоэффективным биокibernетическим устройством, позволяющим создавать, запоминать и анализировать зрительные образы, за счет чего создается возможность адекватного восприятия окружающей обстановки и, соответственно, выработки реакций (управляющих решений), обеспечивающих правильное (прежде всего - безопасное) поведение человека в непрерывно изменяющихся внешних условиях. Конечно, это рассуждение можно распространить на любое живое существо, имеющее зрительный аппарат.

Естественным является стремление расширить возможности человеческого зрения, увеличить объем зрительной информации, повысить точность и объективность оценки окружающей среды. Первоначально, оптико-электронные системы (ОЭС) предназначались именно для этих целей. Дело в том, что глаз имеет ограничения по энергетическим, спектральным и пространственным параметрам воспринимаемого оптического излучения. Человек «слепнет» при очень ярком излучении, плохо видит или даже ничего не видит в темноте. То есть имеется верхний и нижний энергетические пределы зрения. Спектральный диапазон восприятия глазом излучения ограничивается видимой областью спектра электромагнитных волн с длинами примерно от 0,38 мкм (фиолетовый цвет) до 0,78 мкм (красный цвет). Именно в этой области Солнце – основной источник света на Земле – генерирует максимальную энергию излучения. Пространственное разрешение зрения также ограничено, проще говоря, глаз не видит мелкие детали, а также не всегда обеспечивает объективное восприятие взаимного пространственного расположения окружающих предметов, определения их координат и размеров.

Кроме того, нередко на первый план выходят задачи обеспечения безопасности наблюдателя. В этой связи ОЭС первоначально создавались и использовались в военных целях. Позже они стали широко применяться в космосе, под водой, при ликвидации чрезвычайных ситуаций. В настоящее время четко прослеживается тенденция к созданию полностью автоматизированных систем управления, включающих в свой состав и в логику работы элементы искусственного интеллекта. Такие интеллектуальные системы должны обладать способностями к самообучению и адаптации в условиях быстрого изменения окружающей обстановки. Человек (оператор, наблюдатель), включаемый в состав современных технических систем, зачастую является наиболее инерционным их звеном. Кроме того, велика роль психофизических факторов, воздействующих на человека: страх, паника, азарт, потеря самообладания, неадекватность восприятия внешней информации. Все это делает человека наиболее уязвимым звеном управляемой системы и требует его исключения из состава такой системы. Очевидно, что и в этом случае, основным информационным каналом, обеспечивающим связь автоматизированного объекта управления с окружающим

миром, является оптический канал (чаще всего - несколько таких каналов). Наличие при этом других входных информационных каналов (акустического, радиоизлучательного и т.п.) обеспечивает наиболее полный прием входного потока внешних данных и поддерживает максимальную эффективность процессов выработки управляющих решений.

Таким образом, можно с уверенностью говорить о том, что оптическое излучение является основным поставщиком информации в современных системах автоматического управления (САУ). Обработка оптического излучения с целью выделения требуемой информации в настоящее время чаще всего производится после его преобразования в электрический сигнал. Это связано с тем, что электронные средства обработки на данном этапе научно-технического развития современного человеческого общества являются наиболее технологичными. Следовательно, они обеспечивают наименьшие временные и материально-технические затраты на создание полезной информации. Конечно, не исключается и применение оптических методов обработки, например, голографических. Возможно, в дальнейшем именно они станут основным средством выделения полезной информации. Однако, скорее всего, окончательное представление результатов функционирования технической системы и выработки управляющих сигналов в САУ не сможет обойтись без промежуточного преобразования излучения в электрические сигналы. Такое преобразование в ОЭС осуществляется с помощью фотоприемников (ФП). Именно ФП являются теми элементами ОЭС, в которых меняется физическая природа сигналов: многомерный пространственно-временной поток электромагнитных волн (или фотонов) становится одномерным (временным) распределением регистрируемой электрической величины (потенциала, тока).

Итак, на выходе ФП имеется электрический сигнал, в котором заключена вся полезная информация от объектов наблюдения. Извлечение такой информации и является основной задачей ОЭС. В частности, интерес может представлять знание о материале поверхности наблюдаемого объекта. Основными идентифицирующим признаком в этом случае является функция спектрального коэффициента отражения поверхности, которая имеет уникальный характер для разных материалов [1]. Даже в случае маскировки объектов под фон окружающего пространства, например, путём нанесения краски, такая маскировка осуществляется только в видимой области спектра. При этом спектральные коэффициенты отражающих поверхностей объектов и фонов в ультрафиолетовой (УФ) и инфракрасной (ИК) спектральных диапазонах, как правило, существенно различаются [2]. Таким образом, измерив значения спектральных коэффициентов отражения для разных длин волн, можно получить вектор, являющийся кодом дешифрации материала поверхности объекта.

Метод

Рассматриваемый метод определения коэффициента отражения поверхности наблюдаемого объекта (рабочей поверхности) на выделенной длине волны

практически реализуется с помощью предварительной калибровки ОЭС на той же длине волны по эталонной поверхности, для которой точно известна функция спектрального коэффициента отражения. Эта функция заранее измеряется с помощью спектрофотометра.

В данной работе анализируется упрощенная модель определения значения коэффициента отражения рабочей поверхности для фиксированной длины волны, поскольку необходимо показать саму возможность такого определения, не вдаваясь в подробности точного применения метода для каждой конкретной ситуации его практического использования. Поэтому, предварительно необходимо оговорить те упрощения и допущения, которые использованы в модели.

1. И рабочая, и эталонная поверхности являются диффузными.

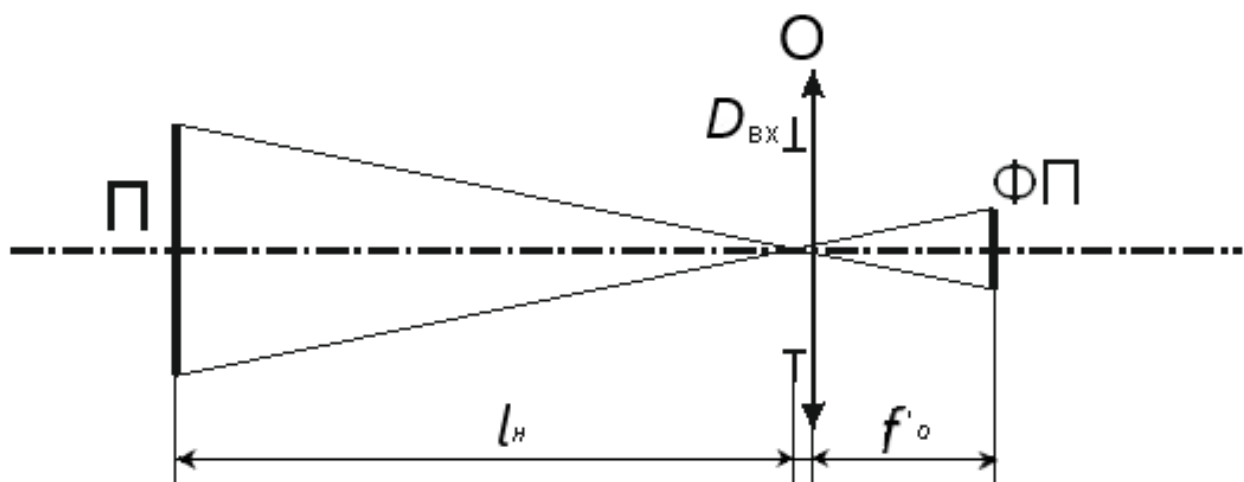
2. При калибровке ОЭС и во время выполнения рабочих измерений условия освещенности эталонной и рабочей поверхностей совпадают.

3. Расстояние наблюдения от ОЭС до рабочей поверхности не превышает нескольких сот метров, а состояние атмосферы соответствует метеорологической дальности видимости не менее 20 км. Это позволяет не учитывать спектральный коэффициент пропускания атмосферы вдоль трассы наблюдения.

4. Площадь проекции фоточувствительной поверхности ФП в обратном ходе лучей на рабочую и эталонную поверхности не превышает площади самих этих поверхностей.

5. Объектив ОЭС не вносит значительных искажений в спектральный состав проходящего через него оптического излучения в рабочей области спектра, определяемой спектральной чувствительностью фотоприемника, и практически не ослабляет излучения. Это позволяет не учитывать спектральный коэффициент пропускания объектива.

На рисунке приведена условная схема, поясняющая процесс измерения спектрального коэффициента отражения поверхности.



Условная схема реализации процесса измерения
коэффициента отражения

Пусть поверхность П находится на расстоянии l_n от ОЭС. Объектив О имеет диаметр входного зрачка D_{ex} и заднее фокусное расстояние f_o' . В задней фокальной плоскости объектива находится детектор оптического излучения ФП. Фоточувствительная площадка последнего оптически сопряжена с соответствующим участком поверхности П.

И поверхность П, и площадка ФП лежат на оптической оси и перпендикулярны ей. Поверхность П равномерно освещена естественным излучением со спектральной плотностью освещенности $E_e(\lambda)$. Поверхность П имеет спектральный коэффициент отражения $\rho(\lambda)$. Тогда, согласно [3], яркость отраженного от поверхности излучения определяется как:

$$L(\lambda) = \frac{E_e(\lambda)}{\pi} * \rho(\lambda). \quad (1)$$

При условии сопряженности фоточувствительной площадки ФП и соответствующего участка поверхности П и с учетом сделанных выше допущений спектральная освещенность ФП составит [4]:

$$E(\lambda) = \frac{1}{4} \left(\frac{D_{ex}}{f_o'} \right)^2 * E_e(\lambda) * \rho(\lambda). \quad (2)$$

Тогда выходной сигнал фотоприемника рассчитывается по формуле [5,6]:

$$U = \frac{1}{4} \left(\frac{D_{ex}}{f_o'} \right)^2 \int_{\lambda_l}^{\lambda_n} E_e(\lambda) * \rho(\lambda) * S(\lambda) * d\lambda, \quad (3)$$

где λ_l и λ_n – соответственно левая и правая границы рабочего спектрального диапазона, $S(\lambda)$ - абсолютная спектральная чувствительность ФП по освещенности.

Если перед объективом О поместить узкополосный спектральный фильтр (СФ) с коэффициентом пропускания $\tau_{cf}(\lambda)$, то этот коэффициент необходимо добавить в качестве сомножителя в подинтегральное выражение уравнения (3). Пусть длина волны излучения максимального пропускания СФ составляет λ_{cf} , а спектральный диапазон пропускания СФ $\Delta \lambda_{cf}$ является достаточно узким для того, чтобы значения спектральных составляющих, входящих в уравнение (3), практически не изменялись внутри полосы пропускания СФ. Такое предположение вполне допустимо для инженерных расчетов [7]. Тогда выходной сигнал фотоприемника можно представить в виде:

$$U = \frac{1}{4} \left(\frac{D_{ex}}{f_o'} \right)^2 * E_e(\lambda_{cf}) * \rho(\lambda_{cf}) * S(\lambda_{cf}) * \tau_{cf}(\lambda_{cf}). \quad (4)$$

В последнем выражении тип отражающей поверхности определяет только коэффициент ее отражения $\rho(\lambda_{cf})$. Измерив сигнал на выходе ФП при калибровке ОЭС по эталонной поверхности $U_{эм}$, а затем – сигнал для рабочей поверхности U_p , можно получить значение спектрального коэффициента рабочей поверхности на длине волны пропускания СФ $\rho_p(\lambda_{cf})$:

$$\rho_p(\lambda_{cf}) = \frac{U_p}{U_{эм}} \rho_{эм}(\lambda_{cf}), \quad (5)$$

где $\rho_{эм}(\lambda_{cf})$: – априорно известное значение коэффициента отражения эталонной поверхности на длине волны λ_{cf} .

Обсуждения результатов

Как правило, рабочие поверхности, по которым предполагается вести наблюдение, заранее известны и составляют некоторое счетное количество. Функции спектральных коэффициентов отражения оптического излучения таких поверхностей приводятся в специализированных справочниках-атласах.

Получив в результате измерений значения $\rho_p(\lambda_{cf})$ для нескольких СФ и сравнив эти значения со справочными данными, можно идентифицировать рабочую поверхность [8]. В настоящее время известны подобные ОЭС, например, размещаемые на борту беспилотных авиационных систем и используемые для автоматического картографирования местности [9].

Развитие предлагаемой методики идентификации поверхностей различных объектов предполагает проведение экспериментальных исследований как в области измерения спектральных коэффициентов, так и в области практической реализации рассматриваемых ОЭС, в том числе и автоматизированной программной обработки получаемых на выходе ФП электрических сигналов, что потребует создания автоматизированных баз данных, входящих в состав аппаратно-программного комплекса и обеспечивающих информационную поддержку процессов идентификации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Меньшиков Ю. К. Защита объектов и информации от технических средств разведки. – М. : Российск. гос. гуманит. ун-т, 2002. – 399 с.
2. Кошавцев Н. Ф., Кошавцев А. Н., Федотова С. Ф. Анализ перспектив развития приборов ночного видения // Прикладная физика. – 1999. – № 3. – С. 66–69.
3. Шрёдер Г., Трайбер Х. Техническая оптика. – М. : Технофера, 2006. – 424 с.
4. Якушенков Ю. Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов : учебник для вузов. – М. : Логос, 2011. – 568 с.
5. Тымкул В. М., Тымкул Л. В. Введение в оплотехнику : учеб. пособие. – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. – 71 с.
6. Ишанин Г. Г., Челибанов В. П. Приемники оптического излучения : учебник / Под ред. профессора В. В. Коротаева. – СПб. : Издательство «Лань», 2014. – 192 с.
7. Тарасов В. В., Якушенков Ю. Г. Двух- и многодиапазонные оптико-электронные системы с матричными приемниками излучения. – М. : Университетская книга; Логос, 2007. – 192 с.
8. Multispectral analysis for determining plant health [Электронный ресурс]. – Режим доступа : publiclab.org/wiki/multispectral-analysis-for-determining-plant-health.
9. Drone Data Management System [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://event38.com/drone-data-management-system>.

© А. В. Чебатков, Е. В. Грицкевич, 2018

ПОКАЗАТЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГРАММ

Анна Эдуардовна Эйналлова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (953)785-25-86, e-mail: anna.einalova@yandex.ru

Ольга Владимировна Грицкевич

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, доцент кафедры специальных устройств, инноватики и метрологии, тел. (913)902-21-32, e-mail: grickevich_ov@ngs.ru

В работе исследуется актуальная проблема экономической эффективности экологических программ, рассматриваются показатели определения эффективности экологических программ, предлагается проведение отбора экологических проектов с учетом их эколого-экономической эффективности.

Ключевые слова: эффективность, экология, экологические программы, методика отбора, рентабельность, прибыль.

INDICATORS OF ECONOMIC EFFICIENCY OF ENTERPRISE FUNCTIONING WHILE IMPLEMENTING ENVIRONMENTAL PROGRAMS

Anna Eynalova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10 Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (953)785-25-86, e-mail: STR-CS@mail.ru

Olga V. Gritskevich

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10 Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Special-purpose Devices, Innovatics and Metrology, phone: (383)210-95-87, e-mail: grickevich_ov@ngs.ru

The paper examines the actual problem of the economic efficiency of environmental programs, examines the indicators for determining the effectiveness of environmental programs, proposes the selection of environmental projects taking into account their environmental and economic efficiency.

Key words: efficiency, ecology, ecological programs, selection methodology, profitability, profit.

Актуальность темы обосновывается современными проблемами определения экономической эффективности экологических программ. Раньше люди не задумывались насколько пагубно влияет человечество на окружающую среду, а когда стали задумываться, появились и экономические вопросы осуществления всех этих программ во избежание экологических катастроф.

Целью данной работы является исследование экономической эффективности экологических программ и разработка выводов по эффективности проведения экологических мероприятий на предприятиях.

Взаимоотношения человека с природой медленно, но верно приводят к очевидным последствиям. Последствия антропогенного воздействия выражаются в основном, в изменениях состава природной среды, из-за накопления различных газов и пыли образовался “парниковый эффект” [1], также изменяется популяция животных и растений из-за отрицательного антропогенного воздействия на них. Все эти изменения требуют все большего внимания к вопросам окружающей среды.

В данной статье рассматривается проблема осуществления экологических программ и их экономическая эффективность в процессе функционирования предприятия.

Показатели экономической эффективности – это соотношения между затратами труда, средствами производства и полученными результатами производства. Чтобы сделать вывод о том, что данная экологическая программа с экономической точки зрения будет эффективна, нужно учесть ряд критериев [3]. Такими критериями являются срок окупаемости капитальных вложений, норма их доходности, общий эффект капитальных вложений, показатель эффективности и др.

Рассмотрим показатели рентабельности и прибыли. Они являются одними из важнейших показателей с экономической точки зрения. Рентабельность можно охарактеризовать как показатель отношения валовой прибыли к общим затратам на производство и реализацию. Тогда как прибыль – это показатель, который как раз и отражает экономический эффект предприятия при реализации экологических программ. Прибыль является источником финансирования социальных и производственных расходов предприятия, а также расходов на экологические программы и мониторинг [2].

Экологический мониторинг связан с понятием наблюдения. Также необходимо отметить, что объектом наблюдения должна быть однородная информация. Указанный признак допускает после сбора информации, ее последующий анализ, что должно далее привести к реализации определенных задач и выводов относительно явлений, которые действительно происходят. Такое наблюдение должно носить систематический характер, что допускает возможность называть такое наблюдение мониторингом. Полученный результат несет в себе свойство полезности в большей степени для определенного вида деятельности.

Экологический мониторинг осуществляется посредством функционирования стационарных и подвижных пунктов наблюдения. Их частота встречаемости зависит от характеристик рельефа местности. Экологический мониторинг окружающей среды могут разрабатываться на уровне промышленного объекта, города, района, области, края, республики в составе федерации. При разработке проекта экологического мониторинга необходима следующая информация:

– выбросы загрязняющих веществ в атмосферу промышленными, энергетическими, транспортными и другими объектами;

- сброс сточных вод в водные объекты;
- поверхностные смывы загрязняющих и биогенных веществ в поверхностные воды суши и моря;
- внесение на земную поверхность и (или) в почвенный слой загрязняющих и биогенных веществ вместе с удобрениями и ядохимикатами при сельскохозяйственной деятельности;
- места захоронения и складирования промышленных и коммунальных отходов;
- техногенные аварии, приводящие к выбросу в атмосферу опасных веществ и разливу жидких загрязняющих и опасных веществ и т.д.;
- процессы переноса и миграции в водной среде;
- процессы ландшафтно-геохимического перераспределения загрязняющих веществ;
- миграция загрязняющих веществ по почвенному профилю до уровня грунтовых вод;
- миграция загрязняющих веществ по ландшафтно-геохимическому сопряжению с учетом геохимических барьеров и биохимических круговоротов;
- данные о состоянии антропогенных источников эмиссии – мощность источника эмиссии и месторасположение его, гидродинамические условия поступления эмиссии в окружающую среду.

Получение перечисленной экологической информации связано с определенными затратами, которые по сведениям общей статистики являются достаточно высокими. Затраты необходимы для реализации любой экологической программы.

Экологической программой предприятия можно назвать как систему мероприятий по уменьшению негативного воздействия от предприятия на человека и окружающую среду. Создавая экологические программы для определения дальнейших действий и составления конкретных целей и задач.

Определение эффективности экологических мероприятий является одним из важнейших экономических вопросов защиты окружающей среды, она всегда определяется конечным результатом, к произведенным затратам [4]. Основой экономического метода управления для уменьшения негативного воздействия от предприятия на окружающую среду и человека, является оценка и обоснование различных мероприятий. Оценка эффективности природоохранных мероприятий осуществляется в совокупности с социальными, экологическими, экономическими и комплексными социально-экономическими, эколого-экономическими результатами.

При расчетах сравнительной эффективности затрат и капиталовложений по защите природной среды и ее охране, особенно важно по экономическим результатам сопоставлять различные варианты мониторинга и природоохранных мероприятий. Экономическая эффективность проведенных мероприятий, направленных на защиту окружающей среды, выражается в сокращении или предотвращении социального и экономического ущерба от различных загрязнений и негативного влияния в целом. Все сравниваемые варианты должны быть со-

поставимыми по степени уменьшения уровня загрязнения природных ресурсов, видам и величине сокращенных экологических потерь. Безусловно, экологические мероприятия несут за собой огромнейшие затраты. Оценивая результаты и затраты на реализацию экологических программ, нельзя забывать об их роли в жизни каждого общества и государства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Основные вопросы экономики на предприятиях экологического обеспечения / Под ред. А. А. Воронина. – М. : Колос, 2010. – 336 с.
2. Комолов В. Н., Романенко А., Алакоз В. Основы ведение экономической эффективности. – М. : Русслит, 2013. – 512 с.
3. Воронина А. А. Система государственного и муниципального экологического мониторинга : учебник. – М. : ГУЗ, 2015. – 452 с.
4. Ерохин Б. В. Экология предприятий : учебник / Под ред. Г. В. Чубикова. – М. : Новый век, 2014. – 544 с.
5. Волинбахов А. А., Герасимов С. А. Развитие экологических мероприятий / Под ред. А. А. Волинбахова. – М. : Колос, 2014. – 679 с.

© А. Э. Эйналлова, О. В. Грицкевич, 2018

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ ФОРМЫ ВОЛНОВЫХ ФРОНТОВ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ, ОТРАЖЕННОГО ЭЛЕМЕНТАМИ МОЭМС

Анна Андреевна Дмитриева

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (951)386-36-44, e-mail: anna89513863644@yandex.ru

В статье рассмотрены особенности и результаты разработки методики испытания лабораторных и макетных образцов акустооптических преобразователей на изгибных волнах.

Ключевые слова: МОЭМС, микромеханические устройства, оптическая схема, ПАВ.

DEVELOPMENT OF THE METHOD OF MEASURING OF THE SHAPE OF WAVE FRONT OF LASER RADIATION REFLECTED BY THE ELEMENTS OF MOEMS

Anna A. Dmitrieva

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (951)386-36-44, e-mail: anna89513863644@yandex.ru

The article describes the features and results of the development of methods of laboratory testing and prototypes of optical-acoustic transducers on the flexural waves.

Key words: MOEMS, micromechanical devices, optical layout, surfactants.

В настоящее время разработано множество типов оптико-механических устройств и методов оптического сканирования [1]. Сканирование позволяет обеспечить последовательное перемещение мгновенного поля зрения по полному полю обзора. Среди них распространены устройства с вращающимися или колеблющимися призмами или пластинками, колеблющимися зеркалами, используются электрооптические сканеры, разрабатываются и используются микрооптоэлектромеханические системы (МОЭМС). Быстродействие сканеров ограничено их инерционностью в случае призмных и пластинчатых устройств; микромеханические устройства имеют малые габариты и инерционность, однако до сих пор нет микромеханических сканеров, обеспечивающих возможность сканирования световым пучком с большим поперечным сечением. Последнее объясняется сложностью создания методами современных микротехнологий массивов совершенно идентичных электроуправляемых подвижных микрозеркал, которые могли бы создать составное зеркало с типичными по плоскостности для обычных оптических зеркал параметрами. Активно развивается адаптивная оптика [2], в рамках которой созданы системы фокусировки излучения с электроуправляемой фазовой коррекцией участков отражающих оптических поверхностей, что, в принципе, позволяет получить совершенные по оптическим качествам поверхности, однако зеркало при этом превращается в радиофизическую автоматически регулируемую систему. Для целей сканиро-

вания, например, при оптической локации целей или поддержания оптического контакта между удалёнными пользователями цепей оптической связи, устройства адаптивной оптики не предназначены.

Рассматриваемая концепция мембранных зеркальных устройств, в которых управление отраженным оптическим лучом производится без механических носительных перемещений частей зеркала, то есть, с сохранением заданной при изготовлении оптической плоскостности мембраны, обеспечивает возможность управления световыми потоками с большой оптической апертурой, при этом угловое перемещение луча производится без изменения положения мембраны, практически безынерционное, плавное, с цифровой адресацией мгновенного положения луча в пространстве.

При испытаниях оптоакустических преобразователей, кроме измерения геометрических параметров изготовленных образцов, необходимы измерения параметров фазового рельефа, наведённого на поверхности мембраны при прохождении в мембране изгибных волн необходимой мегагерцовой частоты. Фазовый рельеф возникает как геометрический рельеф зеркально отражающей поверхности, возникающий при распространении бегущей упругой волны; рельеф имеет динамический характер, то есть, с частотой возбуждающего упругую волну сигнала элементы рельефа возникают и исчезают, при этом места их появления перемещаются вдоль поверхности мембраны со скоростью изгибной волны, бегущей в ней.

Особенности дифракции света на ПАВ состоят в том, что связь между упругим и электромагнитным полями осуществляется в этом случае не только через механизм фотоупругости, но и за счет искажений поверхности, сопровождающих распространение ПАВ. В частности, при нормальном падении света на поверхность с распространяющейся вдоль нее поверхностной волной углы θ' , определяющие первые дифракционные порядки, как для прохождения, так и для отражения определяются из выражения $\sin'\theta = \lambda/\Lambda$, как и в случае объемных волн, где λ - длина волны света в среде или в вакууме, Λ - длина ПАВ.

Задача измерения такого рельефа имеет два традиционных решения, найденных при исследованиях устройств на ПАВах [5,7,9]: можно параметры рельефа измерять по дифракции отражённого света, при этом характеризуется усреднённо весь участок мембраны с рельефом; можно исследовать рельеф локально по изменению угла отражения сфокусированного в точку на поверхности мембраны оптического луча.

В данной работе разрабатывается методика исследования изгибных волн, соответствующая второму решению.

На рис. 1 приведена схема эксперимента по исследованию поверхности методом отклонения светового луча.

Отражённый луч фокусируется на кромку клина, который носит название «ножа Фуко». При изменениях рельефа проходящая к фотодетектору часть падающего излучения модулируется по интенсивности, величина сигнала фотодетектора является мерой угла наклона рельефа. Перемещая образец под свето-

вым лучом, можно измерять изменения амплитуды рельефа в любой точке мембраны, в том числе, по направлению распространения бегущей волны, что позволит количественно измерять затухание бегущих в мембране упругих волн.

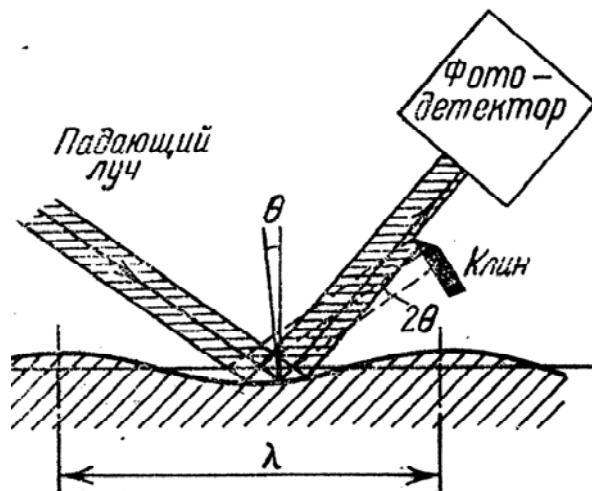


Рис. 1. Схема эксперимента по исследованию поверхности методом отклонения светового луча

По обсуждаемым принципам разработан оптический профилометр для измерения параметров бегущих изгибных волн в тонкоплёночных мембранах.

Схема к расчёту коэффициента модуляции по интенсивности отражённого луча приведена на рис. 2.

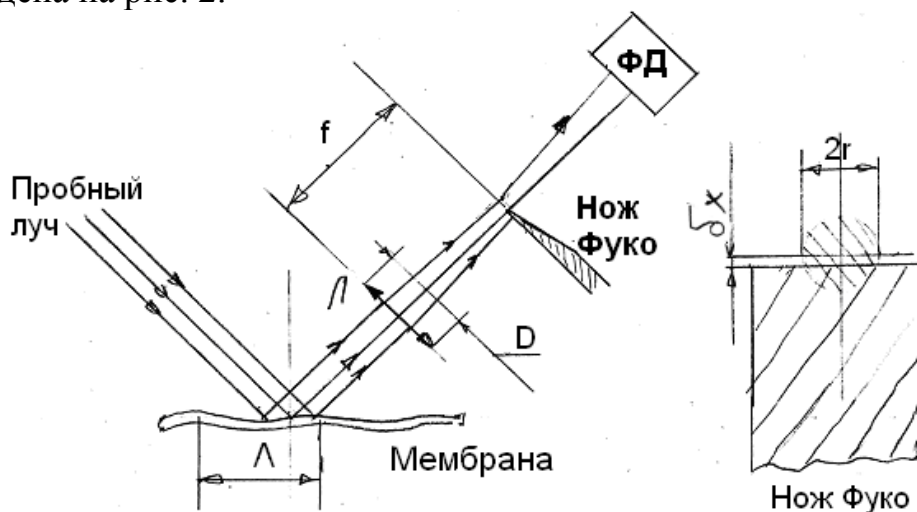


Рис. 2. Схема к расчёту коэффициента модуляции

Отражённый от рельефной поверхности пробный лазерный коллимированный луч линзой Л фокусируется на кромку лезвия ножа Фуко. Часть луча проходит к фотодиоду и детектируется. На поле рисунка справа показано сечение луча в фокальной плоскости, пересекаемое кромкой лезвия ножа. При

перемещении на δx сечения как целого относительно кромки, вызванного наклоном луча при отражении от наклонного участка рельефа, площадь сечения прошедшего луча изменится на величину $\Delta s = \delta x \cdot 2r$, и коэффициент модуляции луча можно записать в виде $\gamma = \frac{\Delta s}{\pi r^2} = \frac{2\delta x}{\pi r}$, где r - радиус фокального пятна при равномерном распределении интенсивности в луче. Радиус дифракционно ограниченного фокального пятна равен $r \approx \lambda f / D$, где D - диаметр пучка в области линзы. Величина δx связана с изменением угла наклона $\delta\theta$ поверхности рельефа при перемещениях луча относительно рельефа формулой $\delta x = 2f\delta\theta$. Окончательно можно получить:

$$\gamma \approx \frac{4\delta\theta D}{\pi\lambda}, \quad (1)$$

Из формулы (1) следует независимость коэффициента модуляции от фокусного расстояния линзы. Расчет при значении амплитуды рельефа поверхности $u_0 = 0,1 \text{ нм}$, величине $\Lambda = 10 \text{ мкм}$, $D = 5 \text{ мм}$ даёт значение $\gamma \approx 0,1$, вполне измеряемую величину.

Метод модуляции пробного луча применим в случае, если диаметр луча в области падения на рельеф много меньше величины периода Λ рельефа, поэтому требуется оптическая схема с фокусировкой падающего луча на рельеф.

Оптическая схема профилометра приведена на рис. 3.

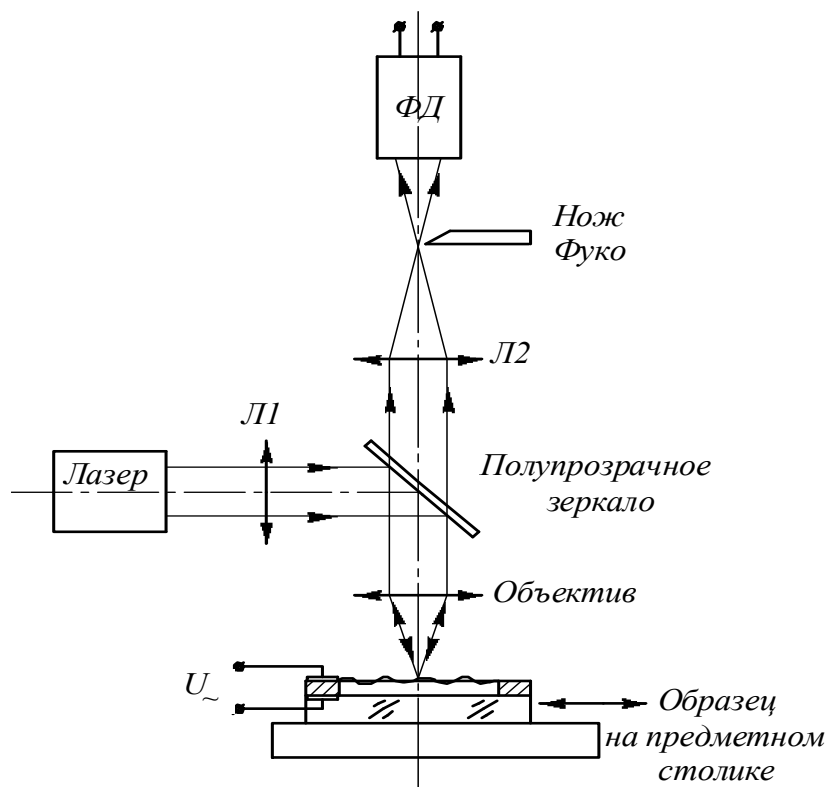


Рис. 3. Оптическая схема профилометра измерения параметров изгибных поверхностных волн в мембранах

Здесь лазерное излучение линзой Л1 и объективом фокусируется на исследуемую поверхность образца, отраженное излучение проходит тот же объектив, полупрозрачное зеркало и линзу Л2, фокусируется на кромку ножа Фуко и проходит к фотодиоду.

Оптическая схема разработанного и изготовленного профилометра изгибных поверхностных волн на мембранах приведена на рис. 4.

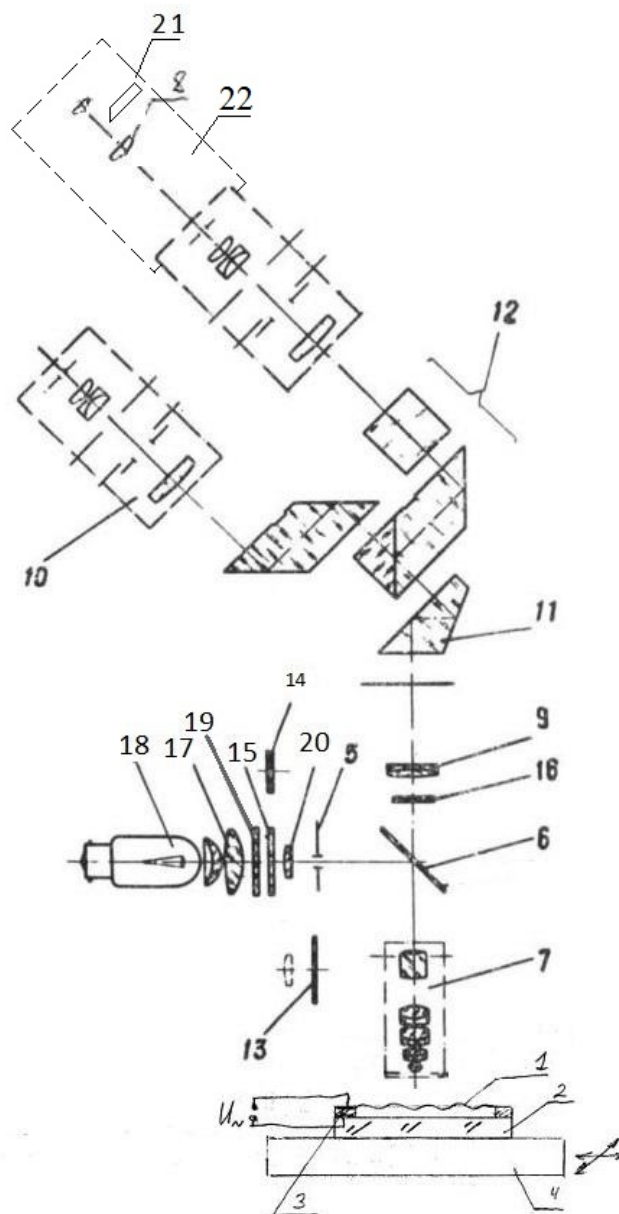


Рис. 4. Оптическая схема профилометра изгибных поверхностных волн на мембранах:

1 – исследуемая мембрана, 2 – подложка мембраны, 3 – пьезоэлемент возбуждения упругой волны, 4 – предметный столик профилометра, 5 – диафрагма, 6 – полупрозрачное зеркало, 7 – микроскопный объектив с фокусным расстоянием 6 мм, 8 – микрообъектив фокусировки луча на кромку ножа Фуко, 9 – линза, 10 – окуляр визуального канала наблюдения за мембраной, 11 – 12 – блок призм, разделяющих поле зрения на визуальный канал и измерительный канал, 13 – диафрагма, 14 – поляризатор, 15 – светофильтр, 16 – светофильтр, 17 – коллектор, 18 – источник света, 19 – теплофильтр, 20 – осветительная линза, 21 – клин, 22 – фотодиод

Выводы

Разработана лабораторная методика исследования оптических свойств макетных образцов и проведена юстировка профилометра.

Доработана оптическая схема проектируемого устройства на основе микроскопа Метам-М.

Проведена юстировка устройства и измерен размер фокального пятна на предметном стекле: $r = 50$ мкм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волф У. Справочник по инфракрасной технике. В 4-х томах. Том 2. Проектирование оптических систем / Под ред. У. Вулф, Г. Цисис. Пер. с англ. – М. : Мир, 1998. – 347с.
2. Воронцов М. А., Шмальгаузен В. И. Принципы адаптивной оптики. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. Лит., 1985. – 336 с.
3. Дьелесн Э. Упругие волны в твердых телах. Применение для обработки сигналов. / Дьелесан Э., Руайле Э. Под ред. В. В. Леманова. Пер. с франц. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. Лит., 1982. – 424 с.
4. Карпинский С. С. Устройства обработки сигналов на ультразвуковых поверхностных волнах. – М. : Советское радио, 1975. – 176 с.
5. Корнеев В. С. Разработка и исследование оптических магнитоуправляемых микромеханических устройств // Автореферат диссертации. – Новосибирск : СГГА. 2010. – 28 с.
6. Ноздрёв В. Ф., Федорищенко Н. В. Молекулярная акустика. – М. : Высшая школа, 1974. – 288 с.
7. Олинер А. Поверхностные акустические волны / Под ред. А. Олинера. Пер. с англ. – М. : Мир, 1981. – 390 с.
8. Скучик Е. Простые и сложные колебательные системы. – М. : Мир, 1971.
9. Хасс Г. Физика тонких плёнок / Под общей редакцией Г. Хасса и Р. Э. Туна. Т. 3. пер. с англ. – М. : Мир, 1968. – 332 с.
10. Чесноков В. В. Микромеханический модулятор света // Изв. вузов СССР. Приборостроение. – 1990. – № 6. – С. 82.
11. Чесноков В. В., Чесноков Д. В., Райхерт В. А. Пьезоэлектрическое возбуждение упругих изгибных волн в свободных тонкоплёночных структурах // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск : СГГА, 2011. Т. 5, ч. 2. – С. 55–63.
12. Чесноков, Д.В. Дифракция света на упругих волнах в тонкоплёночных мембранных структурах / Д.В. Чесноков, В.В. Чесноков, Д.М. Никулин // ГЕО-Сибирь-2007. III Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 25–27 апреля 2007 г.). – Новосибирск : СГГА, 2007. Т. 4, ч. 1. – С. 201–203.
13. Чесноков Д. В., Чесноков В. В., Никулин Д. М. Лазерное возбуждение изгибных волн в мембранных полосковых волноводах // ГЕО-Сибирь-2007. III Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 25–27 апреля 2007 г.). – Новосибирск : СГГА, 2007. Т. 4, ч. 1. – С. 209–214.
14. Чесноков Д.В. Микромеханический дефлектор световых потоков // Оптический журнал. – 2007. – № 4. – С. 51–54.
15. Чесноков Д. В., Чесноков В. В., Никулин Д. М. Электростатическое и лазерное возбуждение упругих волн в тонкоплёночных полосковых волноводах // ГЕО-Сибирь-2007. III Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 25–27 апреля 2007 г.). – Новосибирск : СГГА, 2007. Т. 4, ч. 1. – С. 203–209.
16. Яковкин И. Б., Петров Д. В. Дифракция света на акустических поверхностных волнах. – Новосибирск : Наука 1979. – 184 с.

© А. А. Дмитриева, 2018

АКТИВНЫЕ ФАЗИРОВАННЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ (АФАР)

Александр Александрович Андросов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (923)226-26-71, e-mail: qvinton.555@mail.ru

Игорь Николаевич Карманов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой информационной безопасности, тел. (903)937-27-90, e-mail: i.n.karmanov@snga.ru

Рассмотрены основные преимущества и недостатки активных фазированных антенных решеток по сравнению с пассивными фазированными антенными решетками, а также ряд проблем, связанных с их разработкой и созданием радиоэлектронных систем на их базе.

Ключевые слова: активные фазированные антенные решетки, радиоэлектронный комплекс, радар.

ACTIVE PHASED ARRAY ANTENNA (APAA)

Alexander A. Androsov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (923)226-26-71, e-mail: qvinton.555@mail.ru

Igor N. Karmanov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Head of Department of Information Security, phone: (903)937-24-90, e-mail: i.n.karmanov@snga.ru

The main advantages and disadvantages of active phased array antennas in comparison with passive phased array antennas are considered, as well as some problems associated with their development and creation of radio-electronic systems on their basis.

Key words: active phased array antenna, radio-electronic complex, radar.

Electrically scanning antennas - phased antenna arrays (PAA) is widely used in modern radar systems. The development of new ground, aviation and space radio complexes based on active phased array antennas (APAA) provides, in comparison with passive PAA, additional opportunities in terms of energy potential, controllability, reliability, which allows significant expanding of the scope of tasks to be solved.

APAA is a radiotechnical system in which the radio transmitting device and the high-frequency receiver are integrated into the antenna array in the form of a distributed structure, including the transceiver active modules (AM) as the main nodes [1,2].

So, during the development of the APAA there is a need for an integrated approach, based on the development of their theory, taking into account the linkage be-

tween the electrodynamic properties of the emitters of the antenna of the canvas and the radio transceiver AM characteristics for different types of signals, accounting for boundary effects, technological and temporary destabilizing factors, the failure of the modules.

Further development of modern antenna systems is the construction of active phased array antennas (APAA). These gratings consist of modules, which include, in addition to emitters and phase shifters, active elements for amplification, frequency converters, analog-to-digital converters, and other devices for preliminary spatial and temporal signal processing.

The use of APAA in radar special systems has a long history. However, the further development of the element base of APAA modules allows to expand their scope. The production of a solid-state short-wave transceiver module of centimeter range in integrated design allows, for example, multifunctional aircraft radar in the active version or intelligent digital antenna systems [2].

The advantages and disadvantages of APAA are well known. The introduction of active elements into the microwave path allows not only to reduce losses, but also to increase the emitted power, simplify the distribution system, improve the weight and size characteristics of the antenna system, as well as to build a more efficient system of signal processing, adaptation, polarization signal processing, multi-target operation, etc. However, a sharp increase in the cost of the antenna system - a significant lack of APAA - should be justified by the expansion of the functionality of the electronic system and a significant improvement in the characteristics.

Currently, the development of the theory and technology of APAA is conducted by many research teams for different ranges of operating frequencies, the level of emitted power, directional characteristics and control, and various applications and functionalities. The inclusion of active elements (or devices) into the antenna array turns it from a passive mutual device into a multi-element transceiver system with the characteristics inherent to the transceiver devices, except for the directional characteristics and antenna control. This fact explains the expansion of the circle of specialists working in the field of APAA spatiotemporal multichannel signal processing. In APAA, as in any radio-electronic system, there are questions of noise immunity, signal to noise ratio of the construction of optimal systems of adaptation, signal processing, etc.

In APAA, unlike PAA, it is possible to significantly expand the operating frequency band and, moreover, to build ultra - wideband (UWB) electrically scanning antennas transmitting and receiving ultrashort (about one nanosecond and shorter) radio or video pulses. This opens up the possibility to generate UWB radar for detection and recognition of low-observable targets.

Progress in the development of new types of aircraft and missiles, which became particularly intense by the middle of the XX century, led to a significant increase in the speed of the targets and reduced their effective surface scattering (ESS). This situation led to significant improvements of radar stations as one of the best means of detecting and monitoring air targets. It was during this period that phased array antennas (PAA) began to be widely deployed in radar systems for various purposes. However, their development has shown that the replacement of the mirror antenna with passive PAA in-

creases the loss of energy in the high-frequency part of the radar several times. To preserve the tactical characteristics of the radar, these losses had to be compensated by increasing the transmitter power output that resulted in an increase in weight and volume. Simultaneously the power consumption of the radar increased.

For radars installed on an air carrier or a space platform, such an increase in volume, weight and energy consumption is usually almost impossible. As for ground-based radars, especially those with longer range target detection, it's also problematic. The creation of new types of aircraft and missiles has led to an increase in the speed of the target and reduce their ESS. Under these circumstances a need for use of electrical scanning of the beam in the radar occurs, and increase in the output power is also required. The use of passive PAA in them led to an increase in the volume and weight of the equipment, which does not allow solving the problem - "increasing the power + maintaining the mobility". One of its real solutions was the transition to the use of active phased array antennas (APAA) in radar.

In APAA all elements are interconnected, intensively influence each other's parameters and, as a result, determine the electrodynamic characteristics of the lattice, and therefore APAA is considered as a single complex, and its design is a system task. The development of a radio-electronic complex with APAA leads to a significant change in the design process of other systems of the complex, starting with signal processing and ending with the power supply. To date, theoretical studies, simulation results, experience in the development and testing of radio systems with APAA allowed to formulate the advantages and disadvantages of APAA.

The main advantages of APAA:

- the possibility of creation on their basis of essentially new integrated radio-electronic complexes (REC) that provides multi-functionality, flexible management of spatial characteristics and a high energy potential, adaptation to fast-changing conditions and complex interference conditions, thereby meeting the growing requirements for power and weight and size characteristics of antenna systems for different purposes;

- the high level of radiated power provided by summation in the space of many low-power signals, which allows to significantly exceed the power characteristics of a single feeder tract without the danger of an electric breakdown;

- high reliability, provided by the presence of excess elements and their functionality (MTBF of solid-state amplifiers is 10^4 - 10^5 h, APAA - $(8-12) \cdot 10^3$ h; transmitter on traveling-wave tube s - 300-500 h, failure in the solid-state transmitter does not immediately occur and faults accumulate gradually);

- in case of redundancy of active APAA modules and periodicity of maintenance, the failure time of APAA ceases to affect the reliability of REC;

- ease of operation of solid-state afar due to the absence of high voltage (supply voltage of the active modules is quite low - 24...30 V) and, due to the high phase stability, there are no need for adjustment of the amplifiers during operation, their replacement is easily carried out during routine maintenance, REC with APAA are designed as maintenance-free system;

- low mass-dimensional characteristics of the solid-state transmit / receive modules (TRM) of APAA, allowing to design multi-element grating with high energy potential. Experience of the design of solid-state APAA showed that when the average power of the transistors used (40 W), the mass-dimensional characteristics of the grid are much better than those of antenna systems with a transmitter on electron-vacuum devices, the absence of a powerful high-voltage modulator gives an additional gain in weight and overall dimensions that allows to place all the APAA equipment together with power sources on one board or ground vehicle [3-5];

- the problems of losses in distribution paths on the general characteristics of the system are significantly weakened, since the amplifying devices in TRMs allow to compensate them, and the absence of losses at a high level of power in dividers and phase shifters allows to simplify and reduce the cost of these devices, and at the same time to increase the speed of the beam control system [6];

- operation in a wider frequency band and the controlled polarization scanning sector, which makes it possible to build broadband and ultra-broadband antenna systems based on APAA with electric scanning, which not only detect unobtrusive targets (or sources), but also carry out their identification [7,8];

- gain in signal processing - for on-board radar, it is 6 dB, which increases the range by 40%; in addition, radars with APAA allow to form: dips in directional diagram towards electronic warfare; several beams that provide simultaneous modes: air-air, air-surface, bypass obstacles; independent directional diagrams for transmission and reception.

Disadvantages of APAA:

- high cost (an order of magnitude or more) both in the design and manufacturing;

- the complexity of the antenna system construction is due to the presence of additional elements (phase shifters, amplifiers, controlled attenuators) in each APAA channel, which require the development and creation of a new element base - TRM with built-in amplifiers, phase shifters and attenuators [9];

- low efficiency (about 2 times less) of low-power transistor amplifier devices in comparison with the powerful transmitters of the PAA, which leads to technological difficulties with heat transfer in the canvas of the antenna lattice, radiation resistance and reliability [10];

- the lack of a methodological framework with an integrated approach to the design of the APAA;

- the absence of metrological support in production, control and operation.

In the process of implementing REC with APAA the need to create maintenance and repair base and testing equipment will appear. The cost of such additional equipment can be comparable with the cost of the development of the APAA itself. However, undeniable progress in the development of integrated high-frequency TRMs will contribute to the creation of solid-state APAA. At the same time, the use of APAA in REC is economically justified when the complex itself has to provide multifunctional operation with high energy potential, mobility and adaptation to the rapidly changing environment in conditions of active radioprotection.

Conclusion

To date, the problem of distribution of individual signals to the modules and channels of PAA and APAA is mostly solved. The element base existing in our country and abroad allows not only to create all the necessary components, but also to perform the integration of optical components on a single substrate in the form of fiber-optic interface, added to each module. Further reduction of weight, dimensions, energy consumption and expansion of functionality is associated with modification of the design of typical APAA modules, in which integral optical elements are combined on a single substrate, and further improvement of the characteristics of APAA (bandwidth, signal to noise ratio, dynamic range) is associated with the use of optical phase shifters and fiber delay lines in the design of APAA modules.

REFERENCES

1. Active phased array antennas / ed. D.I. Voskresensky and A.I. Kanashchenkov. – M. : Radio Engineering, 2004. – 488 p.: ill.
2. Active phased array antennas / edited by V. L. Gostyukhin. Ed. 3rd, rev. and extra. – M. : Radio Engineering, 2011. – 304 p.: ill.
3. Ashok K. Agrawal, Bruce A. Kopp, Mark H. Luesse, & Kenneth W. O'Haver. (2001). Active Phased Array Antenna Development for Modern Shipboard Radar Systems. Johns Hopkins APL Tech. Dig. 22(4), 600–613
4. Agrawal A., & Holzman E. (1999). Beamformer Architectures for Active Phased Array Radar Antennas, IEEE Trans. Antennas Propag. AP-47, 432–442.
5. Denisenko V. V., Dubrov Y. B., Korchemkin Y. B., Makota V. D., Nikolaev A. M., Tolkachev A. A., Shitikov A. M., Shubov A. G., & Shishlov A. V. (2005). Multi-element PAA KA-band waves / Antennas. 2005. № 1. P. 7–14 [in Russian].
6. Adushinova M. A., Shebalkova L. V., Edvabnik V. G. & Legkiy V. N. (2017). Integrated location systems antenna array with digital beamforming. In Sbornik materialov Interekspo Geo-Sibir'-2017: Natsionalnoy nauchnoy konferentsii: Nauka. Oborona. Bezopasnost'-2017 [Proceedings of Interexpo GEO-Siberia-2017: National Scientific Conference: Science. Defense. Security - 2017] (pp. 13–18). Novosibirsk: SSUGT [in Russian].
7. Samoilenko V. I. & Shishov Yu. A. (1983). Control of phased array antennas. Moscow: Radio and communication, 1983. – 240 p.
8. Kortnev V. P. & Mordasov D. V. (2017). Effectiveness of algorithmic “compression” of directional pattern of PAA when using a broadband signal / Antennas. 2017. № 3 (235). – P. 57–63 [in Russian].
9. Aubakirov C. Ya., Makeev A. V., Stolyarenko A. A., Rubanovich M. G. & Khrustalyov V. A. (2016). Broadband film attenuators. In Sbornik materialov Interekspo Geo-Sibir'-2016: Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: Nauka. Oborona. Bezopasnost'-2016 [Proceedings of Interexpo GEO-Siberia-2016: International Scientific Conference: Science. Defense. Security - 2016] (pp. 38–41). Novosibirsk: SSUGT [in Russian].
10. Kuznetsov G. Yu., Temchenko V. S., Miloserdov M. S., & Gigolo A. I. (2018). Active antenna array diagnostics with small number of measurements during thermal testing / Antennas. 2018. № 1 (245). P. 23–31 [in Russian].

© A. A. Андросов, И. Н. Карманов, 2018

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ВОЛНОВЫХ ФРОНТОВ АКТИВНЫХ ФАЗИРОВАННЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК (АФАР)

Александр Александрович Андросов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (923)226-26-71, e-mail: qvinton.555@mail.ru

Александр Сергеевич Штейзель

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (999)462-26-34, e-mail: nemec008008@mail.ru

Рассмотрен метод измерения динамических диаграмм направленности антенных решеток с электронным управлением лучом. Показано, что в первом приближении результат измерений представляет собой множитель решетки. Измерение пространственной динамической диаграммы направленности проводилось на одном из экземпляров АФАР. Сопоставление измеренных динамических диаграмм направленности с учетом диаграммы одного излучателя и статических диаграмм направленности в главных сечениях показало высокую степень их соответствия.

Ключевые слова: активная фазированная антенная решетка, динамическая и статическая диаграмма направленности, амплитудно-фазовое распределение.

METHOD FOR MEASURING WAVEFRONTS OF ACTIVE PHASED ARRAY ANTENNA (APAA)

Alexander A. Androsov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (923)226-26-71, e-mail: qvinton.555@mail.ru

Alexander S. Shteizel

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (999)462-26-34, e-mail: nemec008008@mail.ru

The method of measurement of dynamic direction patterns of antenna arrays with electron beam control is considered. It is shown that in the first approximation the measured result is a lattice multiplier. The spatial dynamic direction pattern measurements were carried out on one of the APAA specimens. Comparison of the measured dynamic direction patterns taking into account the diagram of one emitter and static direction patterns in the main sections showed a high degree of conformity.

Key words: active phased array antenna, dynamic and static direction pattern, amplitude-phase distribution.

Modern radars are equipped with passive or active phased array antenna (PAA) with flat aperture. In the process of tuning and researching the characteristics of such

antennas, it is often necessary to quickly determine their radiation characteristics in the entire field of view. The solution to the problem of measuring of directional pattern (DP) of the PAA is high complex, since the measurements are to be performed in modes for transmission and reception on different frequency letter with formation of a large number of rays of special shape and deviation of the rays in different directions. In addition, there is a need to determine the positions and levels of the lateral petals of DP located outside the main angular sections, but the measuring of the DP in a two-dimensional angular area takes a lot of time. Also, expensive equipment, such as a rotary stand, should be used for measurements. Today a large number of methods of determination of DN are developed. Co-temporal approaches to the definition of DN are based on modernized and adapted methods of holography or aperture-probe methods, switching and modulation methods, phase-free methods, as well as methods of focusing [1]. Many of them can be used together, allowing removing some restrictions. However, these methods have a significant drawback: the recovery of DP in the far zone is carried out by complex mathematical operations. In addition, the measurement of the field in the near zone requires large time costs associated with either the mechanical movement of the probe, or with numerous switching of phase shifters.

The concept of "dynamic DP" (DDP) and the ways of its application were mentioned in the works [2, 3]. In this article, the dynamic DP means a diagram measured by electron scanning of the beam of PAA as a means of changing the phase distribution in its opening at fixed positions of the tested PAA and auxiliary antenna and subsequent processing of the results, which is consistent with the definition given in article [2]. Brief information about the method of measuring the beam direction is given in [3], which also notes that such a method of scanning is a special case of the switching method. The first method of measuring the dynamic DP, determination of the amplitude-phase distribution (APD) and fault diagnosis of the antenna was considered in [4]. In contrast to the dynamic DP, the beam pattern measured at the same APD, we will call the static DP [5-9].

Measurements of dynamic DP are based on measurements of microwave signals at the input of PAA (reception mode) or at the input of the auxiliary antenna (transmission mode) at fixed mutual positions of PAA and auxiliary antenna, when scanning the beam of PAA, in general, in the two-dimensional angular area. In measurements, as a rule, the formation of a flat phase front at the opening of the PAA should be provided, although in general this condition is not mandatory. The main difference between the processes of measuring dynamic and static DP is the use of different methods: the method of mechanical rotation of the antenna for static DP and the method of electronic beam deflection for dynamic DP - as shown in Fig. 1. The scheme of measurement of the static DP of the PAA when working on reception by rotation of the antenna is shown in Fig. 1, a. The auxiliary antenna forms an incident electromagnetic field with a flat phase front. When the measurement method of rotation of the antenna APD in the aperture is not changed, but the antenna with its DP to be scanned (DP of a single emitter in the structure of the lattice) is rotating by an angle θ_k . At the same time, in the direction of receiving the signal from the auxiliary an-

tenna is the level of the DP, located in the original DP at the angle $-\theta_k$, which is fixed in the measurements. It is important to note that in the process of such measurements, the shape of the DP and the relations between the levels of the beam and the side petals remain unchanged.

In the process of measurements using the developed method (see Fig. 1, b) the antenna remains stationary, and the levels of DP in a given direction θ_k are measuring when the beam deviation at the angle of $-\theta_k$ by forming of inclined linear phase distribution in the aperture. At the same time, the value of the scanning DP in the direction of reception of the signal from the auxiliary antenna remains unchanged, in the process of measurements in this direction, the level of the DP of PAA is fixed, and so the measured DP can be considered as a lattice multiplier.

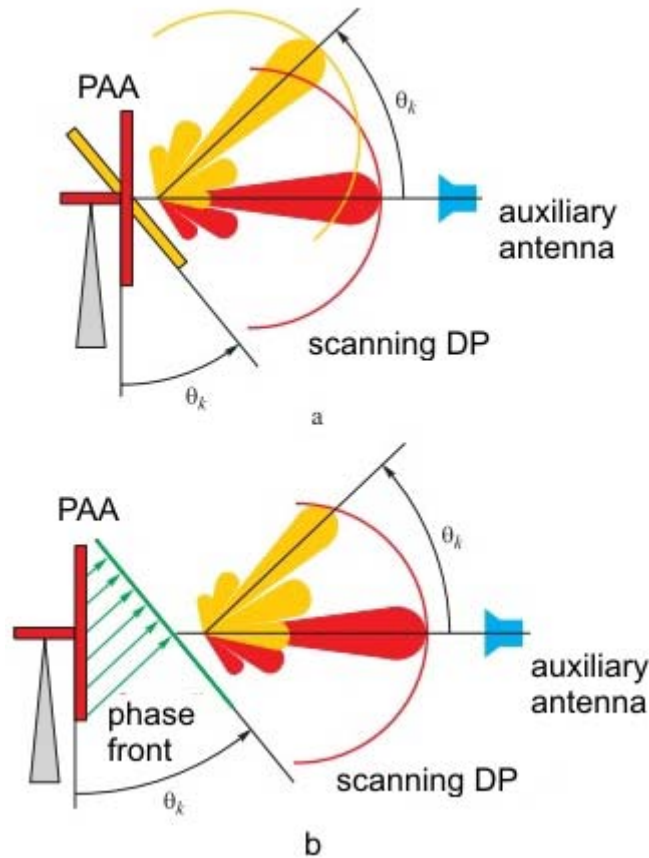


Fig. 1. Schemes of measurement of static DP by the method of mechanical rotation of the antenna (a) and dynamic DP by method of electronic deflection of the beam (b)

The formula for calculating the static DP of a flat PAA with a large number of emitters is as follows:

$$F(u, v) = F_1(u, v) \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^{N_m} A_{mn} e^{i\varphi_{mn}} e^{-ik(ux_{mn} + y_{mn})} = F_1(u, v) F_{MN}(u, v), \quad (1)$$

where $F(u, v)$ - the DP of a single emitter in the structure of the PAA;

u, v - angular variables that are the guide cosines of the selected control to the X and Y axes;

M - the number of rows of emitters in the PAA aperture;

N_m - the number of emitters in the m -th row;

A_{mn}, φ_{mn} - amplitude and phase of the emitter located in the m -th row and n -th column;

$k = 2\pi/\lambda$ - wave number;

x_{mn}, y_{mn} - coordinates of the emitter;

$F_{mn}(u, v)$ - a multiplier of the orientation of the PAA.

As noted above, the dynamic DP resulting from the measurements can be considered as a lattice multiplier. In this case, the expression for its calculation differs from (1): the DP of one emitter in the lattice $F(u, v)$ is not involved in it. In addition, during the measurements of DDP, each deviation of the PAA beam is accompanied by a change in APD, which is due to errors in the implementation of the amplitudes and phases of the field at the aperture of the antenna array. Considering these factors, we give a formula for describing the DDP of plane PAA, the emitters of which are located along the rows and columns:

$$F_q(u_q, v_q) = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^{N_m} (A_{mn} + \Delta A_{mnq}) e^{i(\varphi_{mn} + \Delta \varphi_{mnq})} e^{-ik(u_q x_{mn} + v_q y_{mn})}, \quad (2)$$

where q - the number of the direction of the PAA beam when scanning;

$\Delta A_{mnq}, \Delta \varphi_{mnq}$ - errors in amplitude and phase (with zero mathematical expectations) of an emitter located in the m -th row and n -th column, q in the direction of the beam.

Value F_q is the counts of the DDP in the direction (u_q, v_q) . For the case when the normal to the antenna coincides with the direction of signal arrival there is a need for PAA beam to be rejected for the angle $\{-u, -v\}$ to determine F_q .

The process of measuring the DDP consists of deflecting the beam of PAA in a given direction by changing the phase distribution. Under ideal implementation of APD dynamic DP corresponds exactly to the lattice multiplier. However, under real conditions, each change of the phase distribution in PAA leads to the appearance of random errors in phases and amplitudes that cause distortion in a given APD. Random errors are updated while each beam deviation, which causes fluctuations of the signal being received by the antenna. Due to the presence of a random component, the dynamic DP, unlike the static, has a rugged character, which is especially noticeable at its low levels. In order to demonstrate this statement for flat PAA, static and dynamic DPs were calculated by a mathematical modeling program using expressions (1) and (2). However, the dynamic DP differs from the static one not only in its intensity, but also in the increased radiation level of far side petals (Fig. 2), due to the lack of influence of the diagram of one emitter on the dynamic DP. For comparison of dynamic and static diagrams the DDP was multiplied by the DP of scanning (Fig. 3). It was found that the behavior of both DP is the same.

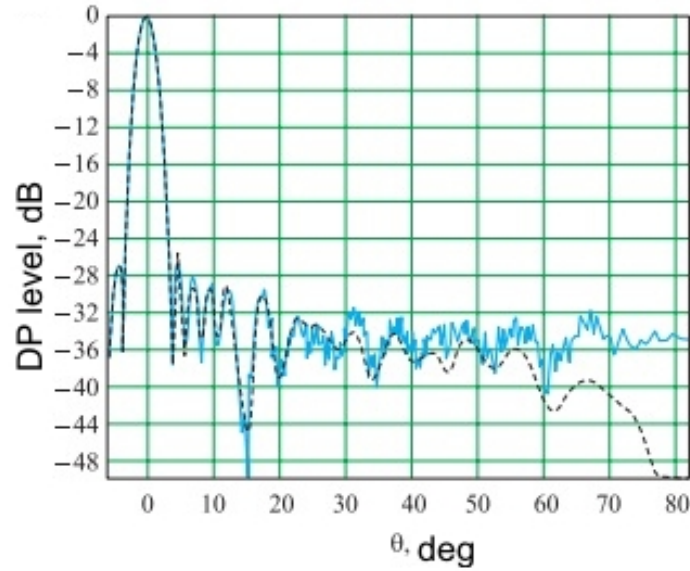


Fig. 2. Calculated static (dashed) and dynamic (continuous) DP in the presence of random errors in the APD

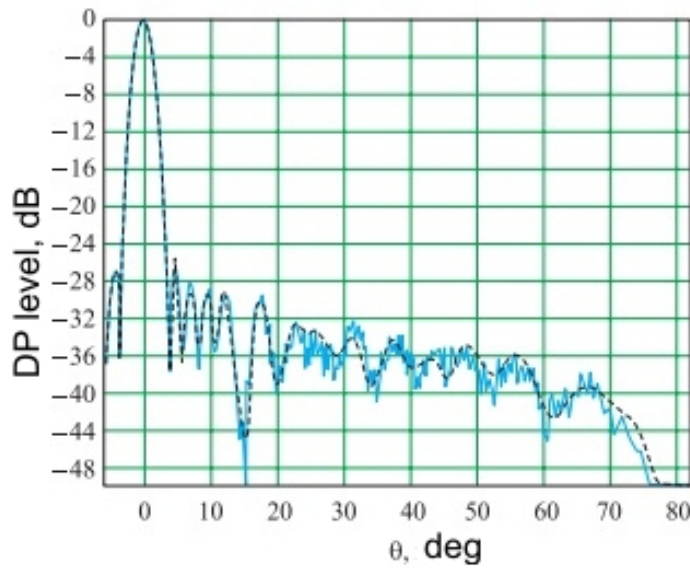


Fig. 3. Calculated static (dotted line) and dynamic DP with DP of scanning (solid) in the presence of random errors in the APD

In addition, there is a random component in the dynamic DP, which has a stronger effect on its low levels and is almost imperceptible at high ones. At each angle of the dynamic DP, its level is determined by the new APD implementation, while the static DP is calculated for one APD implementation. From the point of view of described features, the dynamic DP is not a lattice multiplier in its classical sense. For the PAA under consideration, there is no such APD, which would allow forming a lattice multiplier, exactly corresponding to measured dynamic DP.

Measurement of DDP was held with one of the instances of APAA in an anechoic chamber with the collimator. The scheme of the workplace and the composition of the equipment are shown in Fig. 4. A specialized program was developed to measure the dynamic spatial diagram pattern (DSDP), implemented in the form of an additional module to the APAA management program. Measurement time of one DSDP count consists mainly of rephasing time of the antenna, time of measurement of parameters by vector analyzer and the time of information transfer from analyzer to the control computer.

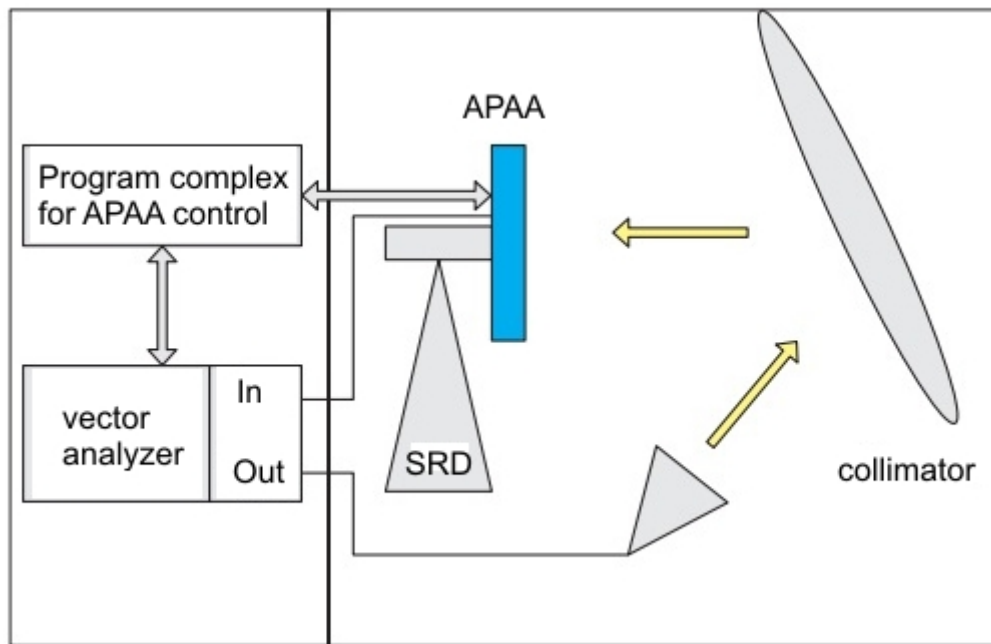


Fig. 4. The scheme of the workplace for measuring DSDP in the reception mode:
APAA - active phased antenna array; SRD - support-rotating device

In this case, the measurement time of one DSDP count was about 5 ms. Fig. 5 shows one of measured DSDP in the entire field of view in the coordinate system (u, v) . In the presence of random APD errors DSDP is highly rugged, as shown in Fig. 6. The measurements were carried out on a 201×201 grid (about 32000 points in the field of view), so the entire measurement process took about 160 s. The determination of static DP of PAA is one of the tasks that can be solved with the aid of dynamic DP measured before. The comparison of the measured dynamic and static DPs obtained by the antenna rotation method was performed. All measured DSDP were processed by the program of mathematical modeling, and the DP of one emitter in the lattice was taken into account (Fig. 7, 8). Fig. 9 shows the same comparison results for the optimized differential DP and one-dimensionally expanded APAA beam. The results of the comparison of these DPs showed that they differ by no more than 0,1 dB above the level of -31 dB. The best coincidence of the presented diagrams is observed in the angular region of $\pm 40^\circ$ relative to the normal. In part, the difference in

DP can be explained by the fact that the level of dynamic DP at each angle varies with the implementation of APD, while the static DP is measured only in one implementation of APD. In addition, the measurement results were affected by all the factors inherent in both the workplace measurements and fixing the signal level.

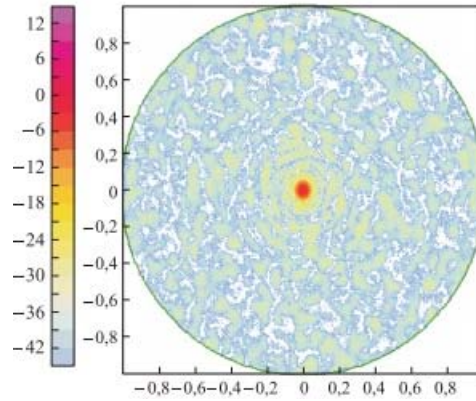


Fig. 5. Measured total DSDP

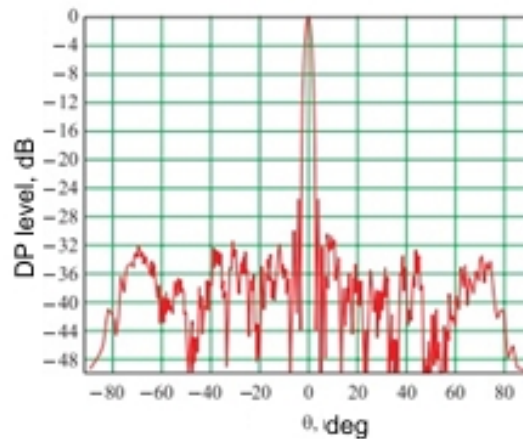


Fig. 6. Azimuthal cross section of the measured total dynamic DP

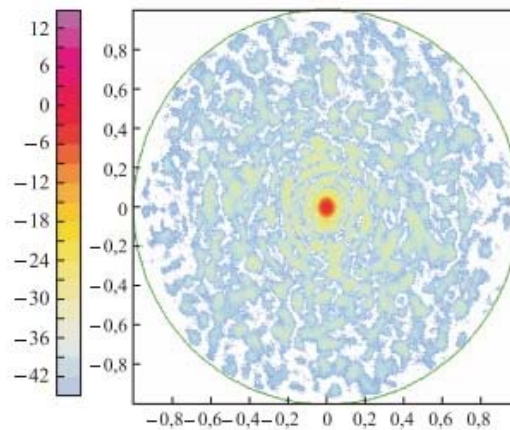


Fig. 7. Measured DSDP with DP of a single emitter in the structure of the lattice

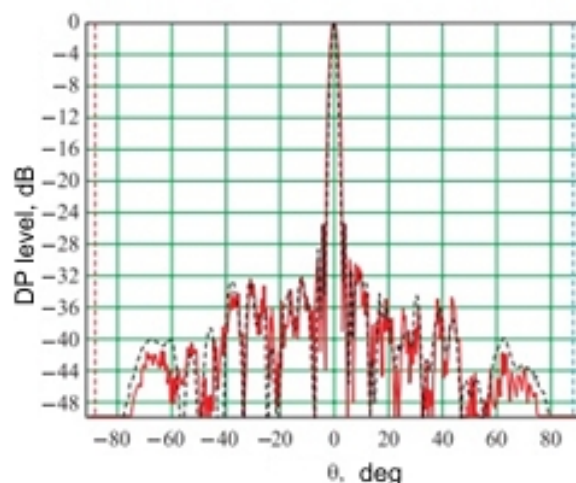


Fig. 8. Total DPs measured in the azimuthal cross-section

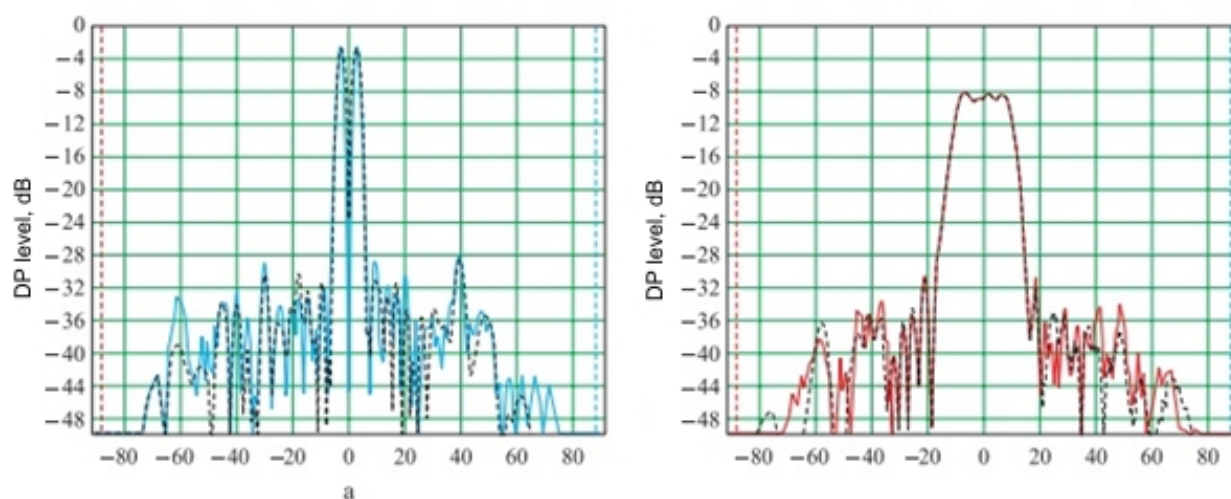


Fig. 9. The measured differential DP (a) and DP of APAA with an expanded beam (b)

The considered method for measuring of dynamic DP is suitable for quick measurements of DSDP in the entire field of view and allows reducing the time of measurement of the characteristics of PAA. In addition, its application does not require a support-rotating device. Dynamic DP can be used to quickly determine static DP throughout the field of view, to determine the amplitude-phase distribution at the aperture, and to diagnose antenna faults, especially in the case of APAA.

REFERENCES

1. Isakov M. A., & Lisinsky V. P. (2015). Prospects of reconstructive antenna measurements as the primary method of acceptance testing // Vestnik of the Concern PVO "Almaz - Antey". 2015. № 3. P. 51-58.

2. Denisenko, V. V., Dubrov, Y. B., Korchemkin, Y. B., Makota, V. D., Nikolaev A. M., Tolkachev, A. A., Shitikov, A. M., Shubov, A. G., & Shishlov, A.V. (2005). Multi-element PAA KA-band waves/ *Antennas*. 2005. № 1. P. 7-14.
3. Popov, O. V., Sosunov, B. V., Fitenko, N. G., & Khitrov, Yu. A. (1990). Methods of measurement of characteristics of antenna-feeder devices / ed. B. V. Sosunov. L.: VAS, 1990. 182 p.
4. Gribanov, A. N., Gavrilova, S. E., Moseychuk, G. F., Alekseev, O. S., & Dorofeev, A. E. (2016). Method of measurement of dynamic directional diagrams for diagnostics of PAA and APAA faults / *Antennas and radars with electron beam control* / ed. A. I. Sinani, G. V. Kaufman. Moscow: Radiotekhnika, 2016. P. 129-134.
5. Samoilenko, V. I., & Shishov, Yu. A. (1983). Control of phased array antennas. Moscow: Radio and communication, 1983. 240 p.
6. Balagurovsky, V. A., Kondratiev, A. S., Manichev, A. O., & Polishchuk, N. P. (2008). Calculation of the statistical characteristics of errors of the amplitude-phase distribution in multi-element phased array antenna lattice / *Antennas*. 2008. № 2. P. 20-25.
7. Adushinova, M. A., Shebalkova, L. V., Edvabnik, V. G., & Legkiy, V. N. (2017). Integrated location systems antenna array with digital beamforming. In *Sbornik materialov Interekspo Geo-Sibir'-2017: Natsionalnoy nauchnoy konferentsii: Nauka. Oborona. Bezopasnost'-2017 [Proceedings of Interexpo GEO-Siberia-2017: National Scientific Conference: Science. Defense. Security - 2017]* (pp. 13–18). Novosibirsk: SSUGT [in Russian].
8. Kovalenko, A. S., Slobodyanenko, A. A., & Shebalkova, L. V. (2017). Electromagnetic modeling the characteristics of the X-band traveling wave antenna with a aperture enlargement. In *Sbornik materialov Interekspo Geo-Sibir'-2017: Natsionalnoy nauchnoy konferentsii: Nauka. Oborona. Bezopasnost'-2017 [Proceedings of Interexpo GEO-Siberia-2017: National Scientific Conference: Science. Defense. Security - 2017]* (pp. 161–166). Novosibirsk: SSUGT [in Russian].
9. Cherevko, A. G., & Morgachev, Yu. V. (2017). Features simulation of graphene antennas for terahertz In *Sbornik materialov Interekspo Geo-Sibir'-2017: Natsionalnoy nauchnoy konferentsii: Nauka. Oborona. Bezopasnost'-2017 [Proceedings of Interexpo GEO-Siberia-2017: National Scientific Conference: Science. Defense. Security - 2017]* (pp. 215–219). Novosibirsk: SSUGT [in Russian].

© А. А. Андросов, А. С. Штейзель, 2018

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ В РАБОТЕ ФОТОПРИЕМНИКОВ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Анатолий Александрович Ильченко

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (983)128-22-26, e-mail: Tolik212171@gmail.com

Илья Олегович Скоропупов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (909)533-12-75, e-mail: ilia.skoropupov.phsd@gmail.com

Игорь Николаевич Карманов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой информационной безопасности, тел. (903)937-24-90, e-mail: i.n.karmanov@snga.ru

В данной работе рассмотрены основные виды фотоприемных устройств (ФПУ): на основе прибора с зарядовой связью (ПЗС), комплементарной структуры металл-оксид-полупроводник (КМОП), а также их основные конструктивные различия. Кратко описаны достоинства и недостатки каждой из рассмотренных схем. Приведены параметры, обеспечивающие информационную безопасность работы устройства.

Ключевые слова: фотоприемная матрица, ПЗС, КМОП, информационная безопасность, конструктивные различия, диэлектрик.

RESEARCH OF RELIABILITY AND SECURITY IN THE OPERATION OF PHOTODETECTORS OF IMAGE CONTROL SYSTEMS

Anatoly A. Ilchenko

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (983)128-22-26, e-mail: Tolik212171@gmail.com

Il'ya O. Skoropupov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (909)533-12-75, e-mail: ilia.skoropupov.phsd@gmail.com

Igor N. Karmanov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Head of the Department of Information Security, phone: (903)937-27-90, e-mail: i.n.karmanov@snga.ru

In this paper the main types of photoreceiving matrices (FPAs) are considered; a charge-coupled device (CCD), a complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS) structure, and their main design differences. Advantages and disadvantages of each of the schemes considered are briefly described. Parameters, providing information security of the device operation, are given.

Key words: photodetector array, CCD, CMOS, information security, design differences, dielectric.

Введение

Устройства, работающие в качестве приемников оптического сигнала, или, по-другому, фотоприемные устройства, нашли широкое применение в различных сферах человеческой деятельности. Фотоприемные устройства, работающие в инфракрасном (далее ИК) диапазоне, активно применяются в военной технике и решают следующие важнейшие задачи[1,2]:

- разведка в любое время суток, обнаружение и наведение на цель вне зависимости от погодных условий;
- выявление противника, находящегося в условиях активного противодействия, либо усиленно замаскированного;
- отслеживание объектов неподвижных или имеющих некоторую скорость для определения их координат на местности;
- передача полученных координат удаленным операторам, либо непосредственно в устройство наведения;
- сопровождение целей без участия человека в автоматическом режиме;
- передача информации в системы управления самолетами;
- автоматическая обработка сигналов для выдачи привязанной к карте информации на экран оператора и в систему автоматического обнаружения объектов [3,4].

Фотоприемные устройства крайне востребованы, только в Соединённых Штатах Америки по данным на 2013 год, рынок данных приборов оценивался в 46 миллиардов долларов США. В фотоприемных устройствах, используемых в военной промышленности, для целей обороны и наступления, необходимо производить контроль их надежности и безотказности в процессе работы. Необходимо контролировать уровни входных сигналов с достаточной точностью в широких пределах температур для предотвращения электрических пробоев и других возможных причин выхода фотоприемного устройства из строя [5].

Матрицы ФПУ могут быть организованы в двух конструктивных вариантах, отличающихся друг от друга по физическим принципам работы.

Матрица CCD – микросхема, состоящая из светочувствительных фотодиодов и созданная на кремниевой основе. В основе работы лежит принцип действия прибора с зарядовой связью.

Матрица CMOS - микросхема, созданная на основе полевых транзисторов с изолированным затвором с каналами разной проводимости.

Матрица CCD на кремниевой основе, действующая как прибор с зарядовой связью, CMOS – матрица на основе полевых транзисторов.

Разница между двумя типами фотоприемников фактически сводится к следующему:

- 1) аналоговый сигнал в матрице CCD преобразуется за пределами светочувствительного сенсора, в матрице CMOS – непосредственно в пикселе;

- 2) качество изображения, получаемого от CCD, выше, чем от CMOS;
- 3) CCD – энергозатратнее.

Принцип работы матрицы, основанной на зарядовой связи, изображен на рис. 1 и на рис. 2.

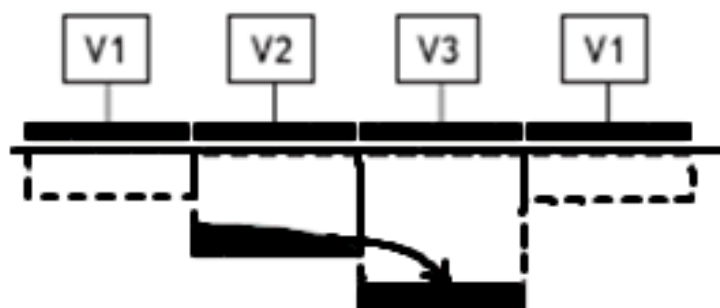


Рис. 1. Принцип переноса заряда в приборе с зарядовой связью



Рис. 2. Принцип считывания информации из ПЗС матрицы

На контакт V_1 подается напряжение U_{xp} , которое оттесняет основные носители заряда, например, дырки, если используется кремний р-типа, в объем полупроводника. Данное напряжение называют напряжением хранения.

В результате вышеописанной операции образуется слой глубиной от нескольких долей до единиц микрон, который обременен основными носителями заряда. Другими словами, образуется потенциальная яма для электронов [6].

В процессе освещения поверхности фотоприемной матрицы в объеме кремния образуются избыточные электронно-дырочные пары, при этом элек-

троны попадают в потенциальные ямы, скапливаются в тонком приповерхностном слое толщиной порядка 10 нанометров, под электродом V_1 .

Таким образом, формируется сигнальный зарядовый пакет.

В качестве следующего этапа можно выделить перенос заряда. На данной стадии на контакт V_2 подается напряжение, по значению оно должно быть больше напряжения, поданного на контакт V_1 . Данное напряжение называется напряжением считывания U_c . То есть напряжение считывания больше напряжения хранения [7].

Из-за этого под контактом V_2 возникает более глубокая потенциальная яма, чем под электродом V_1 , но так как электроды находятся крайне близко, то барьер между электродами исчезает, и электроны устремляются в наиболее глубокую потенциальную яму [8].

На третьем этапе напряжение на контакте V_2 снижается до напряжения хранения, с контакта V_1 снимается вовсе.

Таким образом осуществляется перенос всех зарядовых пакетов вдоль строки ПЗС вправо на один шаг, равный расстоянию между соседними электродами.

Важно отметить, что электроды V_1 - V_3 отделены от поверхности фотоприемной матрицы диэлектрическим слоем.

На рис. 3 изображена структура из пикселей фотоприемной КМОП матрицы [9].

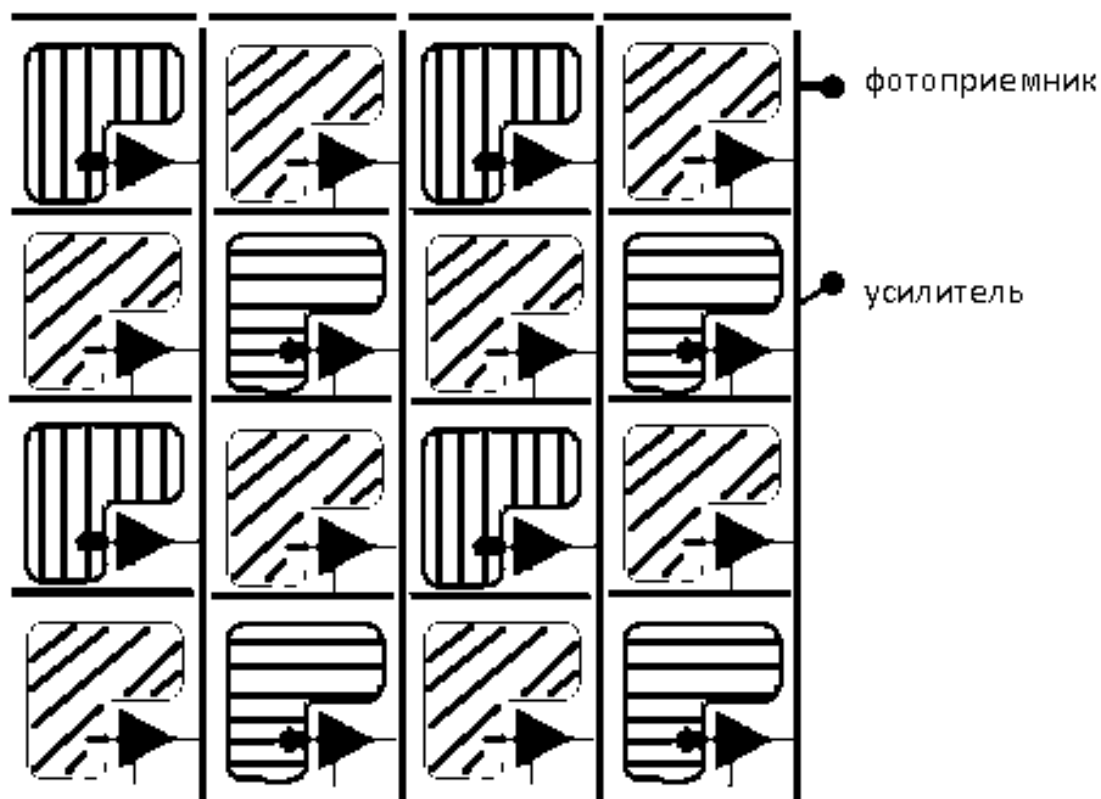


Рис. 3. Структура фотоприемной матрицы выполненной по технологии КМОП

Наличие у каждого пикселя своего собственного усилителя является очень существенным отличием от ПЗС датчиков, которые не обладают такой возможностью интеграции. Кроме этого, с помощью простой ХУ-адресации можно считывать информацию не со всей структуры, а с определённой ее части или вообще отдельной области.

Типичные значения амплитуд управляющих импульсов для ПЗС структур:

- 1) напряжение считывания от 5 В до 20 В;
- 2) напряжение хранения от 5 В до 20 В;
- 3) напряжение смещения от 1 В до 3 В.

Наличие рабочих напряжений обуславливает необходимость контроля и точного поддержания их значений в точно заданном диапазоне. При несоблюдении этого условия может произойти потеря информационного пакета, в результате чего нарушится целостность изображения или фотоприемная матрица вовсе может выйти из строя. Поскольку управляющие электроды ПЗС матрицы отделены от подложки слоем диэлектрика, подача на данные электроды напряжения больше критического может вызвать электрический пробой диэлектрической пленки, в результате чего прибор выйдет из строя [10, 11, 12].

Заключение

Так как матрицы, работающие в ИК диапазоне, как было сказано выше, используется для оборонных целей, то нельзя допустить выход из строя прибора по причине несоблюдения его рабочих параметров. Безопасность работы прибора напрямую зависит от контроля его рабочих параметров

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Энциклопедия физики и техники. [Электронный ресурс]. – Режим доступа www.femto.com.ua/articles/part_2/3076.html.
2. Компоненты и технологии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа www.kite.ru/articles/sensor/2007_10_24.php.
3. Nobel Lecture: CCD—An extension of man's view / Willard Boyle // Rev. Mod. Phys. – 2010. – Vol. 82, iss. 3. – P. 2305–2306.
4. Nobel Lecture: The invention and early history of the CCD / George Smith // Rev. Mod. Phys. – 2010. – Vol. 82, iss. 3. – P. 2307–2312.
5. CCD Saturation and Blooming Thomas Fellers, Michael Davidson // Wayback Machine. Archived July 27, 2012. – 2012.
6. What Is CMOS Memory? [Электронный ресурс]. – Режим доступа www.wickedsgo.blogspot.com/2011/04/what-is-cmos-memory.html.
7. Interfacial charge transfer states in condensed phase systems. / Koen Vandewal. // Annu. Rev. Phys. – 2016. Vol. 67
8. Liu H.D., McIntosh D., Bai X.G., Pan H.P., Liu M.G., Campbell J.C., Cha. H.Y. 4H-SiC PIN recessed-window avalanche photodiode with high quantum efficiency. // IEEE Photon Technol. Lett. – 2008. – Vol. 20
9. Zhai T.Y., Fang X.S., Liao M.Y., Xu X.J., Zeng H.B., Bando Y., Golberg D.A. Comprehensive review of one-dimensional metal-oxide nanostructure photodetectors. // Sensors. – 2009. Vol. 9.

10. Zhu H.L., Chen X.P., Cai J.F., Wu Z.Y. 4H-SiC ultraviolet avalanche photodetectors with low breakdown voltage and high gain. // Solid-State Electron. – 2009. Vol.53.
11. Mohamed A.R., Lohstroh A., Sellin P.J. The effect of annealing on the X-ray induced photocurrent characteristics of CVD diamond radiation detectors with different electrical contact. // Phys. Status Solidi (a) – 2011. Vol.208.
12. Sun A., Venkatesh A., Hall D.A. A Multi-Technique Reconfigurable Electrochemical Biosensor: Enabling Personal Health Monitoring in Mobile Devices. // IEEE Trans. Biomed. Circuits Syst. – 2016. Vol. 10.

© А. А. Ильченко, И. О. Скоропупов, И. Н. Карманов 2018

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА УСТРОЙСТВА СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ЗРЕНИЯ ОТ ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ ЯРКОЙ ВСПЫШКИ

Артём Сергеевич Борцов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (923)730-89-14, e-mail: artem.borcov999@gmail.com

Игорь Олегович Михайлов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры фотоники и приборостроения, тел. (383)344-29-29, e-mail: mio@sibmail.ru

В статье предлагается теоретическое обоснование и конструктивное решение жидкостного оптического компонента для пассивно-активной защиты органов зрения человека от поражающих факторов яркой вспышки. Приведены достоинства и недостатки практического использования жидкостных оптических компонентов и предложено конструктивное решение оптического компонента, лишенного ряда недостатков, характерных для данного типа оптических элементов, применительно к разрабатываемой конструкции. Представлена принципиальная схема и принцип действия устройства защиты глаз и оптико-электронных устройств от ярких площадных и точечных источников.

Ключевые слова: система защиты, орган зрения, яркая световая вспышка, жидкостные линзы, принцип действия устройства, принципиальная схема устройства.

LIQUID OPTICAL ELEMENT IN THE SYSTEM OF PROTECTION FROM THE DESTRUCTIVE FACTORS OF THE BRIGHT FLARE OF LIGHT

Artem S. Bortsov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (923)730-89-14, e-mail: artem.borcov999@gmail.com

Igor O. Mikhailov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (383) 344-29-29, e-mail: mio@sibmail.ru

In the article the theoretical substantiation and constructive solution of liquid optical component for passive-active protection of human organs of sight from striking factors of bright flash is offered. Advantages and disadvantages of practical use of liquid optical components are noted and the constructive solution of an optical component excluding a number of shortcomings, in relation to the developed design is offered. The principal scheme and principle of operation of the device of protection of eyes and optoelectronic devices from bright areal and point sources is presented.

Key words: protection system, organ of vision, bright light flash, liquid lenses, the principle of operation of the device, the concept of the device.

В последнее десятилетие, при разработке концепции современных войн, в ведущих странах военные специалисты отмечают, что придается все большее значение созданию принципиально новых видов оружия. Его отличительной чертой является поражающее действия на людей, не приводящее к смертельным исходам. К этому виду относят оружие, которое способно нейтрализовать или лишать противника возможности вести активное сопротивление или боевые действия без летального действия на человека либо разрушения материальных ценностей. К поражающему оружию органов зрения относится такое оружие как лазерное и источники некогерентного яркого света. В связи с этим фактом, в наше время система защиты органов зрения от таких видов оружия является крайне актуальной [1].

Целью данного исследования является разработка варианта конструкции жидкостного оптического компонента, конструкция которого лишена основных недостатков, связанных с гравитацией Земли и большими диаметрами жидкостных компонентов оптической системы.

Изучение источников научно-технической информации, теоретические исследования и математическое моделирование позволяют наметить пути реализации сформулированной задачи.

Для характеристики поражающих факторов яркой вспышки необходимо понимание её энергетических для фотоприемных устройств (ФПУ) и светотехнических для глаза характеристик.

Самосветящиеся объекты (источники света), в частности, характеризуются значением яркости. Глаз человека реагирует на яркость источника излучения, большие значения которой могут оказаться весьма опасными. Если яркость превышает значение $1,6 \times 10^5$ кд/м², то это вызывает болезненные ощущения в глазу.

Ниже приведены количественные характеристики яркости некоторых ярких источников излучения:

- неоновая лампа	1×10^3 кд/м ² ;
- ясное дневное небо	$1,5 \times 10^4$ кд/м ² ;
- газосветная лампа	5×10^4 кд/м ² ;
- кратер обычной угольной дуги	$1,5 \times 10^8$ кд/м ² ;
- Солнце	$1,65 \times 10^9$ кд/м ² ;
- шаровая ртутная лампа сверхвысокого давления (СВДШ)	$1,2 \times 10^9$ кд/м ² ;
- импульсная стробоскопическая лампа (ИСШ)	1×10^{11} кд/м ² ;

Яркость L_α в данном направлении может быть вычислена на основании выражения

$$L_\alpha = \frac{\Phi}{s \cdot \Omega \cdot \cos \alpha},$$

где Φ - поток лучистой энергии;

s - площадь;

α - угол с нормалью к излучающей поверхности;

Ω - телесный угол.

Если за пороговое значение яркости для глаза человека принять значение, равное $1,6 \times 10^5$ кд/м², то для источников излучения с яркостью, превышающей заданное значение, необходимо отсекают поток света, попадающий в глаз, при помощи различного рода затворов.

В качестве примера рассматривается источник излучения - импульсный фото осветитель (лампа-вспышка).

На рис. 1 приведены графики, поясняющие временные характеристики работы затвора, отсекающего поток от яркого источника света, в данном случае импульсной лампы-вспышки.

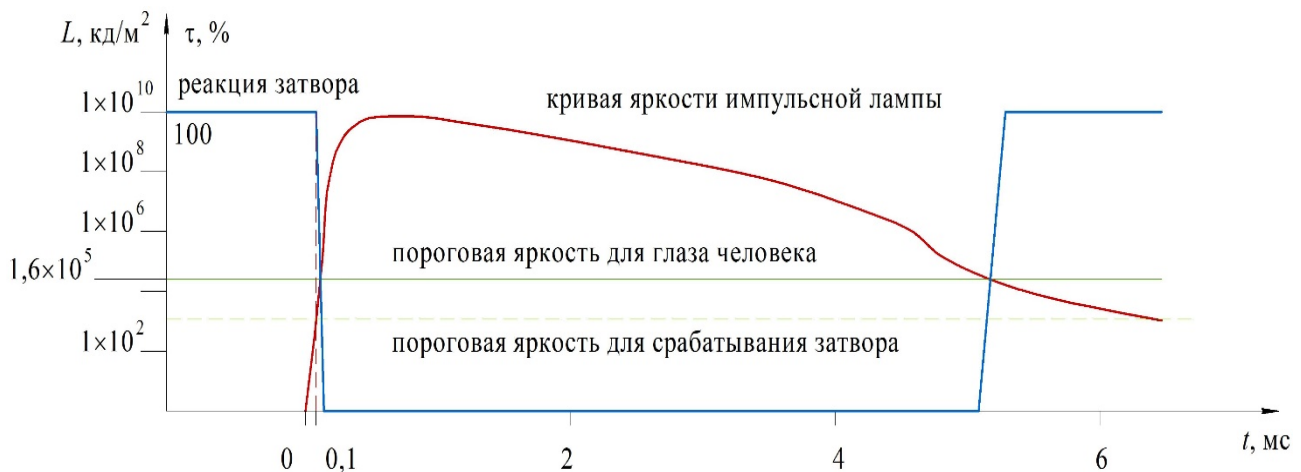


Рис. 1. График реакции затвора на яркую вспышку

Время, от момента яркой вспышки до поражающего фактора, занимает определенный период, который проходит за 0,1 секунды, что позволяет отреагировать затвору и защитить органы зрения от поражения. Данные графика позволяют сделать вывод, что затвор успевает среагировать и защитить глаз от поражения сетчатки. Работа затвора действует до того момента пока поражающее действие яркой вспышки не станет меньше пороговой яркости для глаза человека.

В последние годы значительно возрос интерес к оптическим системам с жидкими (жидкостными) линзами (ЖЛ), основанными на различных физических принципах. В частности, их применение может оказаться эффективным в военном деле, измерительной и медицинской технике, дистанционно управляемых устройствах систем безопасности, в камерах мобильных устройств и др. Но в свою очередь у жидких линз имеется ряд недостатков, которые ограничивают сферу их применения, и это необходимо учитывать при проектировании технических устройств.

Существенным ограничением в применении ЖЛ относительно большого диаметра является ориентация в пространстве ее оптической оси. Только если ось ЖЛ перпендикулярна поверхности Земли, то ее сферическая преломляющая поверхность будет симметрична относительно оси. Во всех остальных

случаях гравитация Земли будет искажать форму поверхностей жидкой линзы и ухудшать качество даваемого ей изображения; при этом наибольшие искажения будут наблюдаться при ориентации оптической оси ЖЛ параллельно поверхности Земли.

Еще одним недостатком жидких линз является ограничение скорости изменения формы жидкого компонента, в зависимости от принципа его работы (гидравлический, электрический, пьезоэлектрический и др.). Это необходимо учитывать в разрабатываемом устройстве, изменяющем форму ЖК из плоскопараллельной пластины в отрицательный компонент оптической системы [4].

На основании изложенных принципов предлагается конструктивное решение жидкостного оптического компонента, конструкция которого лишена основных недостатков, связанных с гравитацией Земли и большими диаметрами ЖК.

В качестве примера на рис. 2 представлен вариант конструкции жидкостного оптического компонента, работа которого основана на гидравлическом принципе.

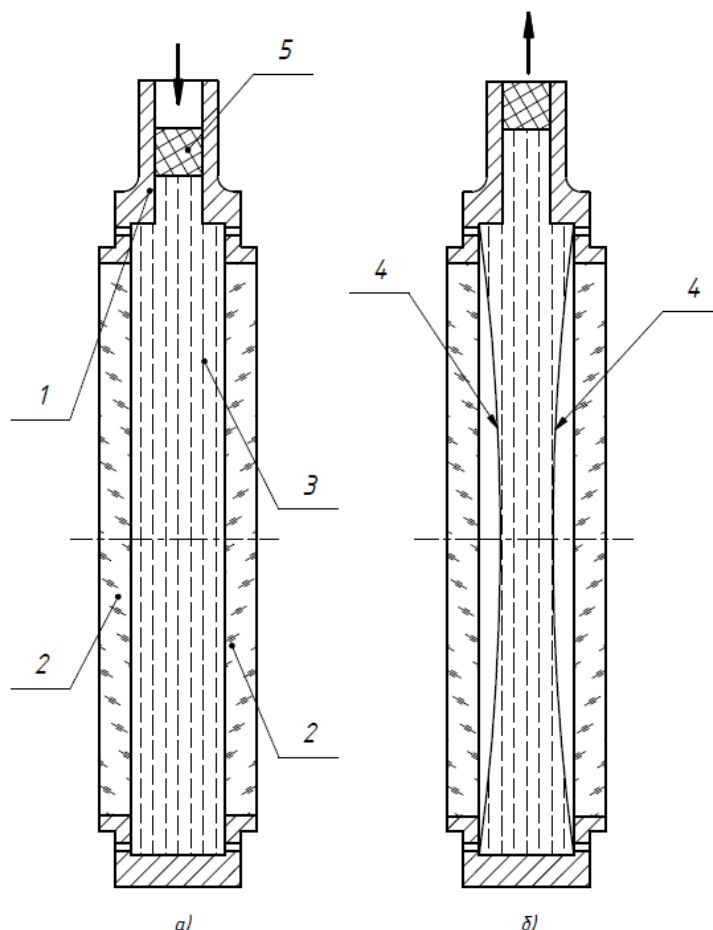


Рис. 2. Жидкостный оптический компонент на гидравлической основе:

1 – корпус (оправа), 2 – ограничительное стекло, 3 – оптическая жидкость, 4 – мембрана, 5 – поршень

Внутри корпуса (оправы) 1 расположены прозрачные эластичные мембраны 4, полость между которыми заполнена оптической прозрачной жидкостью 3. Повышенное давление жидкости в корпусе прижимает мембраны к стеклянным плоскопараллельным пластинам 2. Давление регулируется при помощи поршня 5, связанного с электромагнитом. Для поступления в камеру воздуха предусмотрены маленькие технологические отверстия на оправе 1.

Так как оптическая жидкость будет находится под постоянным давлением, то конструкция может быть установлена в любом положении и выполнена в достаточно большом размере по сравнению с известными жидкими линзами [3].

В момент яркой вспышки, фотоприемник устройства генерирует электрический сигнал, вызывающий срабатывание электромагнита, приводящего в действие поршень, который понижает давление внутри полости с оптической жидкостью, и жидкостный оптический компонент примет форму отрицательной линзы (рис. 2 б), что позволит рассеять поражающий поток от вспышки по большей площади.

Для определения коэффициента снижения светового потока, поступающего в глаз человека или на ФПУ, при помощи программы Zemax было проведено моделирование оптической системы, содержащей жидкостный оптический компонент (рис. 3).

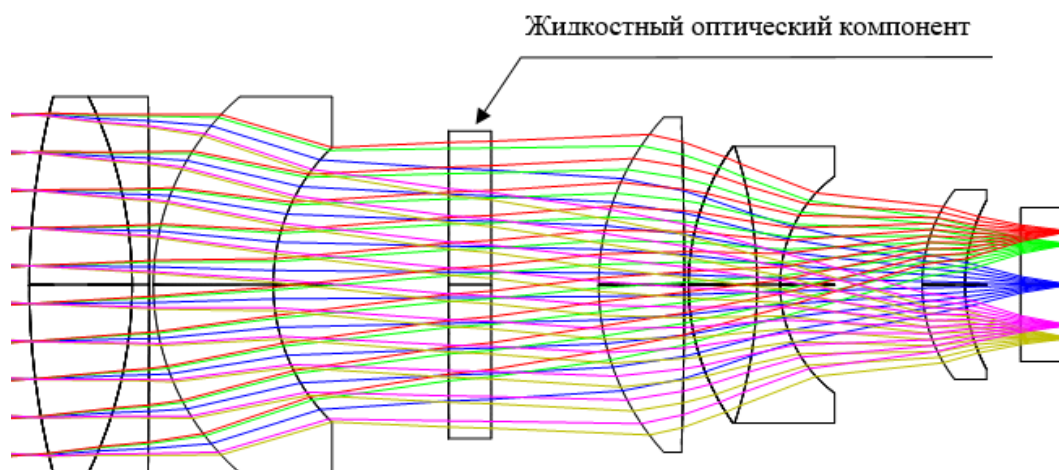


Рис. 3. Жидкостный оптический компонент в оптической системе в состоянии покоя

В данной системе жидкостный компонент выполняет роль плоскопараллельной пластины. На рис. 4 представлены пятна рассеивания для различных точек поля и график частотно-контрастно характеристики (ЧКХ) оптической системы, в которой установлен жидкостный компонент.

В момент яркой вспышки жидкостный оптический компонент из плоскопараллельной пластины резко становится отрицательным компонентом этой системы (рис. 5). На рис. 6 приведены результаты оценки качества оптической системы с отрицательной ЖК.

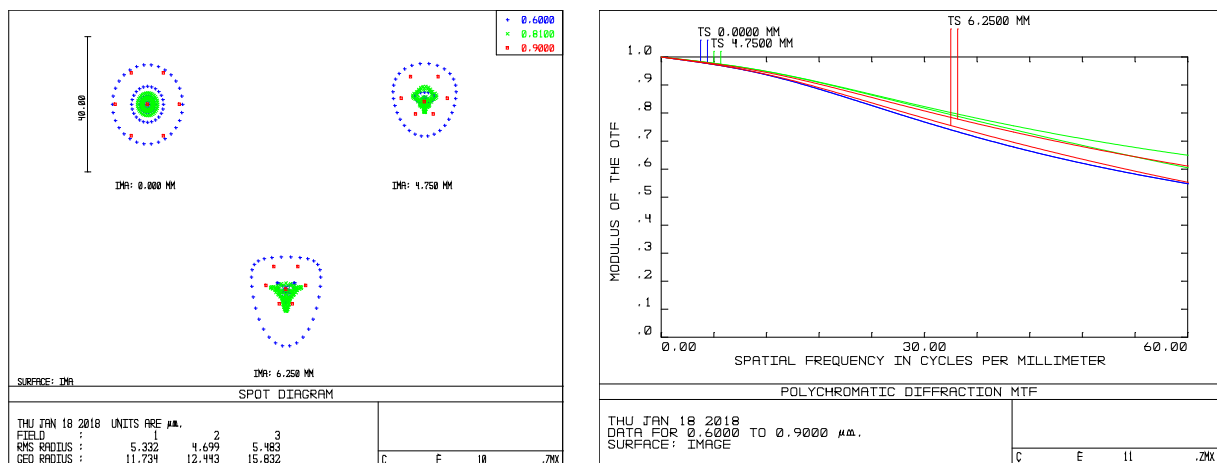


Рис. 4. Основные характеристики оптической системы

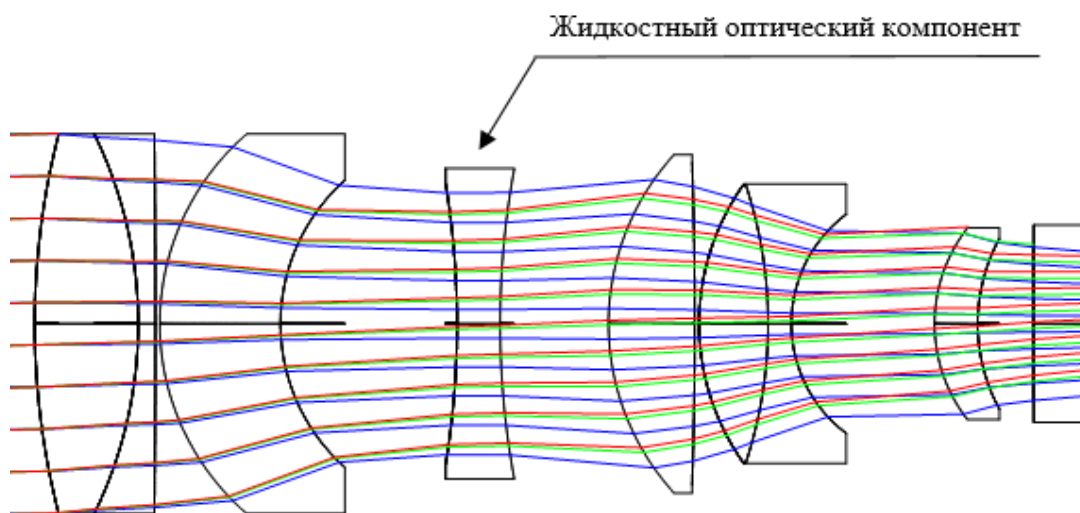


Рис. 5. Жидкостный оптический компонент в оптической системе в момент яркой вспышки

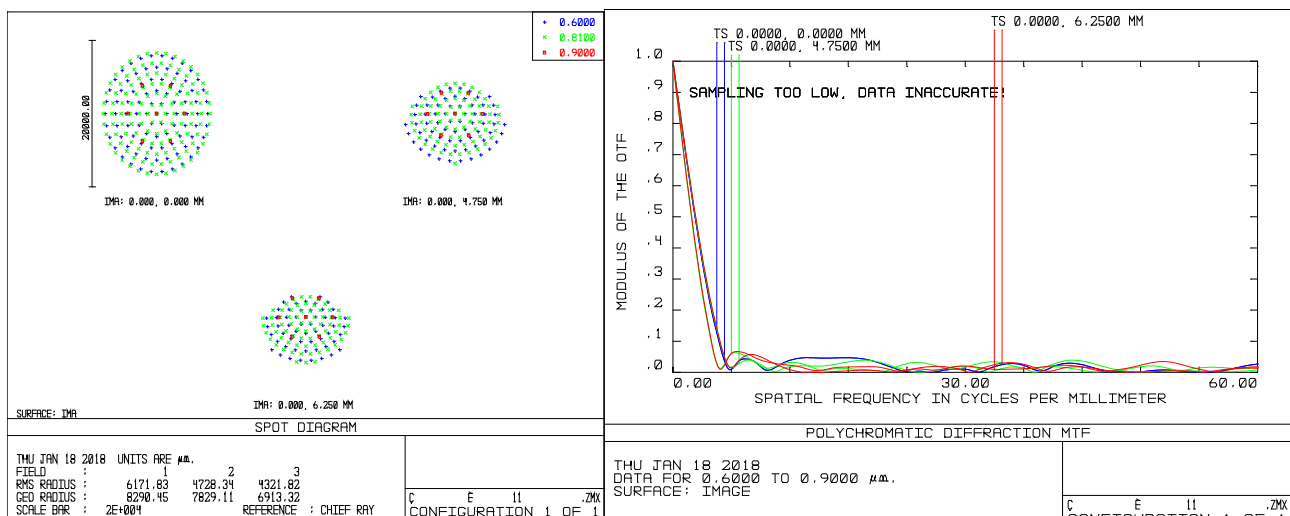


Рис. 6. Основные характеристики оптической системы

Графики, приведенные на рис. 6, иллюстрируют резкое снижение качества изображения. Если сравнить пятна рассеяния, приведенные на рис. 4 и 6, то в системе с отрицательной жидкостной оптической компонентой пятно рассеяния в изображении точки увеличивается более чем в тысячу раз. Из этого сравнения следует, что изменение формы ЖЛ, происходящее в момент яркой вспышки, может предотвратить выход из строя ФПУ или защитить сетчатку глаза наблюдателя от поражающего действия яркой световой вспышки.

На рис. 7 представлена принципиальная схема устройства системы защиты комбинированного типа от точечных и площадных источников излучения.

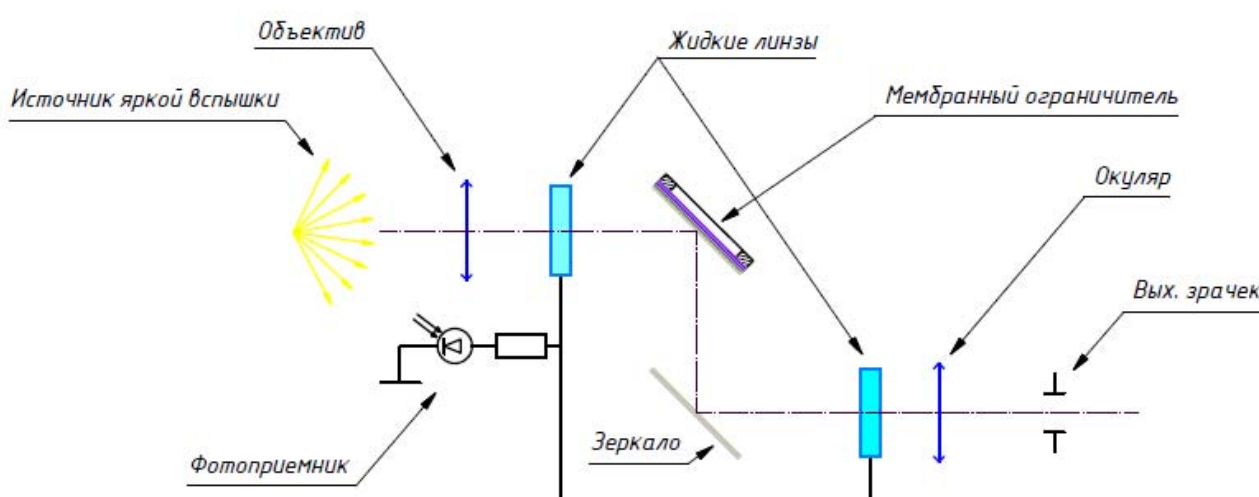


Рис. 7. Принципиальная схема устройства защиты от точечного и площадного источников излучения

В момент яркой вспышки фотоприемник устройства генерирует электрический сигнал, вызывающий срабатывание жидкостного оптического компонента, который примет форму отрицательной линзы, тем самым защищает наблюдателя и оптико-электронные устройства от поражающих факторов яркой вспышки. Для защиты от поражения точечными источниками излучения, в системе защиты установлен мембранный ограничитель. При попадании на мембранный ограничитель излучения от точечного источника происходит испарение чувствительной поверхности. В результате не происходит попадания поражающего излучения точечного источника в глаз человека или на ФПУ [2].

В заключении можно сказать, что поставленная цель достигнута. Представленная в этой работе предварительная конструкция жидкостного компонента позволяет решить основные проблемы, связанные с реализацией больших диаметров жидкостных компонентов и способом расположения их в оптической системе. Применение жидкостного компонента может быть использовано в наблюдательных приборах или прицелах различного назначения, в которых необходима защита органов зрения или ФПУ от поражения факторами яркой

вспышки. Представленные выше схемы позволяют вести дальнейшую разработку конструкции системы защиты ФПУ и органов зрения от поражающих факторов яркой вспышки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Борцов А. С., Михайлов И. О. Принципиальная схема устройства системы защиты от поражающих факторов яркой вспышки // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. Т. 2. – С. 43–46.
2. Чесноков Д. В., Чесноков В. В. Экспериментальное исследование пороговых энергетических и быстродействия тонкоплёночных термооптических затворов в видимом и ИК диапазонах спектра // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «СибОптика-2014» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск : СГГА, 2014. Т. 1. – С. 190–198.
3. Голицын А. В., Ефремов В. С., Шлишевский В. Б. Некоторые варианты оптических систем на основе жидкостных элементов // Сборник трудов XI Международной конференции «Прикладная оптика–2014». – СПб. : Оптическое общество им. Д. С. Рождественского, 2014. – Т. 3. – С. 55.
4. Жидкие линзы – новая элементная база оптических и оптико-электронных приборов / А. В. Голицын, В. С. Ефремов, И. О. Михайлов, Н. В. Оревкова, Б. В. Федоров, В. Б. Шлишевский // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «СибОптика-2013». Дифракционные и интерференционные системы и приборы : сб. материалов (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. – С. 7–11.

© А. С. Борцов, И. О. Михайлов, 2018

АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ОРГАНИЗАЦИИ ИНФРАСТРУКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНФИГУРАЦИЕЙ

Сергей Андреевич Корягин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (999)452-12-45, e-mail: skoryagin96@gmail.com

Евгений Владимирович Грицкевич

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационной безопасности, тел. (383)343-91-11, e-mail: gricew@mail.ru

Анализируется организация инфраструктуры информационной безопасности с использованием системы управления конфигурацией, которая позволяет снизить трудозатраты на обслуживание, ускорить установку, настройку информационно-технических сервисов и программного обеспечения на виртуальных и физических серверах. Приводится аналитический обзор и сравнение наиболее распространённых в настоящее время подобных систем с учётом характеристик, напрямую связанных с безопасным хранением информации.

Ключевые слова: инфраструктура, система управления конфигурацией, состояние системы, безопасность, программный комплекс.

ANALYSIS OF METHODS AND MEANS OF THE ORGANIZATION OF THE INFORMATION SECURITY INFRASTRUCTURE USING CONFIGURATION MANAGEMENT SYSTEM

Sergey A. Koryagin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (999)452-12-45, e-mail: skoryagin96@gmail.com

Evgenij V. Gritskevich

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Information Security, phone: (383)343-91-11, e-mail: gricew@mail.ru

The organization of the information security infrastructure using the configuration management system is analyzed, which allows to reduce maintenance work, accelerate the installation, configuration of information and technical services and software on virtual and physical servers. An analytical review and comparison of the most common such systems is given, taking into account the characteristics directly related to the safe storage of information.

Key words: infrastructure, configuration management system, system state, security, software package.

Введение

Естественное расширение инфраструктуры любой информационной системы по мере её развития в процессе непрерывного функционирования создаёт проблему увеличения трудовых и материально-финансовых затрат не только на обслуживание системы, внедрение новых и вывод из эксплуатации отработавших ресурсов, но и параллельно инициирует модификацию и адаптацию к новым условиям работы ресурсов информационной безопасности (ИБ) с точки зрения соответствия последних требованиям поддержания системы защиты информации на должном уровне, определяемом соответствующими нормативами. Для более быстрого и безопасного размещения и настройки модифицируемых ресурсов ИБ целесообразно использовать систему управления конфигурацией.

Целью работы является подробный обзор наиболее перспективной системы управления конфигурацией для управления инфраструктурой безопасности.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- рассмотрение понятия системы управления конфигурацией;
- обзор и сравнение актуальных систем управления конфигурацией;
- выбор и подробный обзор наиболее перспективной системы.

Методы

Система управления конфигурацией – это программный комплекс, ядром которого является специализированное программное обеспечение, поддерживающее централизованное управление множеством разрозненных операционных систем различного типа, их конфигурированием, функционированием и взаимодействием составляющих программных компонентов. При использовании системы управления конфигурацией наиболее важным представляется соблюдение принципа минимального выполнения операций на конечных узлах. Основное управление осуществляется с мастерхоста (master-host, masterhost, master-хост). При этом вся инфраструктура, её внутреннее взаимодействие, настройки программного обеспечения могут быть описаны в нескольких файлах [1].

В настоящее время наиболее популярными системами управления конфигурацией являются Ansible, Chef, Puppet и SaltStack.

Все они являются системами с открытым исходным кодом (OpenSource). Ранее считалось, что системы OpenSource проигрывают проприетарным программным продуктам с точки зрения безопасности. В настоящее время ситуация кардинально изменилась. Участники OpenSource-сообществ оперативно находят и устраняют уязвимости, в то время как в проприетарном программном обеспечении они могут оставаться незамеченными в течение долгого времени [2].

В качестве примера OpenSource-системы можно рассмотреть систему Ansible. К одному из её существенных преимуществ относится использование в

качестве основного инструмента программной реализации популярного языка Python. У этой системы низкий порог вхождения, поскольку для начала работы с ней не требуется глубокого погружения в сопроводительную документацию. Стоит отметить, как преимущество, и то, что эта система использует безагентную структуру, то есть управление подчинёнными подсистемами осуществляется без установки на них Ansible-клиента. Структурная схема взаимодействия управляющего хоста системы Ansible с подчинёнными подсистемами приведена на рис. 1.

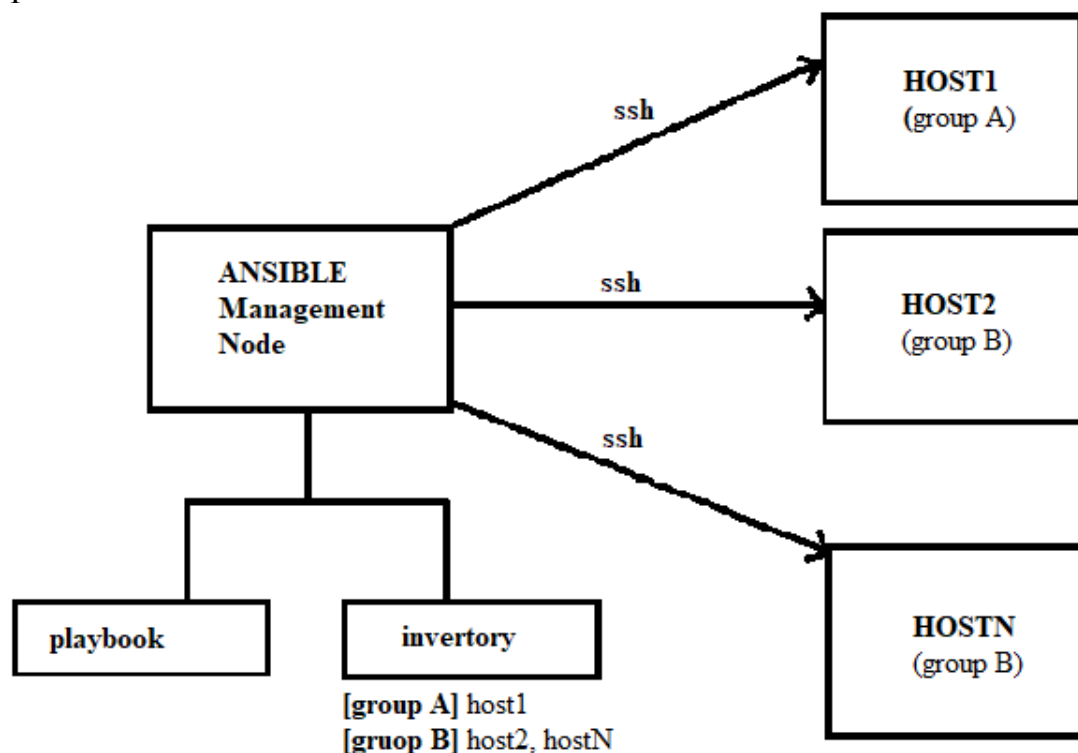


Рис. 1. Структурная схема взаимодействия управляющего хоста системы Ansible с подчинёнными подсистемами

В Ansible (обозначение «ManagementNode» на рис.1 можно перевести как «управляющий узел») управление подчинёнными хостами происходит через файлы состояния «playbooks» и список групп хостов «inventory» [3]. Команды подчинённым системам отправляются с помощью протокола ssh. Недостатками Ansible являются плохая поддержка операционной системы Windows, более трудозатратное добавление новых подчинённых операционных систем и тестирование написанных состояний, а также небольшое сообщество разработчиков [4,5].

К другим примерам систем управления конфигурацией с открытым программным кодом можно отнести системы Chef и Puppet. Их преимуществом является наличие большой базы готовых модулей и рецептов для настройки подчинённых операционных систем [6]. Стоит отметить, что Puppet взаимодействует с подчинёнными системами через ssl-соединение поверх порта 8140/TCP

[7,8]. Среди недостатков стоит выделить использование для программной реализации недостаточно популярного языка исполнения Ruby [6,7], высокий порог вхождения для начала работы и необходимость оптимизации готовых модулей, получаемых из системных баз для учёта особенностей каждого конкретного потребителя.

Наиболее перспективным инструментом управления конфигурацией представляется система SaltStack, которая обладает рядом значительных преимуществ перед остальными системами. Одним из них является, как и для системы Ansible, использование языка разработки Python. Стоит выделить лёгкую масштабируемость - добавление новой подчинённой системы происходит проще, чем при использовании других систем контроля версий. Система может работать не только в режиме master, но и в режиме masterless (то есть при отсутствии master-хоста), а также в режиме syndic (подчинённая система является master-хостом для других подчинённых систем, за счёт чего выстраивается иерархическая структура). SaltStack для общения с подчинёнными системами использует не ssh-протокол, используемый в остальных системах, а протокол ZeroMQ (ssh-протокол в данном случае применяется только для подключения подчинённой системы). В рассматриваемый системный продукт входит качественная система внутреннего аудита. Среди недостатков стоит выделить высокий порог вхождения и, в определённой степени, необходимость составления отчётов.

Из приведённого обзора можно сделать вывод, что для управления инфраструктурой безопасности наиболее подходящей является система SaltStack благодаря возможности работы по отдельному протоколу ZeroMQ, наличию внутреннего аудита и хорошей масштабируемости.

Поэтому представляется целесообразным более подробно рассмотреть основные понятия и принципы работы данного программного комплекса.

С точки зрения системы SaltStack все машины делятся на 2 типа – salt-master (машины, с которых ведётся управление) и salt-minion (управляемые машины). Для взаимодействия друг с другом на них должны быть запущены соответствующие процессы. Если по каким-то причинам на подчинённой системе нельзя установить salt-minion, команды для управления могут исполняться по ssh-протоколу путём установки лёгкой версии salt-minion-а через ssh-соединение. При работе в syndic-режиме salt-master может являться salt-minion, а при работе в masterless-режиме salt-minion управляет сам собой [9].

В рассматриваемой системе существует понятие salt-state (SLS) – конфигурационные файлы, написанные на языке YAML. Они подобны playbooks в Ansible (их аналогами являются manifests в Puppet, и cookbooks в Chef). Термином Formulas называются вызовы к модулям состояний (statemodules) для достижения определенного результата. Они описывают, как должно выглядеть состояние системы, если формула применена. Формулы являются заранее описанными состояниями. Понятие Templates обозначает шаблоны, содержащие обобщённые описания формул и позволяющие применять типовые формулы для различных операционных систем с учетом их различий. Термин

Grains относится к информации о системе, генерируемой при подключении salt-minion-a. Понятие Pillars определяет защищённые хранилища информации, описывающие параметры системы, которые применяются при выполнении SLS-файлов [10].

Salt-master аутентифицирует salt-minion, используя открытый ключ шифрования и аутентификацию. Когда salt-minion впервые запускается, он генерирует криптографический ключ и пытается подключиться к salt-master. Чтобы salt-minion смог принимать команды от salt-master, он должен быть принят последним. Для использования в SaltStack подключения ssh необходимо создать специальный реестровый roster-file, имеющий вид «hostname: ip_address». Для удаленного выполнения команд, таким образом, не требуется установки salt-minion. Его сжатая копия автоматически устанавливается на подчиняемую систему при установлении соединения.

Машины типа salt-minion подключаются и общаются с машинами типа salt-master по портам 4505\4506 TCP [9,11] (рис. 2).

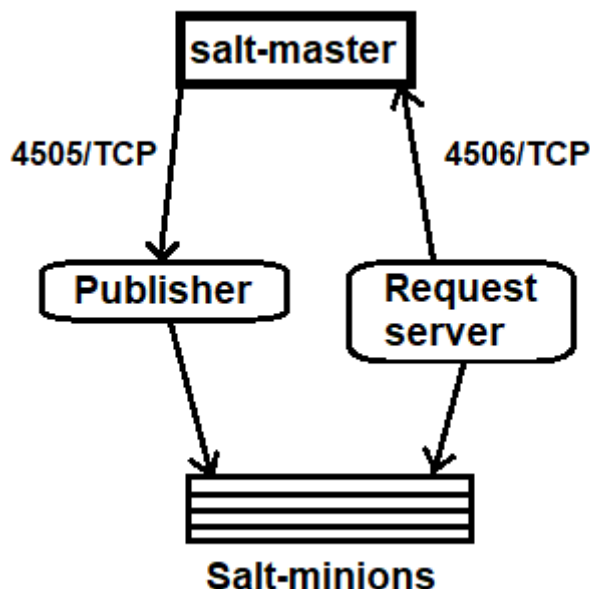


Рис. 2. Схема взаимодействия управляющего salt-master с подчинёнными salt-minion

Master аутентифицирует minion используя открытый ключ шифрования и аутентификацию. Когда minion впервые запускается, он генерирует криптографический ключ и пытается подключиться к master. Чтобы minion смог принимать команды от master, он должен быть принят master. Чтобы использовать salt-ssh подключение необходимо создать roster-file, имеющий вид «hostname: ip_address». Для удаленного выполнения команд, таким образом, не требуется установки salt-minion. Его сжатая копия автоматически устанавливается на подчиняемую систему при установлении соединения.

Результаты

Преимущества системы управления конфигурацией SaltStack за счёт использования протокола ZeroMQ, наличия внутреннего аудита и защищённых хранилищ информации обеспечивают надёжность соединения и уверенность в целостности системы.

Заключение

Применяя сочетание конфигурационных state-файлов и pillars-хранилищ, описывающих параметры системы, можно конфигурировать подчинённую систему и запущенное на ней программное обеспечение за несколько команд. Применение данного программного комплекса позволит сократить время развёртывания и настройки системы безопасности, может упростить управление конфигурациями программного обеспечения и сократить трудозатраты на обслуживание системы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Система управления конфигурацией [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://xgu.ru/wiki/Система_управления_конфигурацией.
2. Безопасность систем с открытым исходным кодом [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://citforum.ru/security/articles/open_source/.
3. Обзор: Puppet, Chef, Ansible, SaltStack [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://habrahabr.ru/post/211306/>.
4. Jesse Keating Mastering Ansible—Packt Publishing, 1 edition, 2015—236 с.
5. Lorin Hochstein, Rene Moser Ansible: Up and Running – O'Reilly Media, 2 edition, 2017. – 430 с.
6. Earl Waud Mastering Chef Provisioning –Packt Publishing, 1 edition, 2016. – 262 с.
7. Martin Alfke, Felix Frank Puppet 5 Essentials - Packt Publishing, 3 edition, 2017. – 262 с.
8. Thomas Uphill, John Arundel Puppet Cookbook – Packt Publishing, 3 edition, 2015. – 338 с.
9. Colton Myers Learning SaltStack— Packt Publishing, 2015. – 158 с.
10. Christer Edwards Into The Salt Mine Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://intothesaltmine.readthedocs.io/en/latest/>.
11. SaltStackTutorial [Электронный ресурс]. – Tutorials Point – Режим доступа : https://www.tutorialspoint.com/saltstack/saltstack_tutorial.pdf.

© С. А. Корягин, Е. В. Грицкевич, 2018

ПРОСВЕТЛЯЮЩЕЕ ПОКРЫТИЕ ДЛЯ СТЕКОЛ С ВЫСОКИМ ПОКАЗАТЕЛЕМ ПРЕЛОМЛЕНИЯ

Роман Сергеевич Алтухов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (923)115-18-94, e-mail: 55_roman@mail.ru

Никита Андреевич Гурин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (923)129-87-48, e-mail: gna200694@yandex.ru

В статье представлена информация о просветляющем покрытии для стекол с высоким показателем преломления. Для расчёта выбрано стекло из каталога Schott марки SF57. Рассмотрен современный метод расчета покрытий в программном обеспечении OptiLayer. Представленная конструкция семислойного просветляющего покрытия с выбранными плёнкообразующими веществами подходит для марок стёкол типа ТФ, ТБФ и марок стекол из каталога Schott с показателями преломления от 1,72 до 1,84.

Ключевые слова: оптическое производство, технологии, просветляющие покрытия, приборостроение, видимая область спектра, OptiLayer, тяжелые стекла.

ANTI-REFLECTIVE COATING FOR GLASSES WITH HIGH REFRACTION INDICATOR

Roman S. Altukhov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (923)115-18-94, e-mail: 55_roman@mail.ru

Nikita A. Gurin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (923)129-87-48, e-mail: gna200694@yandex.ru

The article presents information on the antireflective coating for glasses with a high refractive index. For calculation, glass from the Schott catalog of SF57 is chosen. A modern method for calculating coatings in the OptiLayer software is considered. The presented design of the seven-layer antireflection coating with the selected film-forming substances is suitable for glass brands such as TF, TBF and glass grades from the Schott catalog with refractive indices ranging from 1.72 to 1.84.

Key words: optical production, technologies, antireflection coatings, instrumentation, visible spectrum, OptiLayer, heavy glass.

Одна из основных современных задач стоящая перед оптиками – технологиям – это повышение светопропускания оптических трактов приборов и систем. Поэтому появляются задачи, которые были, не так актуальны еще в начале

XXI века. Одной из таких задач является разработка просветляющего покрытия для стёкол с высоким показателем преломления в видимой области спектра.

В новых оптических приборах всё большее применение находят тяжелые баритовые флинты, которые обладают более высокими значениями показателя преломления, чем баритовые флинты. Это позволяет уменьшить кривизну линз и их число в объективе.

В России имеется не более 10 марок стекол типа ТФ и ТБФ, в то время как в зарубежном каталоге Schott существуют марки стёкол с более выгодным сочетанием оптических постоянных [5].

Выпуск отечественных стекол ТБФ затруднен из-за значительной кристаллизационной способности и высокого содержания дефицитных и дорогостоящих материалов GeO_2 и Ta_2O_5 .

Для расчёта выбрано стекло марки SF57 из каталога Schott. Стекло устойчиво к влажной атмосфере, имеет очень высокую твёрдость по сошлифовыванию ($K_c=1,44$). К недостаткам данной марки стекла можно отнести высокий абразивный износ, возможно из-за низкой поверхностной энергии [3].

Наиболее близкий аналог просветляющего покрытия для тяжелых стекол с показателем преломления 1,84 имеет коэффициент отражения 0,15 % [6].

Целью данной работы является получение просветляющего покрытия для видимой (от 440 до 660 нм) области спектра с остаточным коэффициентом отражения менее 0,1 %.

Методы исследования, использованные в работе: компьютерная разработка конструкции покрытия и экспериментальная проверка.

Простым, удобным, применимым в условиях современного оптического производства является инженерный расчёт оптических характеристик плёнок с использованием программа OptiLayer [4]. С помощью расчета по указанной программе получена конструкция покрытия, обеспечивающая требования технического задания по коэффициенту остаточного отражения для области спектра в диапазоне от 440 до 660 нм. Покрытие имеет неравнотолщинную семислойную конструкцию: первый, третий и пятый слои выполняются из диоксида кремния (SiO_2); второй, четвёртый и шестой – из оксида циркония (ZrO_2); седьмой слой – из фторида магния (MgF_2).

При создании конструкции с использованием компьютерного расчета по указанной программе осуществляется оптимизация оптических толщин слоев покрытия по критерию коэффициента остаточного отражения. Последний не должен превышать 0,1 % для спектрального диапазона от 440 до 660 нм.

На рис. 1 изображена спектральная характеристика просветляющего покрытия на подложке из стекла SF57 с указанием толщин и материалов слоёв, рассчитанная в программе OptiLayer. Толщины слоев приведены в столбце QWOT. В столбце материалов буквами А, В и L обозначены соответственно SiO_2 , ZrO_2 и MgF_2 .

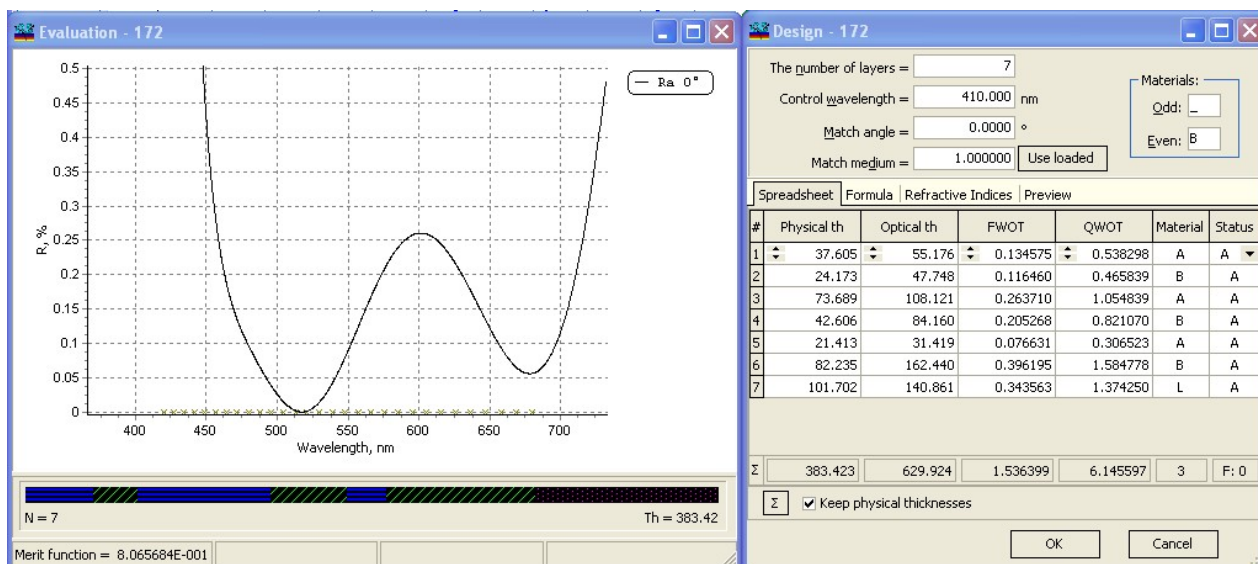


Рис. 1. Спектральная характеристика и конструкция семислойного просветляющего покрытия

Далее была проведена экспериментальная работа по изготовлению покрытия в соответствии с разработанной конструкцией.

Покрывание наносилось на поверхность плоскопараллельной пластины (подложку), выполненной из стекла марки SF57, в вакуумной установке Ortus-700 методом электронно-лучевого испарения одновременно с ионным assisteрованием. Процесс напыления сопровождался постоянным контролем толщины покрытия с помощью фотометрической системы и кварцевым контролем по массе напыляемого плёнообразующего вещества.

На рис. 2 изображена спектральная характеристика остаточного коэффициента отражения экспериментально изготовленного просветляющего покрытия на подложке из стекла марки SF57, измеренная на спектрофотометре Lambda 35 [7].

При измерении коэффициента отражения на спектрофотометре Lambda 35 используется формула (1). Перед началом измерений на приборе прописывают спектральную кривую непросветленной пластины кварца, принятой за 100%. Далее измеряется просветленный образец, и по результатам измерений строится спектральная кривая (рис. 2). Для вычисления коэффициента отражения просветленного образца для требуемой длины волны по оси ординат снимается число делений %R (это является числом делений $A_{обр}$), делится на нулевой отсчёт от образца кварца (100 делений) и умножается на R_3 , равное 3,7%.

$$R_{обр} = \frac{A_{обр}}{A_3} \times R_3 \%, \quad (1)$$

где $R_{обр}$ – коэффициент отражения просветленного образца;

$A_{обр}$ – число делений %R на рис. 2 в окне программы;

A_3 – нулевой отсчёт от образца сравнения кварца, равный 100;

R_3 – коэффициент отражения эталонного кварцевого стекла, равный 3,7%.

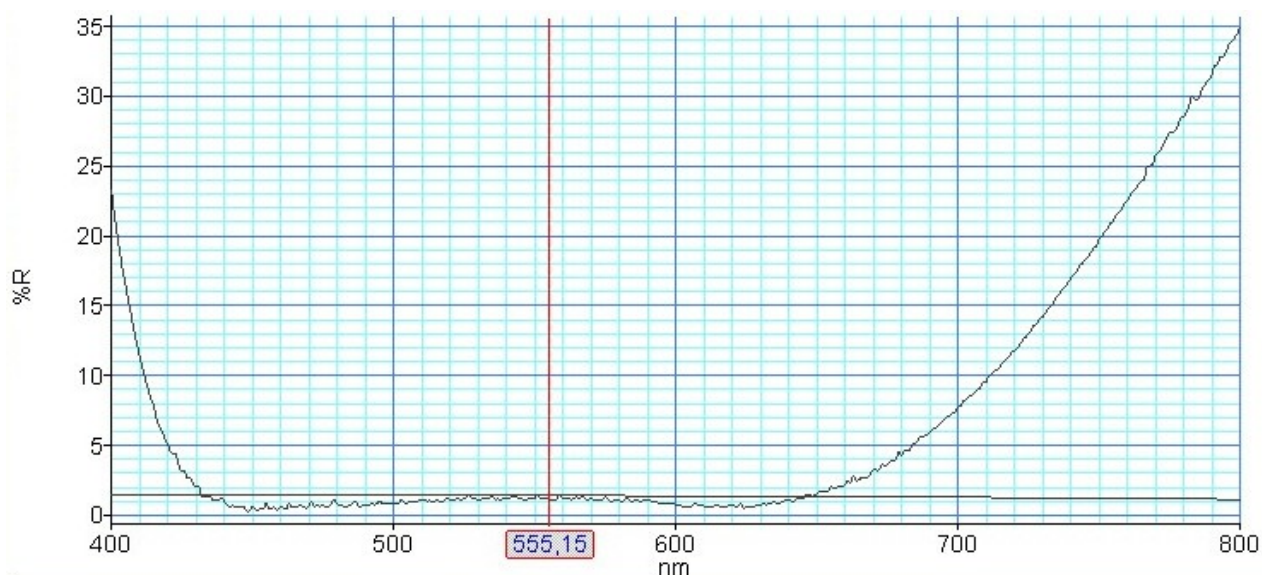


Рис. 2. Спектральная характеристика остаточного коэффициента отражения просветляющего покрытия, нанесенного на поверхность подложки из стекла марки SF57:

%R – эталонное кварцевое стекло; nm – длина волны

Анализ результатов измерений, приведенных на рис. 2, свидетельствует, что максимальное значения остаточного коэффициента отражения на подложке из стекла марки SF57 составляет 0,02% на длине волны 555 нм, минимальное значение - 0,005% на длине волны 450 нм.

Получившиеся просветляющее покрытие соответствует по механической прочности I группе [2].

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- применение современного программного обеспечения для расчёта просветляющих покрытий позволяет в условиях оптического производства эффективно разрабатывать конструкции высококачественных просветляющих покрытий, а технология вакуумного нанесения обеспечивает изготовление покрытий с характеристиками по коэффициенту отражения, близкими к расчетным;

- разработана конструкция семислойного просветляющего покрытия для оптического стекла, имеющего показатель преломления 1,84, обеспечивающая среднее значение коэффициента остаточного отражения в диапазоне от 440 до 660 нм не более 0,1%. Результаты разработки подтверждены экспериментально;

- использование приведённой методики и рассчитанной конструкции просветляющего покрытия позволяет достичь аналогичных значений остаточного коэффициента отражения и для других марок стекол, имеющих показатели преломления в диапазоне от 1,72 до 1,84, без изменения оптических толщин слоев покрытия. Экспериментально подтверждено, что на стеклах марок СТК19,

ТФ10 разработанное покрытие обеспечивает средний коэффициент остаточного отражения не более 0,1%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современное состояние исследований и технические применения // Физика тонких пленок / Под ред. А. Г. Ждан, В. Б. Сандомирский. – 1978. – Том 8, 1978. – 360 с.
2. ОСТ 3 – 1901 – 95. Покрытия оптических деталей. Типы, общие технические требования и методы контроля. // ВНИЦ "ГОИ им.С.И. Вавилова". – 1995.
3. Крылова Т. А. Интерференционные покрытия. – Л. : Машиностроение, 1973. – 224 с.
4. OptiLayer [Электронный ресурс] / отдел «Продукция и услуги». – Электрон. дан. – М., 2014. <http://www.optilayer.com/>.
5. Каталог Schott [Электронный ресурс] / отдел «Продукции». – Электрон. дан. – М., 2018. <http://www.schott.com/russia/russian/products/products.html/>.
6. Нанесение покрытий. ООО «Изовак» [Электронный ресурс] / http://www.izovac.com/coating/coating_service/
7. Спектрофотометр Lambda 35 [Электронный ресурс] / <http://techob.ru/katalog/katalog-priborov/spektralnyie-analizatoryi/4.1.-uf-spektrofotometryi/spektrofotometryi-perkin-elmer/lambda-25-lambda-35-lambda-45.html/>.

© Р. С. Алтухов, Н. А. Гурин, 2018

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЛАЗЕРНЫХ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ МИКРО- И НАНОРАЗМЕРНЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТОК

Ирина Николаевна Калинина

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (913)953-860-26-32, e-mail: kalinka04071992@mail.ru

Дмитрий Владимирович Чесноков

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры физики, тел. (913)701-20-73, e-mail: d.v.chesnokov@ssga.ru

В результате сравнительного анализа лазерных интерференционных методов формирования микро- и наноразмерных поверхностных брэгговских решеток сделан вывод о перспективности комбинирования интерференционного экспонирования поверхности подложки и лазерно-индуцированного парового химического осаждения (LCVD). Это позволяет на порядки увеличить производительность лазерной технологии в связи с одновременным экспонированием большой зоны подложки, и улучшить оптическое разрешение при экспонировании в связи с отсутствием объективов.

Ключевые слова: лазер, интерференция, паровое химическое осаждение, поверхностная брэгговская решетка, одностадийная нанотехнология.

COMPARATIVE ANALYSIS OF LASER INTERFERENTIAL METHODS FOR CREATION OF MICRO- AND NANOSIZE SURFACE BRAGG REFLECTORS

Irina N. Kalinina

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (913)953-860-26-32, e-mail: kalinka04071992@mail.ru

Dmitry V. Chesnokov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Physics, phone: (913)701-20-73, e-mail: d.v.chesnokov@ssga.ru

As result of comparative analysis laser interferential methods of creation micro- and nanosize surface Bragg reflectors to make a conclusion, that combining of interferential exposure substrate surfaces and laser-induced chemical vapor deposition (LCVD) technique is very perspective. In this case productivity of laser technique can be increased on few orders of magnitude, because simultaneously exposed large area of substrates surface. Also, objectives absence increase optical resolving power.

Key words: laser, interference, chemical vapor deposition, surfaces Bragg reflector, one-stage nano-technique.

Актуальность темы

Оптоволоконные линии (ОВЛ) связи, доходящие вплоть до каждой квартиры, в настоящее время являются наиболее активно развивающимися. Полосу пропускания такой связи можно считать бесконечно большой в сравнении с радиосвязью, и требования к полосе пропускания удваиваются каждые три года. Оптические коммутаторы являются неотъемлемой частью волоконных систем.

Проблемой являются большие габариты и энергопотребление современных чисто оптических коммутаторов, что ограничивает их использование только магистральными линиями связи. В остальных случаях коммутаторы ОВЛ выполняют преобразование оптического сигнала в электрический, его обработку микроконтроллерами, последующее преобразование в оптический сигнал. В этом случае теряются преимущества ОВЛ в скорости передачи информации, т.к. возникают неизбежные задержки на преобразования форм носителей.

Таким образом, актуальным является разработка компактных, неэнергоёмких быстродействующих коммутаторов ОВЛ, в том числе на принципах микромеханики и интегральной оптики.

Методы и методики

В качестве общенаучных методов исследования использованы анализ и абстрагирование, из методов эмпирического уровня – сравнение. В качестве методики использованы сигнальное и фактографическое обозрение.

Результаты

В настоящее время ведутся активные работы в области создания микроэлектромеханических (МЭМС) полностью оптических кросс-коммутаторов в виде матриц двумерных устройств типа 2D и трёхмерных – типа 3D. Чаще всего такие коммутаторы являются микрозеркальными устройствами; в 2D устройствах микрозеркало имеет два фиксированных положения, управление им цифровое, в 3D устройствах требуется аналоговое управление положением зеркала. Созданы 2D устройства размером 32×32 канала, более сложные системы коммутаторов собираются из нескольких простых устройств, в качестве наиболее быстродействующего приводного механизма используется электростатический. Однако достигнутый уровень параметров считается не достаточным, не соответствующим требованиям оптоволоконных систем связи, что обусловлено значительной инерционностью микрозеркальных устройств.

Известен решёточный ответвитель световой волны, представляющий собой планарный оптический волновод, гофрированный с постоянным периодом гофра. Такие волноводы являются компонентами устройств интегральной оптики и служат для ввода оптических электромагнитных волн в планарные волноводы или вывода их оттуда, служат направленными ответвителями. Периодичность гофра приводит к дифракции рассеянного направленными ответвите-

лями света, приходящего к ним по волноводу. Угол дифракции зависит от длины волны света и шага периодичности гофра.

Для получения на поверхности подложек микро- и наноразмерного периодического рельефа применяются разнообразные физические эффекты. Широко применяются и усовершенствуются методы оптической «масочной» проекционной фотолитографии, в которой главным препятствием уменьшения размеров до наноуровня является оптический дифракционный предел, затрудняющий получение размеров, существенно меньших длины волны используемого активного излучения. Научные исследования в области проекционной фотолитографии на данный момент являются актуальными в связи с универсальностью технологии, отсутствием ограничений на разнообразие узоров воспроизводимых топологий микро- и наноприборов. Технологические проблемы по направлению проекционной фотолитографии при уменьшении топологических норм до десятков нанометров существенно возрастают.

Одним из альтернативных направлений получения наноразмерных топологий является использование двухлучевой и многолучевой интерференционной фотолитографии, которая дает преимущества в разрешающей способности при создании массивов периодических одно- и двумерных фоторезистивных структур.

В работах [1-3] представлены результаты теоретического анализа и экспериментов по разработке методов двухлучевой интерференционной фотолитографии с получением одно- и двумерных периодических структур типа решеток с периодом до 240 нм. В работе [4] представлены результаты разработки интерференционной оптической фотолитографии, позволяющей на поле подложки размером до 1 см² формировать фотолитографически периодические структуры в виде никелевых конусов с характерным размером элементов 25 нм и шагом структуры до 100 нм. В статье [5] показано, что увеличение пространственного разрешения в интерференционной литографии достигается применением экспонирования в иммерсионной жидкости, техники нелинейного умножения пространственной частоты, учёта оптической нелинейности фоторезистов, возможном добавлении третьего луча в схему двухлучевой интерференции.

Ряд исследований посвящен вопросам разработки микротехнологий лазерно-химического осаждения плёнок из паров летучих соединений (LCVD), такое осаждение структур обеспечивает одностадийность технологии, получение топологий без использования фоторезистивных масок. В основе процесса лежит возможность инициировать лазерным облучением химические преобразования адсорбированных на поверхности молекул прекурсора, включая их диссоциацию с образованием нелетучего продукта.

Исследования физико-химических процессов при осаждении металлических плёнок из паровой фазы летучих соединений широко известны [6-12]. В перечисленных работах исследована термодинамика и кинетика реакций термического разложения карбониллов металлов в условиях проведения процессов в контролируемой среде, в том числе, в вакууме, при протекании процессов по гетерогенному механизму, при подводе тепла к месту реакции путём

нагревания подложки и временных промежутках получения осадков до сотен минут, то есть не в импульсных режимах. В работах [13, 14] исследована кинетика термораспада декакарбонила дирения в диапазоне температур (217-242).

Исследования не литографического «безмасочного» получения рисунков из плёнок металлов на подложках с использованием лазерно-химического (пиролитического) осаждения из парогазовой фазы упомянуты впервые в работе [15], в работе [16] приведены данные о разработке лазерной пантографической технологии изготовления интегральных схем с минимальными размерами элементов до 1 мкм на основе лазерно-пиролитических процессов, проводимых в вакуумной установке. Обзор зарубежных и отечественных исследований, проведённых к 2003 году, представлен в работе [17]. В работах [18-23] в рамках изучения прямого лазерного рисования металлических рисунков на подложках с использованием наносекундного лазерного воздействия в парах летучих металлоорганических соединений исследовались эффекты, вызванные химическими превращениями во время лазерного импульса на поверхности и в газовой фазе, влияние теплопроводности подложки на разрешение, особенности газодинамических процессов, проходящих при пиролизе в приповерхностном слое реакционной парогазовой среды с давлением 10^5 Па.

Можно указать на сложности в достижении нанометрового разрешения в лазерных пантографических пиролитических технологиях микросхем, а также присущую таким технологиям малую производительность.

Как видно, существует довольно ограниченное число литографических процессов для прямого формирования наноструктурных оптических и функциональных элементов, при этом всем из них свойственна низкая скорость записи, требующая высокой механической и электрической стабильности систем.

Предполагается, что лазерная интерференционная литография (ЛИЛ) имеет все возможности стать ключевой технологией в нанолитографии. По сравнению с конкурирующими оптическими методами, ЛИЛ существенно выигрывает в разрешении, а при сравнении с другими методами лучевой литографии – в низкой стоимости и высокой эффективности. Лазерно-интерференционная литография имеет и хороший производственный потенциал, что важно для поддержания высокой скорости прогресса в данной области [24-27].

По характеру формирования наноструктур ЛИЛ можно разделить на два типа:

- 1) лазерная интерференционная фотолитография. Рисунок в данном виде ЛИЛ получают путем экспонирования фоторезиста в интерференционном поле с дальнейшим получением рельефа;

- 2) лазерная интерференционная импульсная литография. В ходе литографического процесса происходит термическая модификация подложки или заранее нанесенной на подложку пленки. Для обеспечения высокого разрешения рисунка требуется короткое импульсное воздействие, чтобы предотвратить распространение высокой температуры за пределы экспонируемой зоны.

Лазерная интерференционная фотолитография.

При интерференционной оптической фотолитографии интерференционная картина, экспонирующая слой фоторезиста, формируется при наложении на подложку двух или более когерентных пучков излучений, получаемых делением пучка излучения одного излучателя.

На рис. 1 показана схема экспериментальной установки [4] двухлучевой интерференционной фотолитографии с совмещением экспонирования и проявления.

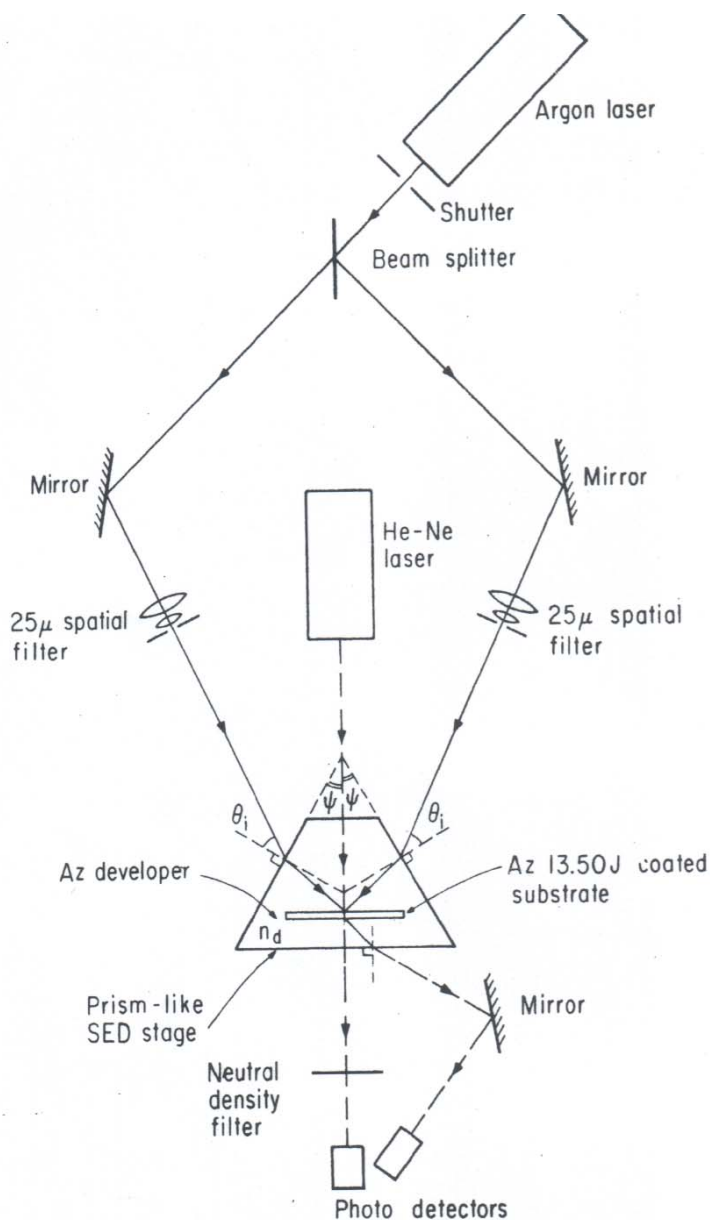


Рис. 1. Схема установки двухлучевой интерференционной фотолитографии с совмещением экспонирования и проявления [1]

Пластина, покрытая слоем позитивного фоторезиста AZ-1350J, погружалась в соответствующий проявитель, находящийся в призмобразном контейнере со стенками из оптического стекла; экспонирование велось излучением на

длине волны 488 нм аргонового лазера. Жидкость в контейнере играет роль иммерсионной, что приводит к уменьшению времени экспозиции и получению резких краёв в фоторезистивной маске. Резкость краёв объясняется тем, что при проявлении поверхностные слои фоторезиста, подвергшиеся засветке, удаляются, растворяясь в проявителе и обнажая для экспонирования нижележащие слои. Толщина слоя резиста составляет (1–3) мкм; излучение лазера мощностью 200 мВт разделялось на два луча, которые подвергались пространственной фильтрации (отверстие диафрагмы фильтра составляет 25 мкм), частично отражались от стенок контейнера; значительная доля излучения терялась. На подложке освещённая двумя лучами зона составляла круг диаметром от 3 см до 6 см. Длительность процесса достигает десятков минут.

В работе [1] авторами было опубликовано результаты по получению дифракционных решеток с периодом 0,5 мкм, изготовленных методом интерференционной фотолитографии с совмещением экспонирования и проявления [2].

Были получены структуры с периодом до 240 нм. Методика исследования предусматривала замену диафрагмы пространственного фильтра (ее отверстие составляло 25 и 10 мкм), уменьшение толщины фоторезиста до 250 нм. Полученные фоторезистивные структуры использовались как химически стойкие маски при вытравливании периодической структуры в стекле.

В работе [4] представлены результаты разработки интерференционной оптической фотолитографии, позволяющей на поле подложки формировать фотолитографически периодические структуры с характерным размером элементов 25 нм и шагом структуры до 100 нм.

Самый простой метод формирования интерференционной картины – использование зеркала Ллойда. При этом картина формируется на подложке, которая является одним из зеркал. Недостатком такой технологии является зависимость качества результатов от качества поверхности зеркал и наличия у них острых краёв, что приводит к возникновению когерентного шума в получающемся периодическом рисунке.

Рис. 2 иллюстрирует высокое разрешение, достигаемое с помощью интерференционной литографии. Показана решетка из никелевых конусов с размером у основания 25 нм, расположенных с шагом 100 нм.

В обзорной статье [5] значительное место уделено описанию принципов, достижений и пределов интерференционной литографии и её роли в развитии нанотехнологии. При использовании эксимерного лазерного излучателя с длиной волны 193 нм, иммерсии в воде получают структуры с размером 34 нм (на уровне полувысоты пика распределения интенсивности излучения); с использованием техники нелинейного умножения пространственной частоты эта величина может быть уменьшена в 2–3 раза. Среди областей применения интерференционной литографии перечисляются наномасштабный рост гетероэпитаксиальных структур, нанофлюидики для биологической сепарации, наноманиты для структур памяти, нанофотонику, включая распределённую обратную связь в лазерах и распределённые брегговские зеркала, двух- и трёхмерные фотонные кристаллы, метаматериалы, материалы с отрицательным показателем преломления.

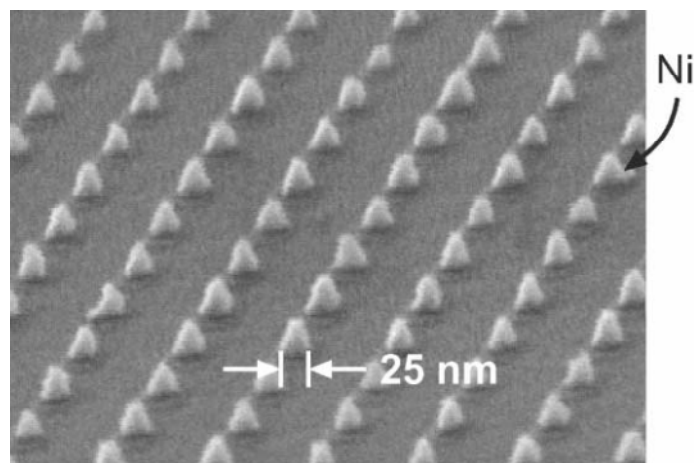


Рис. 2. Периодическая решётка из никелевых конусов, полученная с помощью интерференционной литографии [3]

Интерференционная двухлучевая литография (ИЛ) использует небольшое число когерентных оптических лучей; может быть двумерной (тонкий слой фоторезиста) и трёхмерной (слой фоторезиста много больше длины волны света); интерференционная картина получается в слое фоторезиста и затем трансформируется с помощью термических и химических процессов. Выбор типа лазерного излучателя зависит от пространственной когерентности излучения, длины волны и ширины спектральной линии излучения.

Экимерные лазеры имеют большое число поперечных мод и соответственно очень низкую поперечную когерентность, для них рассматриваемое устройство не подходит. Эту проблему решают путём расщепления входящего луча по амплитуде, при этом каждый элементарный луч пучка расщепляется и, сходясь в слое фоторезиста после прохождения всего оптического пути, интерферирует «сам с собой».

При ТЕ-поляризации контраст интерференционной картины на подложке всегда максимален; контраст при ТМ-поляризации ослабляется в результате фазового сдвига между векторами поляризации.

Для ослабления зависимости от поляризации необходимо выбирать углы преломления в фоторезисте. При использовании широкополосных лазеров используются дифракционные расщепители световых пучков.

Современные фоторезисты являются нелинейными, давая приблизительно сигмоидальный отклик на световой сигнал (насыщение с увеличением дозы засветки), так что каждое локальное превышение (понижение) относительно определённого уровня удаляется после проявления, детали картины теряются. Это свойство оказывается полезным при многократном экспонировании фоточувствительного слоя. Для получения 2D-структур проэкспонированную подложку поворачивают в своей плоскости на 90° и повторно экспонируют той же интерференционной картиной; Простое добавление призмы в установку ИЛ с прослойкой из иммерсионной жидкости (воды) между призмой и слоем фоторези-

ста уменьшает периодичность и размер формируемых структур в число раз, равное показателю преломления жидкости.

Обычная двухлучевая ЛИЛ позволяет получить равномерно на всей засвеченной области расположенные линии решетки. Комбинация многих таких решеток путём нескольких экспозиций разными интерференционными картинками может позволить сконструировать сложные структуры. Фурье-анализ позволяет представить любые сложные структуры как комбинацию гармонических структур. Однако существует и разница между ИЛ и Фурье подходом, обусловленная тем, что интенсивность экспозиции должна быть всегда положительной. В конечном итоге это приводит к потере контраста в результирующей картине при увеличении числа экспонирований.

Добавление дополнительных лучей при ИЛ экспонировании предоставляет новые возможности получения более сложных картин, например двумерных решеток. Необходимо отметить, что пространственная частота в проявленной картине может быть выше оптического предела $2n/\lambda$, что обусловлено нелинейными процессами при экспонировании, проявлении и обработках (свойственных современным фоторезистам), то есть, результатом преобразования синусоидального пространственного изображения в П-образную форму в проявленной картине в резисте.

В многочисленных работах (например, [27]) описаны примеры применения лазерной интерференционной литографии для текстурирования поверхности площадью 1,2 x 1,2 квадратных метра, а также для прикладного использования ЛИЛ: увеличение поглощательной способности солнечных батарей [28], продления жизни смазывающей поверхности путем модификации трущихся поверхностей лазерной интерференционной литографией [30, 31].

Импульсная интерференционная литография.

В связи с появлением мощных лазеров с длиной импульса менее 10 нс активно стали развиваться технологии получения микрорисунков путем абляции лишнего материала ранее нанесенной металлической пленки. Существенный плюс данной технологии в ее одностадийности, однако таким способом невозможно формировать микрорисунок на большой площади, а, следовательно, производительность метода будет низкая. Исправить данный недостаток можно применив комбинированную технологию импульсной интерференционной литографии, которая позволяет получать в одностадийном процессе массив упорядоченных субмикронных структур [24].

Из большого числа экспериментов, проведённых с использованием метода импульсной интерференционной литографии наиболее интересные и неожиданные физические результаты получились при воздействии на монокристаллы и эпитаксиальные плёнки. Это прямое лазерное стимулирование самоорганизации пространственно – периодических островков на поверхности монокристаллов и эпитаксиальных плёнок с размерами, которые нельзя объяснить только тепловой нелинейностью.

В ходе эксперимента были реализованы четырехлучевые интерференционные картины регулярных матриц отверстий в подложках из арсенида галлия

(GaAs), покрытых пленкой диоксида кремния (SiO_2). Картины записывали на подложки напрямую, затем для получения более глубокого рельефа подложка подвергалась химическому травлению. Самая маленькая деталь была неразличима с помощью атомно-силового микроскопа, имевшего разрешение 5 нм, а это указывает на то, что размер этого элемента изображения был меньше 5 нм. Продолжительность всего процесса изготовления наноструктур в подложке, включая обработку изображения, составляла менее пяти минут [24]. В ходе процесса получают массив отверстий в металлической пленки с толщиной 10 нм, а затем подвергают всю подложку химическому травлению чтобы получить отверстия с глубиной 100 нм и более, диаметр такого отверстия около 10 нм.

Так же эксперименты по формированию субмикронных упорядоченных структур проводились на поверхности плёнок In и TiO_2 и описаны в работе [29]. В работах [32, 33] описаны эксперименты по прямой лазерной интерференционной модификации поверхности монокристалла кремния, с помощью импульсного лазера Nd:YAG. В работе [33] представлены математические модели и результаты экспериментов трехлучевого интерференционного модифицирования поверхности подложки.

Метод лазерно-индуцированного химического осаждения (LCVD).

Одно из направлений развития современных лазерных микротехнологий – формирование топологического рисунка из различных тонкопленочных слоистых сред на поверхностях подложек для целей опто- и микроэлектроники. Стимулом для этого является локальность и быстрота концентрации энергии лазерного излучения в заданном месте обрабатываемой области, что может инициировать протекание химических реакций в облучаемых точках с выделением в качестве продукта реакции необходимых для создаваемого рисунка веществ. Реагенты могут доставляться к подложке в виде пара легколетучих химических соединений [17].

Для обозначения лазерно-индуцированного химического осаждения на подложку различных материалов, в том числе и металлов, из паровой фазы исходных соединений широко используют аббревиатуру LCVD [34-37].

В общем случае метод LCVD заключается в следующем: летучее соединение осаждаемого элемента переводится в газовую фазу и разлагается на поверхности подложки или в паровой фазе при воздействии лазерного излучения, при этом образуются газообразные продукты и твердый осадок на поверхности подложки [17, 21, 22].

Технология LCVD позволяет формировать металлические пленки и структуры в одностадийном не литографическом процессе. Так же широко применяется при формировании точечных омических и барьерных контактов, для соединения и исправления схем, заполнения отверстий и при выращивании перегородок [17, 19, 20, 37-41].

Хорошо изучено LCVD алюминия, золота, меди вольфрама и платины, которые используются в микроэлектронной промышленности для металлизации интегральных схем [17]. В работе [36] сообщается о синтезе углеродных нанот-

рубков на поверхности кварцевой подложке из паров этанола и ацетиленов под действием излучения лазера на CO_2 с длиной волны 10,6 мкм.

Однако, так как для фокусирования лазерного излучения на поверхности подложки в LCVD методе применяют линзовые объективы, дифракционные явления будут ограничивать разрешающую способность данного метода. Следовательно, таким методом невозможно получить элемент с размером менее половины длины волны лазерного излучения.

Заключение

Для достижения цели – создания высокопроизводительной и дешевой методики литографии поверхностных микро- и наноструктур, необходимо комбинировать лазерную интерференционную литографию (позволяющую получать упорядоченные структуры на больших площадях, с размером отдельного элемента 100 нм и менее, без применения масок и линзовой оптики) и метод LCVD (позволяющий получать микроструктуры из широкого спектра материалов в одностадийном процессе).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Tsang, Won-Tien. Simultaneous exposure and development technique for making grating on positive photoresist / Won-Tien Tsang, Shyh Wang // Applied Physics Letters. – 1974. – V. 24, № 4.
2. Tsang, Won-Tien. Grating masks suitable for ion-beam machining and chemical etching / Won-Tien Tsang, Shyh Wang // Applied Physics Letters. – 1974. – V.25, № 7.
3. Tsang, Won-Tien. Microfabrication of two-dimensional periodic arrays by laser beam interferometric technique / Won-Tien Tsang, Shyh Wang // Applied Physics Letters. – 1975. – V. 27, № 2.
4. Smith, H.I. Low cost nanolithography with nanoaccuracy / H.I. Smith // Physica E. – 2001. – V.11. – p. 104–109.
5. Brueck, S.R.J. Optical and interferometric lithography – nanotechnology enablers / S.R.J. Brueck // Proceedings of the IEEE. – 2005. – V.93, No.10.
6. Игуменов И.К., Чумаченко Ю.В., Земсков С. В. Изучение летучести некоторых β -дикетонатов меди (II) // Координационная Химия, 1983. – 1978. – Т. 4, № 2. – С. 163–169.
7. Сыркин В.Г. Карбонилы металлов. – М.: Химия, 1983.
8. Разуваев Г. А., Грибов Б. Г., Домрачев Г. А., Саламатин Б. А. Металлоорганические соединения в электронике. // М. : Наука, 1972.
9. Грибов Б. Г., Домрачев Г. А., Жук Б. В. и др. Осаждение пленок и покрытий разложением металлоорганических соединений. – М. : Наука, 1981. – 322 с.
10. Сыркин В. Г. CVD-метод. Химическая парофазная металлизация. – М. : Наука, 2000. – 496 с.
11. Волков В. Л., Сыркин В. Г., Толмасский И. С. Карбонильное железо. – М. : Металлургия, 1969. – 256 с.
12. Сыркин В. Г. Химия и технология карбонильных металлов. – М. : Химия, 1972.
13. Баев А. К., Гайдун И. Л. // Тез. докл. 1 Всесоюзной конференции по химии и технологии парообразных неорганических соединений. – Минск : Высшей. шк., 1973. – С. 34.
14. Осипов и др. Получение пленок рения // Известия АН СССР: Неорганические материалы. – 09/1974. – Vol. 10. – С. 9–10.

15. Allen S. D., Bass M. Abstract: Laser chemical vapor deposition of metals and insulators // J. Vac. Sci. Tech. –1979. – Vol. 16, no. 2. – p.431.
16. B. M. McWilliams, I. P. Herman, F. Mitlitsky et al. Wafer-scale laser pantography: Fabrication on n-metal-oxide-semiconductor transistors and small-scale integrated circuits by direct-write laser-induced pyrolytic reactions // Appl. Phys. Lett. – 1983. – Vol. 43, no.10. – Pp. 946–948.
17. Чесноков В. В. Лазерные наносекундные микротехнологии / В. В. Чесноков, Е.Ф. Резникова, Д. В. Чесноков; под общ. ред. Д. В. Чеснокова. – Новосибирск : СГГА, 2003. – 300 с.
18. Чесноков В. В., Земсков С. В., Игуменов И. Г. Лазерно-химическое осаждение пленок металлов // Тезисы докладов 5 отраслевой научно-технической конференции "Тонкие пленки в производстве полупроводниковых приборов и интегральных схем". – Нальчик, 1983.
19. Чесноков В. В., Земсков С. В., Игуменов И. К. Способ локального нанесения покрытия на подложку // Пат. РФ 1331369, МПК H01L 21/312 (1995.01), G03F 1/00 (1995.01). - № 3936434; Заяв. 6.06.85; опубл. Бюл. № 30. // Открытия. Изобретения. – 1987. – С. 260.
20. Чесноков В. В., Резникова Е. Ф. Прямое рисование на подложках металлических структур с использованием азотного лазера // Тезисы Всесоюзной конференции ВУФ-91, 28-30 мая 1991 г., Томск. – М., 1991. – С. 137–138.
21. Резникова Е. Ф. Химическое осаждение металлических плёночных микроструктур из паров летучих соединений металлов с помощью мощного высокочастотного наносекундного импульсного УФ лазера: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук, ИНХ СО РАН. – Новосибирск, 1998.
22. Чесноков Д. В. Разработка и исследование наносекундной лазерной микротехнологии формирования оптоэлектронных структур: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / СГГА. – Новосибирск, 2000.
23. Роль нестационарных тепловых процессов при осаждении тонких плёнок методом наносекундного LCVD / Д. В. Чесноков, В. В. Чесноков, В. Н. Москвин, Д. С. Михайлова // Доклады АН ВШ РФ. – 2013. – № 1 (20). – С. 119–128.
24. Changsi Peng Nano fabrication by laser interference / Chunlei Tan, Wei Zhang, Xiaoyong Gu and Weiping Liu // Appliednanomanufacturing, 2012. – V. 8, № 3.
25. T. M. Bloomstein, M. F. Marchant, S. Deneault, D. E. Hardy, and M. Rothschild. 22-nm immersion interference lithography // Optics express – 2006 – V. 14, № 14, pp. 6434–6443.
26. Hung-Cheng Lin, Fabrice Stehlin, Olivier Soppera, Hsiao-Wen Zan, Chang-Hung Li, Fernand Wieder, Arnaud Ponche, Dominique Berling, Bo-Hung Yeh, Kuan-Hsun Wang. Deep ultraviolet laser direct write for patterning sol-gel InGaZnO semiconducting micro/nanowires and improving field-effect mobility // Scientific Reports 5 – 2015.
27. Wolf A. J. Origination of nano- and microstructures on large areas by interference lithography / A. J. Wolf et. al. // Microelectronic Engineering. – 2011. – no. 98. – p. 293–296. – doi:10.1016/j.mee.2012.05.018.
28. Lasagni, A. Periodical surface structuring of metals by laser interference metallurgy as a new fabrication method of textured solar selective absorbers / A. Lasagni et. al. // Advanced engineering materials. – 2006. – vol. 6. – no. 6. – p. 580–584. – doi:10.1002/adem.200500261.
29. Lasagni, A. Laser interference metallurgy: A new method for periodic surface microstructure design on multilayered metallic thin films / A. Lasagni et. al. // Applied surface science. – 2007. – vol. 253. – no. 19. – p. 8070–8074. – doi:10.1016/j.apsusc.2007.02.092.
30. Lasagni A. Direct patterning of polystyrene-polymethyl methacrylate copolymer by means of laser interference lithography using UV laser irradiation / A. Lasagni et. al. // Polymer engineering and science, 2008, vol. 48, no. 12, p. 2367–2372, doi: 10.1002/pen.21189.
31. Lasagni A. Advanced design of conductive polymeric arrays with controlled electrical resistance using direct laser interference patterning / A. Lasagni et. al. // Applied physics A. – 2008. – vol. 91. – p. 369–373. – doi: 10.1007/s00339-008-4477-3.

32. Наноразмерная интерференционная литография с импульсным УФ лазером / В. И. Бредихин В. Н. Буренина и др. // Журнал технической физики – 2004 – том 74, вып. 9.
33. Lorens M. Micropatterning of Silicon Surface by Direct Laser Interference Lithography / Y. Zabilab, M. Krupińskib, M. Perzanowskib, K. Suchanekb, K. Marszałeka and M. Marszałekb // Acta physica polonica A. – 2012. – V. 121. – № 2.
34. Woo Kyung Lee, Zhenting Dai, W. P. King, P. E. Sheehan. Maskless Nanoscale Writing of Nanoparticle-Polymer Composites and Nanoparticle Assemblies using Thermal Nanoprobes // Nano Letters. 2010. – 129–133 pp.
35. Kodas T., Hampden-Smith M. The Chemistry OS Metal CVD. –Weinheim: VCH, 1994. – 530 pp.
36. Lehmann O., Stuke M. Laser-CVD 3D rapid phototyping of laser driven moveable micro-object // J. de Physique IV. – 1995. Vol. 5, Part II. – Pp. C5-601-605.
37. Zewail A. Laser selective chemistry: New problem for chemists and physicists // Engineering and Science. – 1980. –Vol. 43, no. 3. – Pp. 8-13.
38. Формирование двумерных периодических наноструктур на поверхности плавленого кварца, полиимида и поликристаллического алмаза с помощью метода импульсной четырехлучевой интерференционной лазерной модификации / Ю. К. Веревкин, Н. Г. Бронникова, В. В. Королихин, Ю. Ю. Гущина, В. Н. Петряков, Д. О. Филатов, Н. М. Битюрин, А. В. Круглов, В. В. Левичев // Журнал технической физики. – 2003. – Т. 73, № 6.
39. Кузнецов М. В. Интерференционное формирование по технологии LCVD тонкопленочных микрорисунков на обратной стороне облучаемой подложки // Изв. вузов. Приборостроение. – 2016. – Т. 59. – №1.
40. Кузнецов М. В. Экспериментальные исследования процессов формирования субмикронных периодических структур методом интерференционного ЛПФХО // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «СибОптика-2015» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т. 1. – 154–158 с.
41. Чесноков В. В., Чесноков Д. В., Кузнецов М. В. Разработка принципов формирования топологических микро- и наноструктур на подложках методом интерференционного LCVD // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «СибОптика-2015» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т. 1. – 159–169 с.

© И. Н. Калинина, Д. В. Чесноков, 2018

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ УТЕЧЕК ИСХОДНОГО КОДА В ЦЕЛЯХ СООТВЕТСТВИЯ СТАНДАРТАМ SECURE SDLC

Дмитрий Андреевич Лебедев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (903)934-20-02, e-mail: dlebedev@odin.com

Сергей Александрович Шойдин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры фотоники и приборостроения, тел. (913)915-00-92, e-mail: shoydin@ssga.ru

В рамках статьи производится краткий обзор существующих стандартов в области разработки программного обеспечения. Рассматриваются вопросы защищенной разработки программного обеспечения. Приводятся сведения о прикладном программном обеспечении, применяемом для этих целей, а также рассказывается о производящейся разработке нового продукта в рассматриваемой области, который должен позволить упростить проверку наличия утечек данных.

Ключевые слова: программное обеспечение, разработка, жизненный цикл, безопасность, стандарт, прикладные решения.

SOFTWARE DEVELOPMENT FOR SOURCE CODE LEAKAGE DETECTION FOR COMPLIANCE WITH SECURE SDLC STANDARDS

Dmitry A. Lebedev

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (903)934-20-02, e-mail: dlebedev@odin.com

Sergey A. Shoydin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (913)915-00-92, e-mail: shoydin@ssga.ru

The article provides a short overview of existing standards in scope of software development. It deals with the issues about software development security. Information about the applied software used for these purposes is given. In additional, the article provides information about development of new product in the field under consideration, which should simplify procedure of data leak checking.

Key words: software, development, life cycle, security, standard, applied solutions.

Актуальность рассматриваемого вопроса характеризуется необходимостью обеспечения защиты разрабатываемого программного обеспечения на всех этапах жизненного цикла [1].

На сегодняшний день существует множество стандартов, которые описывают процесс разработки и сопровождения программного обеспечения начиная от подготовки идеи и заканчивая выводением из эксплуатации готового продукта [3]. Однако, большая часть таких стандартов [4] направлена на теоретические аспекты обеспечения безопасности программного обеспечения (рис. 1) и не содержит практических рекомендаций, таких как, например, наименование специализированного программного обеспечения для проверки исходного кода на возможные угрозы безопасности, такие, например, как: утечки памяти, возможность проведения SQL-инъекций и ошибки оптимизации [5].



Рис. 1. Модель защищенного цикла разработки, предлагаемая компанией Microsoft

В настоящей работе планируется разработка методики следования существующим стандартам Secure SDLC.

Среди стандартов в области разработки программного обеспечения можно выделить следующий перечень примеров, используемых как в нашей стране, так и за рубежом [2]:

- ISO 9000;
- TickIT;
- SEI SW-CMM;
- ISO/IEC 12207 (на базе стандарта создан ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207);
- CobiT;
- PM BOK.

Однако, часто аудиторам в области информационной безопасности в процессе работы приходится собирать собственную «базу специализированного программного обеспечения» для проведения автоматизированных проверок разрабатываемого продукта.

Таким образом, предметом исследования будут являться практические инструменты, позволяющие следовать требованиям, указываемым в рассматриваемых стандартах.

В ходе разработки программного обеспечения, при условии следования организацией стандартам в области Secure SDLC часто применяются автоматизированные программные решения для решения вопросов обеспечения информационной безопасности. По данным независимого исследования компании Positive Technologies в 2016 году [3] в России популярными являлись следующие средства анализа исходного кода:

- SonarQube;
- ReSharper;
- Veracode;
- CPAChecker.

Для ведения статистики и отслеживания сообщество OWASP, известное разработками в области информационной безопасности предлагает использовать модель оценки готовности программного обеспечения (Software Assurance Maturity Model), которая также существует в виде автоматизированного программного обеспечения [4].

Также для обеспечения защиты от утечки данных из организации и предотвращения передачи информации о ходе разработке третьим лицам возможно применение средств DLP. Так среди лидеров на рынке можно выделить следующие компании [6]:

- InfoWatch;
- Solar Security;
- Searchinform.

Однако, в случае если утечка информации уже произошла, то обнаружить этот факт не всегда удастся. Это связано с тем, что аудиторам часто неизвестно какой именно фрагмент исходного кода разрабатываемого программного обеспечения утек в сеть. На поиски информации о подобных утечках могут тратиться десятки человеко-часов. Но если о такой утечке становится известно общественности, то она может принести серьезные материальные и репутационные убытки для компании [7, 8]. На сегодняшний день существует решение “Commit Watcher”, представленное компанией SourceClear. Однако, несмотря на наличие удобного графического web-интерфейса, данный программный продукт является узконаправленным, так как предназначен исключительно для работы с публичным репозиторием GitHub и не имеет возможности автоматического выделения паттернов из предлагаемого исходного кода [9].

С целью устранения этого недостатка планируется создание собственного специализированного программного продукта, позволяющего осуществлять проверку на наличие утечек исходного кода в многочисленные открытые общедоступные ресурсы. Помимо расширения перечня используемых открытых ресурсов, предлагаемый продукт будет самостоятельно анализировать предоставляемый ему блок исходного кода и выделять из него ключевые моменты.

В настоящий момент подготовлена структура (рис. 2) программного обеспечения, а также реализована и протестирована часть функционала.

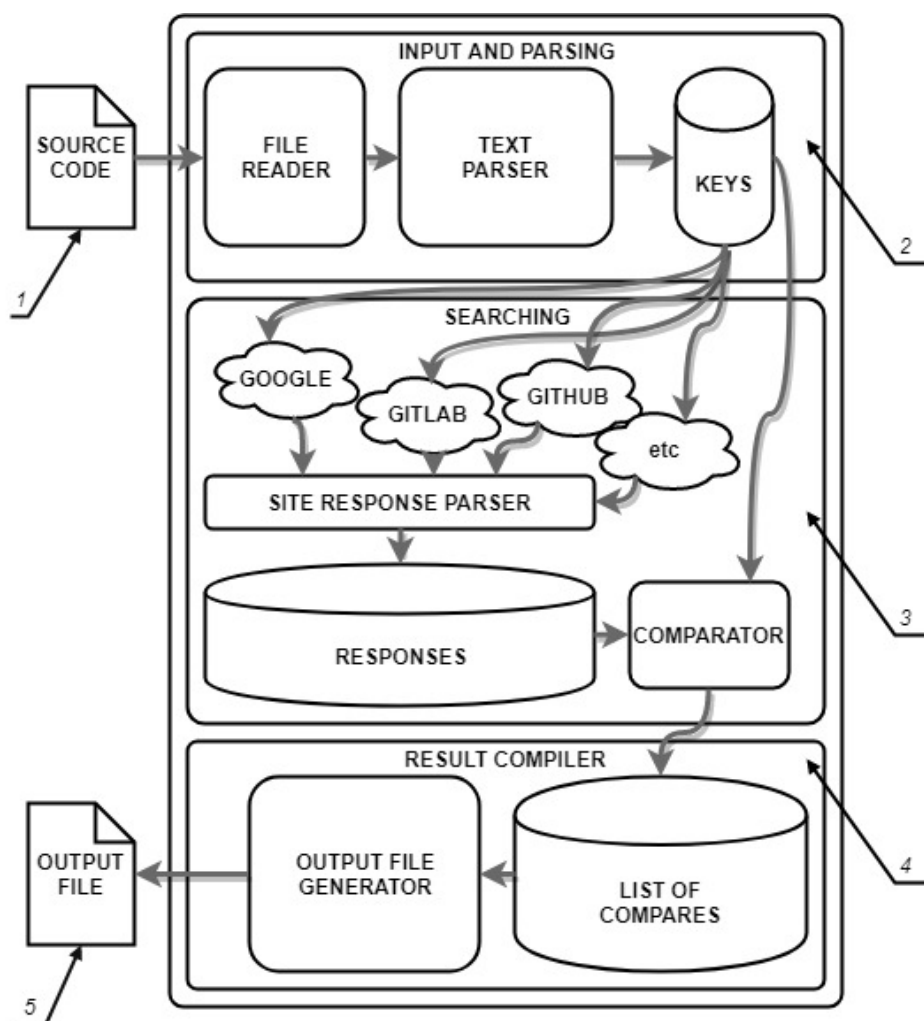


Рис. 2. Структура программного продукта

1 – передаваемый файл исходного кода; 2 – блок чтения файла и выделения ключевых фрагментов; 3 – блок поиска в интернете; 4 – блок генерации отчета; 5 – файл отчет

Для использования программы, в качестве входных данных передаются: исходный код (или его фрагменты), параметры глубины поиска (количество web-страниц поисковой выдачи, чем больше этот параметр, тем больше страниц будет проанализировано в поисках фрагментов переданного исходного кода) и порог срабатывания программы (процент вхождения выделенных ключевых моментов на отдельно взятой интернет-странице). Переданный исходный код разбивается на ключевые слова и фразы, которыми могут являться, например, имена функций и переменных (блок Input and Parsing). Далее, с учетом параметра глубины поиска, осуществляется поиск в открытых источниках упоминаний фрагментов, выделенных на предыдущем этапе. Каждое упоминание подлежит сравнению с банком ключевых фрагментов (блок Searching). Полученный банк сравнений анализируется с учетом параметра порога срабаты-

ния программы и на основе результата создается файл-отчет о проделанной работе.

Аналогично с упомянутым ранее решением “Commit Watcher” программа будет использовать метод корреляционного анализа, однако возможность поиска не только в системе GitHub, но и в других популярных системах хранения исходного кода, значительно увеличит вероятность обнаружения утечки. Модульная структура продукта обеспечит возможность масштабирования и дальнейшего развития путем добавления дополнительных модулей, в том числе и модулей, расширяющих диапазон поиска. Главным отличием от существующего решения и возможным минусом предлагаемого решения является необходимость соблюдения баланса между размером загружаемого объема исходного кода и порогом срабатывания программы. Так, например, для больших объемов будет лучше выставлять малый порог срабатывания, что может привести к большому количеству ложноположительных результатов, но позволит обнаружить даже небольшие утечки.

Для написания исходного кода был выбран язык программирования Python3, поскольку он является сценарным языком, а это избавляет от необходимости компиляции программы под отдельно взятые системы. Кроме того, для Python3 существует большое количество библиотек, которые позволяют упростить написание программы. Так, например, для работы с web в продукте будут использоваться методы, предоставляемые библиотекой requests [10].

Ориентировочное время выполнения программы, полученное при проведении предварительных тестов на готовом фрагменте около нескольких часов, однако оно сильно зависит от качества интернет-соединения рабочей станции.

Разрабатываемое программное решение должно позволить обнаруживать утечки исходного кода значительно быстрее, чем если бы подобный поиск производился в ручную, а автоматизация данного процесса упростит выявление слабых мест в цикле разработки программного обеспечения и их устранение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Yuan-Hsin Tung, Sheng-Chen Lo, Jen-Feng Shih, Hung-Fu Lin An integrated security testing framework for Secure Software Development Life Cycle // Network Operations and Management Symposium (APNOMS). - Kanazawa, Japan: IEEE, 2016.

2. Стандарты в области разработки программного обеспечения // ITeam.Ru - Технологии корпоративного управления URL: https://iteam.ru/publications/project/section_35/article_795 (дата обращения: 15.02.2018).

3. SDLC: ожидания, требования и предпочтения отечественных разработчиков // SecurityLab.ru - информационный портал URL: <https://www.securitylab.ru/analytics/483876.php> (дата обращения: 07.02.2018).

4. Secure SDLC Cheat Sheet // OWASP the free and open software security community URL: https://www.owasp.org/index.php/Secure_SDLC_Cheat_Sheet (дата обращения: 18.02.2018).

5. Min-gyu Lee, Hyo-jung Sohn, Baek-min Seong, Jong-Bae Kim A Study on the Secure Software Development Life Cycle for Common Criteria (CC) Certification // International Journal of Software Engineering and Its Applications. - 2015. - №10. - С. 131-142.

6. Анализ рынка систем защиты от утечек конфиденциальных данных (DLP) в России 2013-2016 // Anti-Malware.ru - информационная безопасность для профессионалов URL: https://www.anti-malware.ru/russian_dlp_market_2013_2016 (дата обращения: 19.02.2018).
7. 32 Тбайт исходного кода и сборок Windows 10 утекло в Сеть // 3DNews Daily Digital Digest – независимое российское онлайн-издание URL: <https://3dnews.ru/954490> (дата обращения: 03.03.2018).
8. Apple подтвердила утечку кода iOS, но призывает к спокойствию // AppleInsider.ru – Блог об Apple, iPhone, iPad, iPod, iMac, MacBook URL: <https://appleinsider.ru/ios/apple-podtverdila-utechku-koda-ios-no-prizyvaet-k-spokojstviyu.html> (дата обращения: 03.03.2018).
9. Commit Watcher // The world's leading software development platform - GitHub URL: <https://github.com/srcclr/commit-watcher/> (дата обращения: 01.03.2018).
10. Requests: HTTP for Humans // Requests 2.18.4 documentation URL: <http://docs.python-requests.org/en/master/> (дата обращения: 02.03.2018).

© Д. А. Лебедев, С. А. Шойдин, 2018

КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ СТЕНДА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Алексей Максимович Майковский

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (913)930-72-91, e-mail: midnight94@gmail.com

Игорь Олегович Михайлов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры фотоники и приборостроения, тел. (383)344-29-29, e-mail: mio@sibmail.ru

В статье рассмотрена актуальность разработки автоматизированного стенда контроля оптических характеристик телескопических систем. Представлена разработанная принципиальная схема автоматизированного стенда контроля, отвечающая современным требованиям точности измерений. На основе приведенной принципиальной схемы разработана функциональная схема стенда контроля и процесс измерения на нем. Предлагается вариант конструкции измерительного стенда. Сделан вывод, что представленные схемы измерительных устройств удовлетворяют современным требованиям точности и позволяют произвести автоматизацию процесса измерения.

Ключевые слова: телескопические системы, принципиальная схема, автоматизированный стенд, функциональная схема, предварительная конструкция.

CONSTRUCTIVE SOLUTION OF THE AUTOMATED CONTROL STAND FOR TELESCOPIC SYSTEMS OF OPTICAL CHARACTERISTICS

Alexey M. Maikovskij

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (913)930-72-91, e-mail: midnight94@gmail.com

Igor O. Mikhaylov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (383) 344-29-29, e-mail: mio@sibmail.ru

The article considers the urgency of developing an automated bench for controlling the optical characteristics of telescopic systems. The basic scheme of the automated control stand is presented, and the accuracy characteristics are given. Based on the above schematic diagram, a functional block was developed for the control stand that describes the measurement process on the stand being developed and provides the basis for the design development, a preliminary example of the design be presented in the paper. It is concluded that the presented circuits satisfy the required measuring accuracy and allow the automation of the measurement process.

Key words: telescopic systems, circuit diagram, automated stand, functional diagram, preliminary design.

Целью данного исследования является разработка предварительного варианта конструкции автоматизированного стенда контроля оптических характеристик телескопических систем.

Контрольно-измерительные операции в производстве современных сложных технических изделий, в том числе оптических и оптико-электронных приборов занимает значительное время, поэтому разработка автоматизированных комплексов контроля телескопических систем является актуальной. Эти комплексы позволяют исключить субъективное влияние оператора на результаты измерений и производить контроль всей партии приборов, а не выборочный [1].

Изучение доступных источников информации не выявили массового использования автоматических измерительных комплексов в серийном и крупносерийном производстве оптических и оптико-электронных приборов и систем, что не соответствует тенденциям развития современного рынка сложных технических устройств.

Отсутствие прототипов разрабатываемого измерительного комплекса требует особого подхода к решению поставленной задачи. На основании теоретических исследований и расчетов разработаны принципиальные схемы измерения оптических характеристик телескопических систем. При этом учитывалось требование универсальности измерительных модулей, позволяющее оптимизировать стоимость измерительного комплекса и минимизировать затраты времени на контроль оптических характеристик большой партии изделий.

На основании теоретических исследований и расчетов была разработана и предложена принципиальная схема измерительного стенда (рис. 1), позволяющего автоматизировать контроль основных оптических характеристик телескопических систем [2].

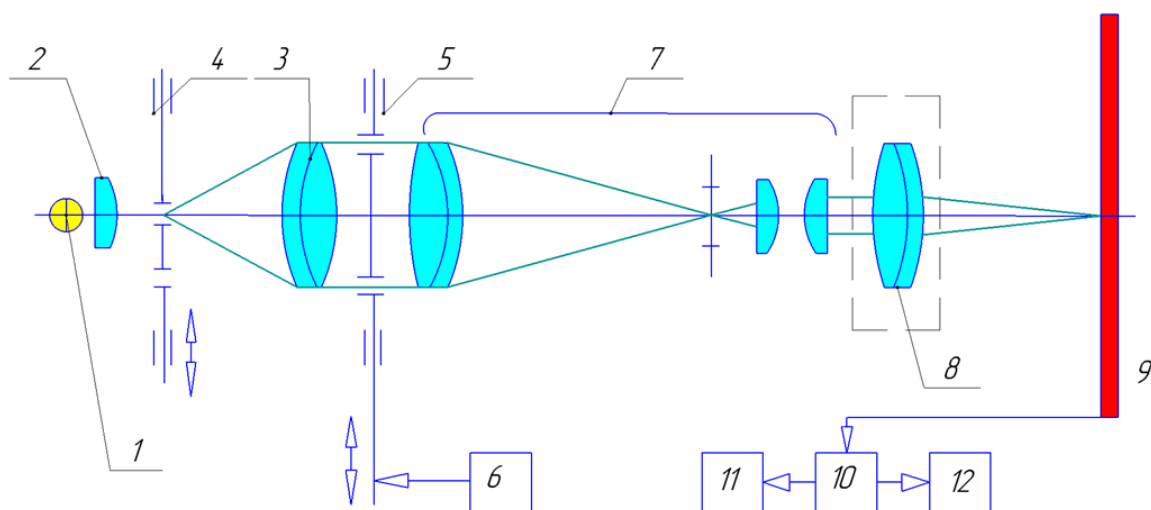


Рис. 1. Принципиальная схема стенда контроля телескопических систем:

1 – источник света; 2 – конденсор; 3 – объектив коллиматора; 4 – сменная щелевая диафрагма; 5 – подвижная щелевая диафрагма; 6 – электродвигатель; 7 – исследуемая телескопическая система; 8 – съемный объектив измерительного блока; 9 – блок ФПУ; 10 – блок обработки информации; 11 – блок индикации; 12 – блок цифрпечати

На устройстве, построенном по схеме в соответствии с рис. 1, можно проводить контроль таких оптических характеристик, как видимое увеличение телескопической системы, децентровка её оптических элементов и диаметр выходного зрачка. Выполненный расчет на точность подтверждает высокие характеристики точности измерений:

- погрешность на центрирование оптических компонентов телескопической системы равна $\pm 0,002$ мм;
- погрешность установки расходимости лучей за окуляром при значении равном 0 дптр составляет величину $\pm 0,04$ дптр;
- погрешность определения диаметра выходного зрачка равна 0,003 мм;
- относительная погрешность определения видимого увеличения телескопической системы равна 1,4 % [3].

Для бинокулярных приборов возможен контроль параллельности оптических осей при добавлении второго измерительного оптического канала [4].

Децентровка оптических компонентов телескопической системы приводит к ухудшению качества изображения, а также к возникновению параллакса, поэтому контроль децентровки оптических компонентов необходим в оптических приборах, особо важной эта характеристика является для оптических прицелов [5].

На рис. 2 представлена принципиальная схема одного из методов контроля децентровки оптических элементов телескопической системы, входящей в измерительный комплекс [6].

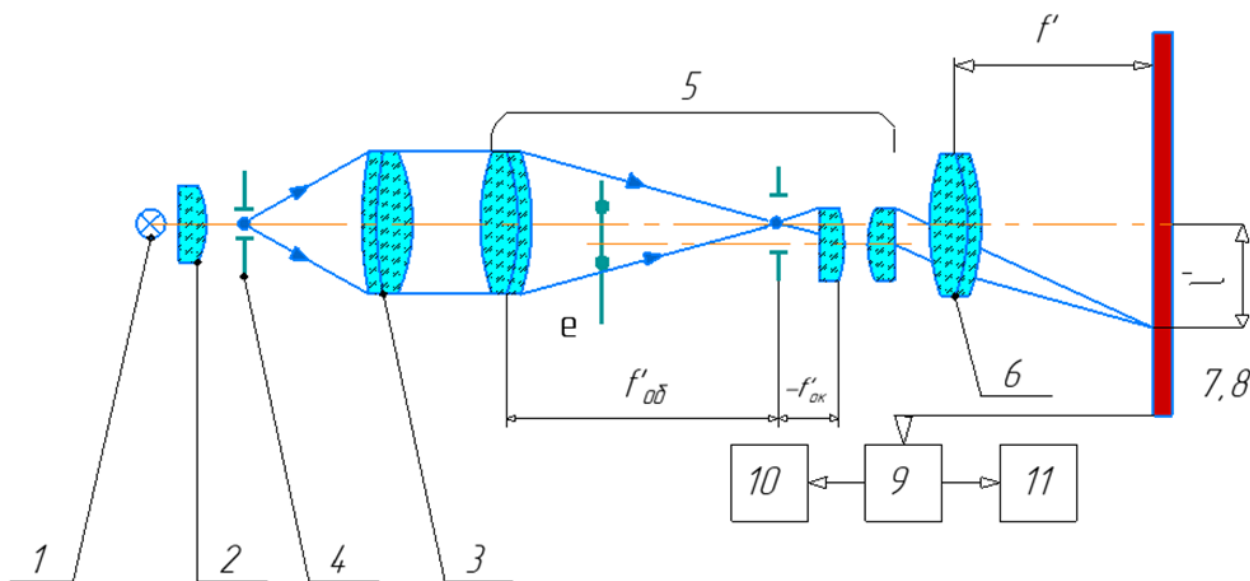


Рис. 2. Схема устройства для измерения децентровки оптических компонентов телескопических систем

В соответствии с рис. 2 источник света 1 посылает пучок лучей через конденсор 2 в объектив коллиматора 3, в фокальной плоскости которого установлена диафрагма 4 в форме перекрестия, формирующая широкий пучок парал-

лельных лучей, который проходит исследуемую оптическую систему 5, объектив 6 и строит изображение щелей диафрагмы 4 в его задней фокальной плоскости, где расположены два взаимно перпендикулярных ФПУ 7 и 8.

При отсутствии контролируемой системы, устройство юстируется таким образом, чтобы ось коллиматора совпадала с осью измерительного блока, т.е. чтобы изображение вертикальной и горизонтальной линий диафрагмы совпало с центрами соответствующих позиционно-чувствительных ФПУ, сигналы с которых должны соответствовать нулевым смещениям.

При установке исследуемой системы и наличии у нее децентрировки e изображения щелей коллиматора сместятся со своего первоначального положения, на некоторую величину l [7].

Численное значение e определится из рис. 2 по формуле

$$e = \frac{-f'_{ок} l'}{f'},$$

где e - значение децентрировки;

$f'_{ок}$ - фокусное расстояние окуляра исследуемой системы;

f' - фокусное расстояние объектива 6;

l' - смещение следа узкого пучка света в плоскости ФПУ.

Наличие двух ФПУ и двух щелей, в соответствии с рис. 3, дает возможность измерять децентрировку в двух взаимно-перпендикулярных направлениях.

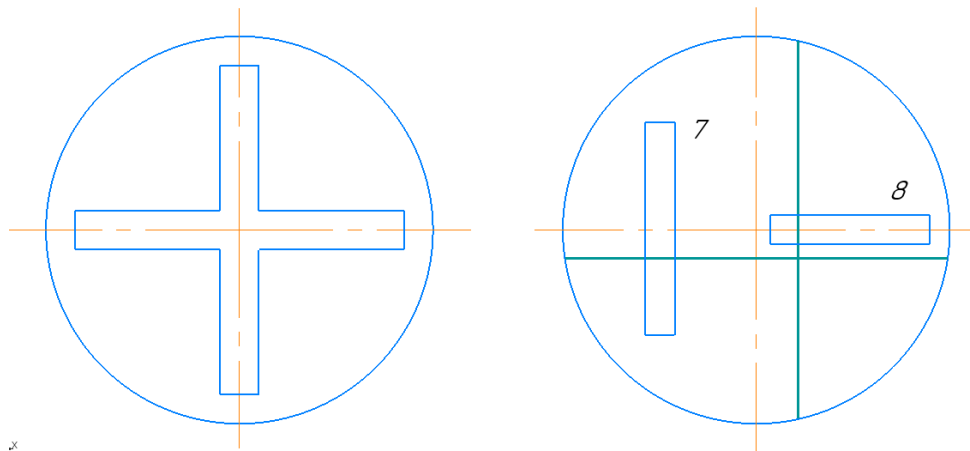


Рис. 3. Диафрагма и плоскость ФПУ

В результате конструктивной проработки и точностного анализа разработан предварительный вариант измерительного стенда, блок-схема которого представлена рис. 4.

Стенд в соответствии с рис. 4 представляет собой комплекс контрольно-измерительных модулей, системы автоматической подачи контролируемого устройства в область измерений и электронной системы обработки полученных результатов измерений и подготовки сертификата качества на каждое изделие.

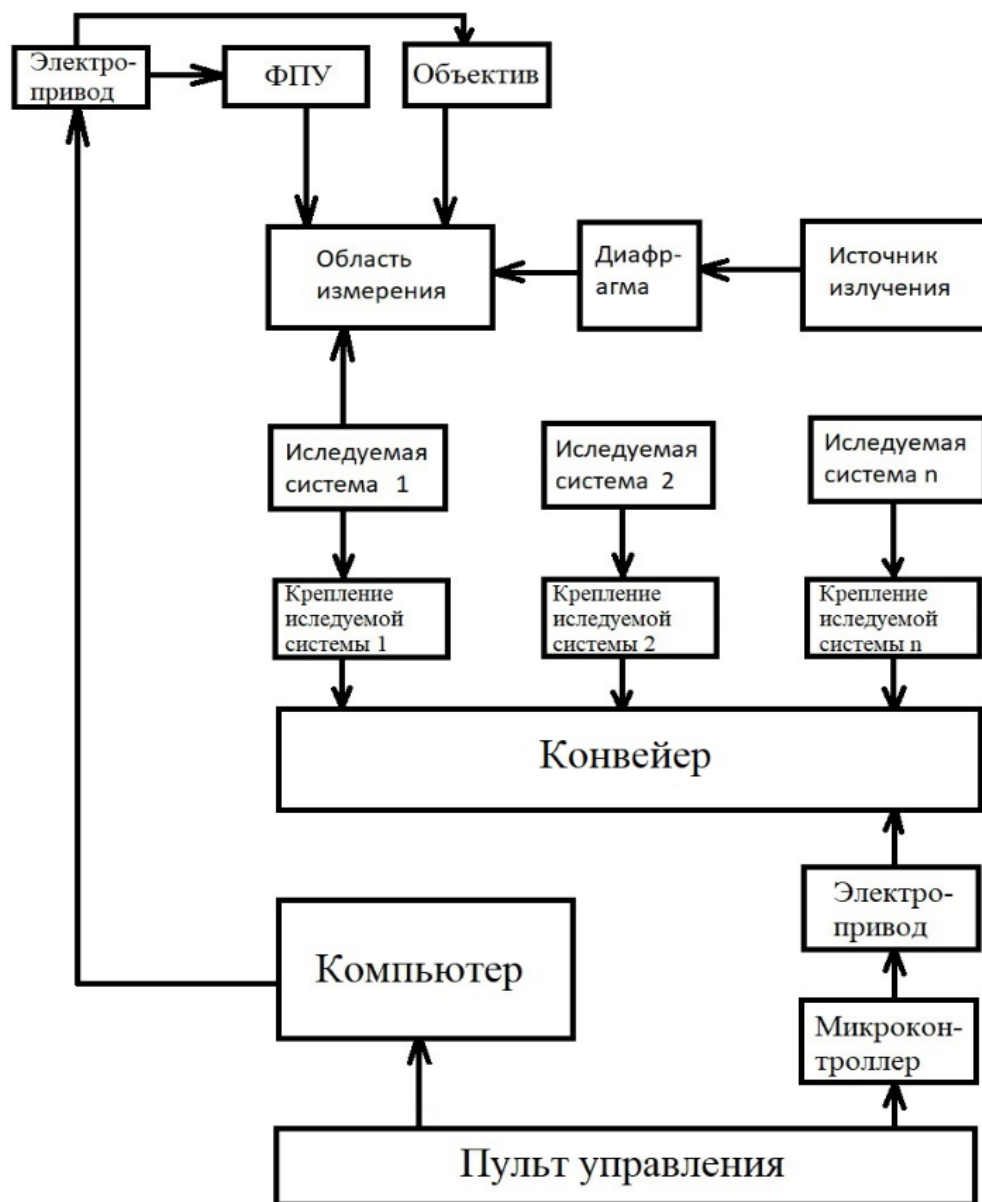


Рис. 4. Блок-схема стенда контроля телескопических систем

Партия исследуемых телескопических систем, например, прицелов, устанавливается в держателях на ленте транспортера, который перемещает их в область измерений с остановкой в этой области. После срабатывания измерительного модуля и записи информации в базу данных, транспортер подает в область измерений следующий оптический прибор. Информация о измеренных значениях оптической характеристики всех приборов хранится в базе данных. По завершении цикла измерений заданной оптической характеристики, автоматически подключается следующий измерительный модуль. Процесс измерений повторяется, дополняя базу данных новой оптической характеристикой на приборы.

Циклические измерения позволяют повысить скорость работы комплекса.

На основе блок-схемы предлагается предварительный вариант конструкция стенда контроля телескопических систем, представленный на рис. 5.

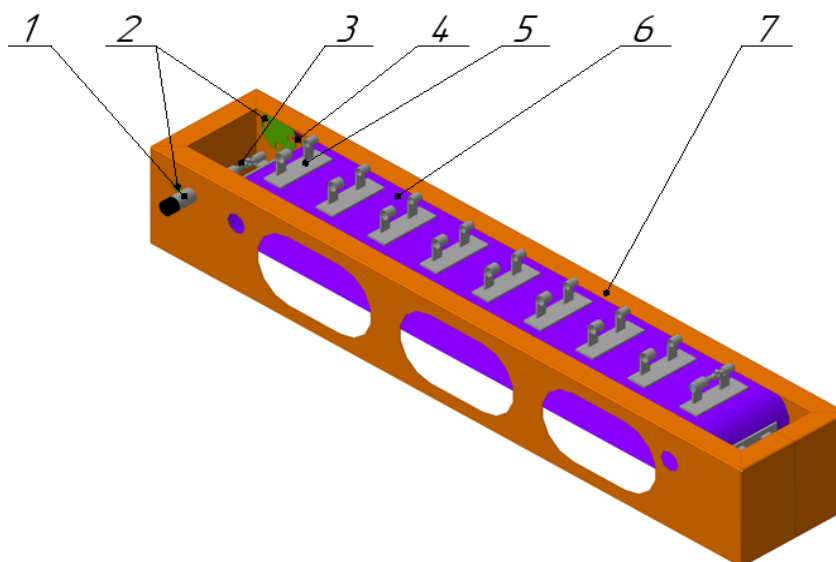


Рис. 5. Предварительная вариант конструкции стенда контроля телескопических систем

Измерительный стенд представляет собой конструкцию, размещаемую в корпусе 7. В нем установлены источник параллельного пучка лучей 1, револьверные устройства 2, в которые устанавливаются сменные элементы стенда, такие как диафрагмы и объективы. Исследуемая система 3 устанавливается в крепление 5, не являющееся универсальным и разрабатывается для каждой партии приборов отдельно, установленное на конвейер 6, который в свою очередь подводит крепление с исследуемой системой в область измерения, где находятся все вышеперечисленные элементы. Фотоэлектронное устройство 4 фиксирует оптический сигнал, содержащий информацию о исследуемой характеристике телескопической системы.

Результаты предварительных расчетов подтверждают характеристики точности отдельных оптических измерительных модулей. Например, модуль измерения децентрирования для исследуемой оптической системы, имеющей характеристики: $f_{ок}=15$ мм, $f'=300$ мм, $l'=0,005$ мм, минимальное значение измеряемой децентрировки составит примерно 0,00025 мм. Такое значение превышает требуемую на практике точность и возможную чувствительность юстировочных подвижек. Следует учесть, что вычисленное значение погрешности является минимальным теоретическим, которое в реальном измерительном комплексе будет выше за счет влияния технологических погрешностей изготовления деталей и функциональных устройств измерительного стенда [8].

В заключении можно отметить, что поставленная цель по разработке варианта конструкции стенда для измерения оптических характеристик телескопических систем достигнута. Стенд, разработанный на основе представленных в статье схем, удовлетворяет требованиям точности и позволяет автоматизировать процесс измерения, при этом измерения на данном стенде будут производиться циклически. Все контролируемые приборы, установленные на ленте

транспортера, проходят измерение одной из оптических характеристик. Данные записываются в базу данных. После этого автоматически система настраивается на измерение следующей характеристики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пизюта Б. А., Михайлов И. О. Новые оптико-электронные приборы для оптических измерений : пособие для вузов. – Новосибирск : СГГА, 1996. – 77 с.
2. Майковский А. М., Михайлов И. О. Принципиальная схема стенда автоматизированного контроля оптических характеристик телескопических систем // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. Т. 1. – С. 153–157.
3. Михайлов И. О. Точностной анализ автоматизированного комплекса для измерения параметров телескопических систем // XLVI научно-техн. конф. СГГА, посвящ. 30-летию опт. фак. (Ин-та оптики и опт. технологий) : тез. докл. Ч. 1. – Новосибирск : СГГА. – 1996. – С. 28–29.
4. ГОСТ 50508-93 Приборы наблюдательные телескопические. Методы контроля параметров [Текст]: нац. стандарт. РФ. вв-д. 01.01.1994. – М. : Издательство стандартов, 1993. – 31 с.
5. Бардин А. Н. Сборка и юстировка оптических приборов : учеб. пособие. – М. : Высшая школа, 1968.
6. Андреев В. Н., Абрамов Ю. А. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х частях / Под ред. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1985. – 496 с.
7. Михайлов И. О., Пизюта Б. А. Автоматизация процесса измерения параметров телескопических систем // Вестник СГГА. – 1998. – Вып. 3. – С. 90–95.
8. Михайлов И. О., Пизюта Б. А. Автоматизация процесса измерения параметров телескопических систем // XLVI научно-техн. конф. СГГА, посвящ. 30-летию опт. фак. (Ин-та оптики и опт. технологий) : тез. докл. Ч. 1. – Новосибирск : СГГА. – 1996. – С. 26–27.

© А. М. Майковский, И. О. Михайлов, 2018

ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Евгений Сергеевич Машков

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (906)994-78-48, e-mail: jonhsons_machkov@mail.ru

Ольга Владимировна Грицкевич

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры специальных устройств, инноватики и метрологии, тел. (383)210-95-87, e-mail: grickevich_ov@ngs.ru

В данной статье обосновывается необходимость совершенствования механизма планирования, используемого в практике транспортных предприятий, как универсального инструмента управления. В процессе планирования выполняется анализ наличия и эффективности использования основных фондов на предприятии, определяется их качественное состояние и возможности воспроизводства. В настоящее время существует необходимость внедрения механизма планирования в практику транспортных предприятий как универсального инструмента управления. Поскольку планирование работ и бюджетирование способно обеспечивать долгосрочную конкурентоспособность предприятия за счет поддержания функции лидера в снижении затрат, в принятии оптимальных управленческих решений, повышении качества бизнес-процессов, и достижении стратегических целей исходя из ограниченного набора средств и ресурсов.

Ключевые слова: управление производством, продукция, технологии, планирование, предприятие, сервисное обслуживание, текущий ремонт, годность основных фондов.

PECULIARITIES OF SERVICE MAINTENANCE PLANNING OF COMPANY FIXED FUNDS

Evgeny S. Mashkov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (906)994-78-48, e-mail: jonhsons_machkov@mail.ru

Olga V. Gritskevich

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Special-purpose Devices, Innovatics and Metrology, phone: (383)210-95-87, e-mail: grickevich_ov@ngs.ru

This article is devoted to the need of improvement the planning of mechanism used in the practice of transport enterprises as a universal management instrument. In the planning process, the analysis of the availability and efficiency of using of fixed assets in the enterprise is performed, and their qualitative status and reproduction capabilities are determined. At present, there is a need to introduce a planning mechanism into the practice of transport enterprises as a universal management instrument. Because work planning and budgeting can ensure the long-term competitiveness of an enterprise by supporting the leader in reducing costs, making optimal management decisions,

improving the quality of business processes, and achieving strategic goals based on a limited set of means and resources.

Key words: production management, production, technologies, planning, enterprise, current repairs, service maintenance, fitness of main stocks.

Одним из наиболее важных направлений развития любого предприятия является планирование собственных показателей. Практика показала, что те предприятия, которые хотя бы минимально планируют свою деятельность, имеют гораздо более высокие темпы развития, чем те предприятия, руководители которых не занимаются планированием. Планирование деятельности предприятий важно для любых отраслей народного хозяйства. А для предприятий, которые занимаются ремонтом основных фондов, планирование показателей основной деятельности является исключительно важным.

Производственное планирование – это процесс по разработке производственно-экономических планов, основанный на объемах ремонта и производства, направленный на выполнение ключевых показателей эффективности по коэффициенту технической готовности, качеству, рентабельности, производительности.

Внутрипроизводственное планирование по производственным участкам сервисного локомотивного депо предназначено для управления и оптимизации затрат на ремонт тягового подвижного состава в целях повышения качества ремонтов и соблюдения сроков нахождения основных фондов в ремонте.

Система внутрипроизводственного планирования предусматривает комплекс мероприятий, которые определяют последовательность действий для достижения установленных целей с учетом наиболее эффективного использования ресурсов всеми участниками, входящими в состав сервисных подразделений.

Целью данной работы является исследование существующей системы планов и показателей планирования, использующихся в ремонтном производстве сервисного локомотивного депо.

Объектами основных фондов, обслуживаемых в депо являются маневровые локомотивы, которые поступают в подразделения для сервисного обслуживания и ремонтов, запланированных в системе ППР (планово-предупредительных ремонтов).

При планировании работ устанавливаются основные положения по управлению производством, в том числе и внутрипроизводственные планы при организации:

- технического обслуживания и текущего ремонта основных фондов предприятия;
- ремонта и закупки оборудования;
- изготовления и закупки запасных частей;
- ремонта и восстановления материалов повторного использования;
- подготовки производства в сервисных подразделениях;
- ремонта деповского хозяйства.

Планирование сервисного обслуживания осуществляется в соответствии с данными, согласованными между Дирекцией тяги и Управляющей компанией, включающими количество локомотивов в распоряжении депо, задание по содержанию эксплуатируемого парка, общий пробег локомотивов на планируемый период. В случае отсутствия вышеуказанных данных, в установленные сроки, планирование осуществляется в соответствии с данными, фактически сложившимися за предыдущий период. Этапы планирования определены с привязкой к календарным датам по этапам.

Этап 1. Годовое планирование. Данный вид планирования осуществляется для формирования бюджетов Управляемых обществ, планирования материально-технических и трудовых ресурсов сервисных подразделений.

При разработке планов осуществляется предварительный расчёт стоимости сервисного обслуживания основных фондов, и затем, планируется материально-техническое обеспечение сервисного обслуживания основных фондов. В процессе разработки планов рассчитываются следующие показатели: среднесуточный пробег основных фондов на каждый месяц планируемого года, требуемый вид ремонта на каждый месяц, для каждого объекта основных фондов, исходя принципа из цикличности планово-предупредительной системы ремонтов, а также и другие показатели.

Этап 2. Квартальное планирование. Данное планирование осуществляется с целью корректировки объемов сервисного обслуживания, с разбивкой по каждому месяцу квартала. Определяется объем средних и капитальных ремонтов по каждому объекту, а также пробег каждого локомотива по состоянию на первое число планируемого квартала. На основе данных, полученных после всех проведенных обследований, определяется требуемый вид ремонта, и заполняются необходимые формы квартального планирования.

Этап 3. Месячное планирование. Данное планирование осуществляется с целью корректировки объемов сервисного обслуживания, определенных квартальным планом, с разбивкой по каждой декаде месяца. Ежемесячное планирование программы ремонта рассчитывается на основе утвержденного Квартального плана сервисного обслуживания.

Этап 4. Декадное планирование. Планирование на декаду осуществляется с целью обеспечения своевременной постановки локомотивов на сервисное обслуживание и своевременной выдачи подменного локомотива после сервисного обслуживания. Эксплуатационное депо, к которому приписаны данные объекты основных фондов, формирует десятидневный график постановки локомотивов на сервисное обслуживание не позднее, чем за 5 суток до начала декады, с учётом утвержденного Ежемесячного плана.

Этап 5. Оперативное планирование. Оперативное планирование на три дня осуществляется с целью обеспечения своевременной постановки локомотивов на сервисное обслуживание и распределения загрузки производственных мощностей сервисного депо. Оперативное планирование обеспечивает определение прогнозной (на 3 суток вперёд) потребности в постановке локомотивов на пла-

новые виды ремонта. Оперативное планирование выполняется диспетчером сервисного локомотивного депо.

Планирование программ технического обслуживания и текущего ремонта тягового подвижного состава осуществляется по фактическим пробегам локомотива за предыдущий период, либо последним датам проведения технического обслуживания и текущего ремонта тягового подвижного состава. Планирование осуществляется с привязкой к календарным датам на один календарный год, один квартал, один месяц, декаду, сутки, смену.

В результате проведенных исследований можно сказать, что существующая система планирования отличается хорошо проработанной методикой составления планов. Но данная методика является очень громоздкой и требует большого количества различных мероприятий, согласованных между собой. Это не всегда способствует повышению эффективности управленческих процессов. Внедрение программного обеспечения соответствующего назначения позволит упростить эту систему планирования.

В результате можно заключить, что существует необходимость внедрения механизма планирования в практику транспортных предприятий как универсального инструмента управления. Поскольку планирование работ и бюджетирование способно обеспечивать долгосрочную конкурентоспособность предприятия за счет поддержания функции лидера в снижении затрат, в принятии оптимальных управленческих решений, повышении качества бизнес-процессов, и достижении стратегических целей исходя из ограниченного набора средств и ресурсов.

Выражаем признательность руководству сервисного локомотивного депо Инская филиала «Западно-Сибирский» ООО «ЛокоТех-Сервис», которые оказали непосредственную помощь в написании данной статьи, и организовали предоставление нужной информации о деятельности своего предприятия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стрелкова Л. В., Макушева Ю. А. Внутрифирменное планирование. – М. : Юнити-Дана, 2011. – 368 с.
2. Герасимов Б. И., Жариков В. В., Жариков В. Д. Организация планирования на предприятии. – М. : Форум, 2009. – 240 с.
3. Рязанова В. А., Люшина Э. Ю. Организация и планирование производства : учебник. – М. : Академия, 2010. – 272 с.
4. Логинова Н. А. Планирование на предприятии транспорта. – М. : Инфра-М, 2013. – 320 с.
5. Новицкий Н. И., Горюшкин А. А., Кривенков А. В. Техничко-экономические показатели работы предприятий. – М. : ТетраСистемс, 2010. – 272 с.
6. Баскакова О. В., Сейко Л. Ф. Экономика предприятия (организации). – М. : Дашков и К, 2013. – 372 с.
7. Wihardja M. Analysis of strategic planning in pharmaceutical distribution. – М. : LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 220 с.
8. Ключкова Е. Н., Кузнецов В. И., Платонова Т. Е. Экономика предприятия. – М. : Юрайт, 2014. – 448 с.

9. Elsayed M. and Samir Abass. Production Planning Problem Under Uncertainty. – M. : LAP Lambert Academic Publishing, 2012. – 112 с.
10. Siva K. Prasad. Portfolio Diversification and Financial Performance of Mutual Funds. – M. : LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 388 с.
11. Ерина Е. С. Основы анализа и диагностики финансового состояния предприятия : учеб. пособие. – М. : МГСУ, 2013. – 96 с.
12. Delhoum S. Evaluation of the Impact of Learning Labs on Inventory Control - An Experimental Approach with a Collaborative Simulation Game of a Production Network. – M., 2008. – 162 с.
13. Cheaitou A. Production Planning and Inventory Control. – M. : LAP Lambert Academic Publishing, 2010. – 220 с.
14. Nassiri F., Malek A. and Maryam Mohammadi. The role of aggregate planning in supply chain. – M. : LAP Lambert Academic Publishing, 2012. – 84 с.
15. John B. Knight. Quantity Food Production, Planning, and Management. – M., 1988. – 446 с.
16. Sanders D. The Fast Track Photographer Business Plan: Build a Successful Photography Venture from the Ground Up. – M., 2010. – 256 с.
17. Lubiana V. Start up cafe bar: business plan. – M. : LAP Lambert Academic Publishing, 2010. – 84 с.
18. Жуков А. П. Методика формирования парка подвижного состава. – М. : LAP Lambert Academic Publishing, 2011. – 140 с.
19. Коршунов В. В. Экономика организации (предприятия) : учебник и практикум. – М. : Юрайт, 2016. – 408 с.
20. Шаляпина И. П., Анциферова О. Ю., Мягкова Е. А. Планирование на предприятии АПК : учеб. пособие. – СПб. : Лань, 2016. – 176 с.
21. Дубровин И. А. Бизнес-планирование на предприятии. – М. : Дашков и Ко, 2012. – 432 с.
22. Попова А. П. Современные проблемы организации обслуживания в России // Проблемы современной экономики: материалы Междунар. науч. конф. (г. Челябинск, декабрь 2011 г.). – Челябинск: Два комсомольца, 2011. – С. 79–81. – URL <https://moluch.ru/conf/econ/archive/12/1399/> (дата обращения: 10.04.2018).
23. Переведенцева М. А. Современные проблемы развития транспортной системы России // Молодой ученый. – 2016. – № 25. – С. 339–342. – URL <https://moluch.ru/archive/129/35649/> (дата обращения: 10.04.2018).
24. Лубягина Ю. В. Проблемы развития логистики и основные направления совершенствования транспортной системы в России и Красноярском крае // Молодой ученый. – 2017. – № 2. – С. 453–455. – URL <https://moluch.ru/archive/136/38147/> (дата обращения: 10.04.2018).

© Е. С. Машков, О. В. Грицкевич, 2018

СИСТЕМЫ ВВОДА СВЕТОВОГО СИГНАЛА В ПОЛЕ ЗРЕНИЯ ВОЕННО-ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

Татьяна Юрьевна Минина

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (999)467-10-46, e-mail: tata95.28.10@mail.ru

Олег Кузьмич Ушаков

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры фотоники и приборостроения, тел. (903)931-08-52, e-mail: ushakovo@bk.ru

Рассматриваются различные схемы ввода сигнала (светодиода) в поле зрения военно-оптических приборов. Выбрана оптимальная схема решения, основанная на введении между линзами оборачивающей системы дополнительного проекционного канала.

Ключевые слова: оптика, оптическая схема, световой сигнал, поле зрения, угол места цели, упреждение, угловая скорость.

SYSTEMS OF ENTERING THE LIGHT IN THE FIELD OF VIEW OF MILITARY OPTICAL DEVICES

Tatyana Yu. Minina

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (999)467-10-46, e-mail: tata95.28.10@mail.ru

Oleg K. Ushakov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (903)931-08-52, e-mail: ushakovo@bk.ru

Various schemes of signal input (led) in the field of view of military-optical devices are considered. An optimal solution scheme based on the introduction of an additional projection channel between the lenses of the wrapping system was chosen.

Key words: optics, optical design, signal light, field of view, elevation of the target, the anticipation, angular velocity.

Для стрельбы прямой наводкой по движущейся цели необходимо знать исходные данные: угол места цели, боковую поправку (угол упреждения), точку прицеливания и дальность до цели. Создание тренажера для стрельбы по движущимся целям является актуальной задачей, которая позволит проводить тренировку бойцов по стрельбе и прицеливанию в учебно-боевых условиях. В работе [1, 4] представлена схема стрельбы.

При определении угла места цели необходимо знать топографические и метеорологические условия.

Дальность до цели можно измерить с помощью технических средств (дальномер, стереодальномер, лазерные приборы, сетка прицела) и без технических средств (глазомерный, звуковой способы).

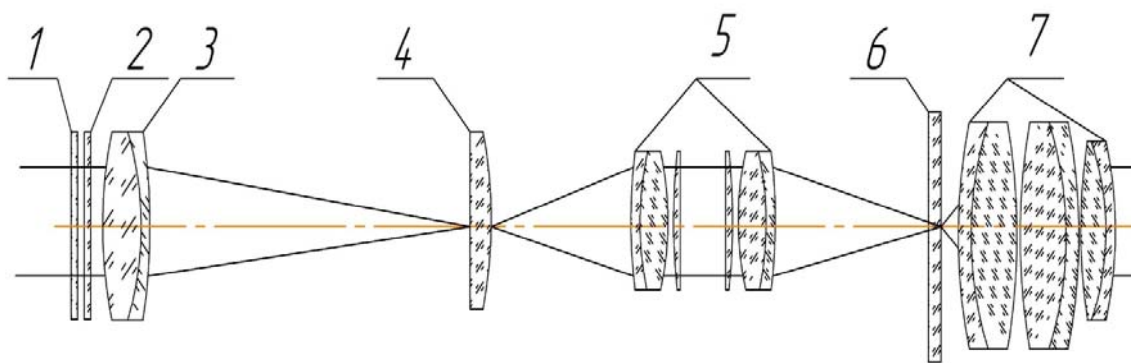
Угол упреждения (боковая поправка) определяется:

- наводчиком субъективно по шкале прицела в поле зрения прибора;
- слежением (сопровождением) за целью при помощи поворота подвижной части орудия вместе с прицелом, т.е. выравниванием угловых скоростей поворота орудия и движения цели.

В данной работе предложен способ [1] определения угла упреждения по световому сигналу в поле зрения прицела ОП4М. Время свечения сигнала в поле зрения устанавливается равным полётному времени снаряда на определённую дальность. Таким образом, по шкале боковых поправок определяется угловое перемещение цели в поле зрения прицела за время свечения светодиода.

Задачей работы является выбор схемного решения оптического устройства ввода светового сигнала в поле зрения оптического прицела.

Оптическая система прицела ОП4М, описанная в техническом описании [2], представлена на рисунке. Она состоит из объектива 3, коллектива 4, оборачивающей системы 5, плоскопараллельной пластинки с нанесёнными на ней шкалами сетки 6 и окуляра 7, перед объективом установлено защитное стекло 2 и светофильтр 1.



Оптическая схема прицела ОП4М

В работе [3] рассмотрены варианты оптических систем ввода измерительной сетки в поле зрения приборов ночного видения. По аналогии можно произвести ввод светодиода в дневной оптический прицел ОП4М следующими способами:

- 1) со стороны объектива 3 в параллельном ходе лучей;
- 2) получить изображение светодиода проекционной системой в плоскости плоской поверхности коллектива 4;

3) в промежутке между линзами оборачивающей системы 5 в параллельном ходе лучей;

4) проекционной системой в сходящемся пучке между последней линзой оборачивающей системы 5 и сеткой 6;

5) непосредственно совместить плоскость светящегося светодиода с плоскостью сетки 6.

Необходимо отметить, что все способы имеют общий недостаток - часть поля зрения не видна наблюдателю. Способы 1- 4 требуют дополнительной юстировки системы. Отсюда можно сделать вывод, что самым простым из предложенных способов является способ совмещения плоскостей светящегося светодиода и сетки.

На основании анализа рассмотренных схем ввода изображений визирных знаков в поле зрения оптических прицелов, для дальнейшей работы выбрано схемное решение, основанное на введении между линзами оборачивающей системы дополнительного проекционного канала, проецирующего изображение точечного источника излучений (светодиода) в бесконечность. Такое схемное решение позволяет обеспечить модульность конструкции и исключить операцию юстировки при введении указанного канала в существующую оптическую систему прицела.

Дальнейшая работа предполагает определение конструктивных параметров оптической системы дополнительного проекционного канала, учитывающее габаритные и аберрационные требования при согласовании с оптикой действующего изделия и разработку конструкторской документации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ушаков О. К., Петров П. В. Оптико-кинематическая схема тренажера для стрельбы прямой наводкой по движущимся целям // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «СибОптика-2016» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. Т. 1. – С. 143–146.

2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации оптического ОП4М. – 22 с.

3. Определение оптимальных параметров объективной оптики приборов ночного видения. Определение оптимальных параметров систем ввода сеток и шкал в поле зрения приборов ночного видения [Рукопись] : отчет о НИР (промежуточный) / НИИГАиК ; рук. работы А. С. Итигин ; отв. исполн. Н. А. Протасов. – Новосибирск : НИИГАиК, 1977. – 20 с.

4. Ушаков О. К., Петров П. В. Тренажёр для стрельбы прямой наводкой по движущимся целям // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «СибОптика-2015» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т. 2. – С. 168–170.

© Т. Ю. Минина, О. К. Ушаков, 2018

ФОРМИРОВАНИЕ ШКАЛЫ ВРЕМЕНИ ГРУППОВОГО ХРАНИТЕЛЯ

Гульзат Далолкановна Калдекенова

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, магистрант кафедры защиты информации, факультет автоматизации и вычислительной техники, тел. (913)934-45-71, e-mail: kaldekenova.gulzat@mail.ru

Александр Сергеевич Толстиков

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, доктор технических наук, профессор кафедры специальных устройств, инноватики и метрологии, тел. (383)361-07-45, e-mail: tolstikov@mail.kns.ru

Предложен алгоритм формирования шкалы времени группового порядка. В качестве момента групповой шкалы времени использована усредненная по ансамблю оценка момента шкалы времени, выбранных из группы опорных часов.

В качестве высокостабильных часов для спутниковой навигационной системы (СНС) ГЛОНАСС и других СНС (GPS (США), ГАЛИЛЕО (Европейское космическое агентство), Beidou (Китай), IRNSS (Индия), QZSS (Япония)) используются квантовые стандарты частоты и времени, обеспечивающие хранение и воспроизведение шкал времени и частоты. Наибольшее распространение в настоящее время получили водородные, цезиевые и рубидиевые стандарты частоты и времени. Так, например, на космических навигационных аппаратах ГЛОНАСС и GPS используются цезиевые стандарты частоты и времени. А в качестве центрального синхронизатора системы ГЛОНАСС используются водородные стандарты частоты и времени.

Повышение точности воспроизведения и хранения единиц частоты и времени идет по двум основным направлениям. Первое из них связано с совершенствованием и созданием новых технических средств (стандартов частоты и времени). Например, очень перспективно создание приборов на базе цезиевого «фонтана». Однако возможности любых технических средств не безграничны. Поэтому для повышения точности и надежности частотно-временных измерений стандарты частоты и времени объединяют в группы. В этих условиях между стандартами ансамбля должны быть организованы внутренние сличения путем прямых измерений разностей моментов шкал времени и частоты.

При использовании соответствующего алгоритма формирования шкалы группового хранителя частоты и времени, состоящего из трех и более квантовых стандартов, можно получить нестабильность частоты на выходе меньше, чем у каждого стандарта из группы в отдельности, для широкого диапазона интервалов времени измерения.

Ключевые слова: групповой хранитель, ансамбль квантовых стандартов, ГЛОНАСС, КВО, НКУ, БИС, эфемеридно-временное обеспечение, вариация Аллана, МФК, ФВС.

FORMATION OF TIME SCALE GROUP OF THE STORAGE

Gulzat D. Kaldekenova

Novosibirsk State Technical University, 20, Prospect K. Marx St., Novosibirsk, 630073, Russia, Graduate, Department of Information Security, Faculty of Automation and Computer Engineering, phone: (913)934-45-71, e-mail: kaldekenova.gulzat@mail.ru

Aleksandr S. Tolstikov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, D. Sc., Professor, Department of Special-purpose Devices, Innovatics and Metrology, phone: (383)210-11-85, e-mail: tolstikov@mail.kns.ru

The algorithm of formation of the group order time scale is proposed. As the moment of the group time scale, the ensemble averaged estimate of the moment of the time scale selected from the reference clock group is used.

Quantum frequency and time standards are used as highly stable clocks for the GLONASS satellite navigation system (SNS) and other SNS (GPS (USA), GALILEO (European space Agency), Beidou (China), IRNSS (India), QZSS (Japan)) to store and reproduce time and frequency scales. Hydrogen, cesium and rubidium frequency and time standards are now the most widespread. For example, GLONASS and GPS navigation systems use cesium frequency and time standards. And hydrogen frequency and time standards are used as the Central synchronizer of the GLONASS system.

Improving the accuracy of reproduction and storage of units of frequency and time goes in two main directions. The first of them is related to the improvement and creation of new technical means (frequency and time standards). For example, it is very promising to create devices on the basis of cesium "fountain". However, the possibilities of any technical means are not unlimited. Therefore, to improve the accuracy and reliability of time-frequency measurements, frequency and time standards are grouped. Under these conditions, the internal comparisons between the ensemble standards should be organized by direct measurements of the moment differences of time and frequency scales.

When using the appropriate algorithm for the formation of the scale of the group Keeper of frequency and time, consisting of three or more quantum standards, it is possible to obtain frequency instability at the output of less than each standard of the group individually, for a wide range of measurement time intervals.

Key words: Group guardian of the ensemble of quantum standards, GLONASS, QUO, GCC, BIS, ephemeris and time support, a variation of Allan, IFC, WEF.

Введение

Как известно, точность и надежность координатно-временных определений (КВО) для космической навигационной системы ГЛОНАСС зависит от наземного комплекса управления (НКУ). В НКУ кроме систем закладки частотно-временных поправок на борта навигационных спутников (НС), существуют беззапросные измерительные системы (БИС) для контроля параметров навигационных сигналов НС и оценки расхождений бортовой шкалы времени с параметром шкалы времени центрального синхронизатора системы. Единство частотно-временных измерений в НКУ обеспечивается квантовыми стандартами частоты и времени, входящими в состав БИС.

В настоящее время в БИС используются одиночные стандарты частоты и времени, для которых невозможно контролировать уходы относительных отклонений частоты и уходы шкал времени [1]. Вместе с тем, известно, что основной путь повышения точности и надежности частотно-временных измерений на эталонных уровнях заключается в объединении квантовых стандартов частоты и времени в группы.

В преодолении этого недостатка обеспечивается объединение стандартов частоты и времени в группу. При этом за счет использования усреднения по ансамблю увеличивается точность хранения и воспроизведения единиц частоты и времени [1].

Объединение в группы необходимо и для формирования времени в пространственно-разнесенных БИС, обеспечивающих траекторные измерения в целях формирования эфемеридно-временного обеспечения (ЭВО) для СНС ГЛОНАСС [1].

В качестве исходных данных для формирования шкал времени должны быть использованы результаты внутренних сличений стандартов в группе по времени и частоте.

Алгоритмы формирования шкал времени по результатам внутренних сличений в группе предполагают получение начальных значений относительного отклонения частоты и отклонения момента шкалы времени опорного стандарта на основе внешних сличений с Государственным эталоном времени и частоты по спутниковым каналам связи.

Формирование выходного сигнала ГХЧВ на основе автоподстройки управляемого кварцевого генератора

Один из применяемых подходов к задаче резервирования выходных сигналов предполагает использование сигналов сразу нескольких стандартов частоты и времени, входящих в групповой эталон, для формирования выходного сигнала [2].

Одно из ключевых требований, предъявляемых к современным групповым эталонам частоты и времени, заключается в бесперебойном наличии выходных высокочастотных сигналов. Также характеристики стабильности частоты выходных сигналов на всех интервалах времени усреднения должны быть лучше, чем у каждого стандарта эталона в отдельности [2].

В процессе функционирования группового эталона частоты и времени обеспечиваются измерения в автоматическом режиме взаимных разностей моментов шкал времени и взаимных разностей частот применяемых хранителей относительно шкалы и частоты опорного хранителя группы.

Схема формирования выходного сигнала группового эталона частоты и времени (рис. 1) [1]. Сигналы входящих в группу стандартов измеряются на многоканальном фазовом компараторе (МФК) относительно сигнала управляемого кварцевого генератора (УКГ). Процессорное устройство (ПУ) из полученных разностей частот стандартов формирует команды коррекции частоты сигнала кварцевого генератора. УКГ подстраивается под сигнал, преобразованный в ЦАП (цифроаналоговый преобразователь). Формирователь выходных сигналов (ФВС) передает на МФК опорный сигнал, и цикл повторяется, т.е. реализуется цифровая петля автоматической подстройки частоты вспомогательного генератора относительно средней частоты группы сигналов. Детектирование проблемных ситуаций происходит прежде, чем вводятся коррекции. Т.о., если флуктуация частоты одного из входных сигналов превышает заданный предел, этот сигнал исключается из группы и не участвует в управлении вспомогательным генератором. Исключенный сигнал заменяется средним значением, измеренным заранее.

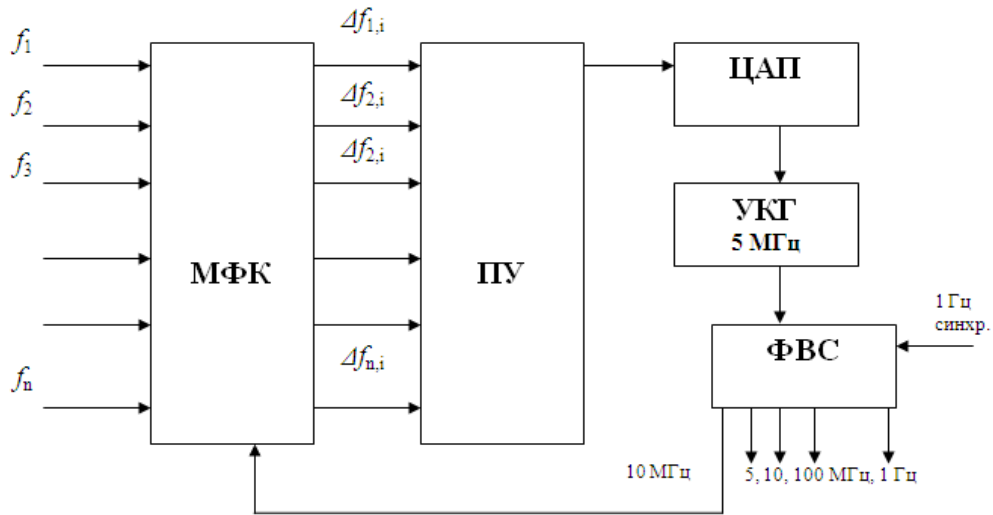


Рис. 1. Схема резервирования на основе автоподстройки УКГ относительно группы опорных сигналов с частотами $f_1, f_2, \dots, f_n$

В результате работы цифровой петли частотной автоподстройки выходной сигнал управляемого генератора представляет собой взвешенное среднее от частоты опорных сигналов и рассчитывается следующей формулой:

$$f_{out} = (1 + \delta) \cdot \sum_{n=1}^N w_n f_n + f_{\xi}, \quad (1)$$

где f_{out} – частота управляемого кварцевого генератора; f_n – частоты сигналов стандартов, входящих в состав ансамбля; f_{ξ} – шум, вносимый системой автоподстройки; δ – программируемый относительный сдвиг частоты.

Нестабильность частоты выходного сигнала в выражении (1) можно оценить с помощью вариации Аллана [4]. Предполагая некоррелированность опорных сигналов, получим следующее выражение для вариации Аллана:

$$\sigma_y^2(\tau) = \sum_n w_n^2 \sigma_n^2(\tau) + \sigma_{\xi}^2(\tau), \quad (2)$$

где $\sigma_n^2(\tau)$ – вариация Аллана n-ого сигнала; $\sigma_{\xi}^2(\tau)$ – добавка за счет шума, вносимого системой автоподстройки, которая достаточно мала и на временах τ , много больших интервала времени управления, определяется лишь погрешностью измерения разности частот в компараторе для соответствующего значения τ [3].

В случае если сигналы стандартов имеют различные характеристики нестабильности частоты, для фиксированного интервала времени измерения τ можно подобрать такое оптимальное распределение весов, чтобы для выбранного τ значение вариации Аллана выходного сигнала было минимальным. Оптимальное в этом смысле распределение весовых коэффициентов имеет вид [3]:

$$w_n(\tau) = \frac{\sigma_{y,min}^2(\tau)}{\sigma_n^2(\tau)}; \quad \sigma_{y,min}^2(\tau) = \frac{1}{\sum_n \sigma_n^2(\tau)}. \quad (3)$$

Таким образом, весовой коэффициент для каждого опорного сигнала выбирается обратно пропорционально вариации Аллана его частоты для некоторого фиксированного τ .

В работе [4] был проведен численный эксперимент по моделированию фазовых шумов стандартов. Для этого использовалась дискретная модель случайного процесса, учитывающая белый фазовый шум, белый частотный шум, шум случайных блужданий частоты. Моделировались две группы стандартов, обладающих различными характеристиками стабильности частоты на разных интервалах времени измерения. Весовые коэффициенты подбирались адаптивно, стартуя с одинаковых значений. С помощью численного моделирования показано, что такой алгоритм способен формировать сигнал, обладающий групповыми характеристиками нестабильности частоты эталона.

Для защиты выходных сигналов от влияния внештатных ситуаций в работе любого из стандартов частоты ансамбля, для внесения минимальных искажений в выходной сигнал и для максимальной автоматизации системы формирования выходных сигналов в ЗАО «Время-Ч» был разработан прибор Ч7-317. Это формирователь эталонных частот резервируемый, который формирует выходной сигнал с помощью кварцевого генератора подстраиваемого относительно средней частоты сигналов, подаваемых на его вход [4,5].

Формирователь эталонных частот резервируемый Ч7-317 предназначен для формирования и воспроизведения защищенных от сбоев частоты и фазы сигналов частоты и времени по результатам обработки сигналов от группы хранителей частоты и времени (рис. 2). В основном применяется в метрологии при работе в составе групповых эталонных комплексов хранения и воспроизведения размера единиц частоты и времен.



Рис. 2. Внешний вид формирователя эталонных частот резервируемого Ч7-317

Основные характеристики Ч7-317 [5]:

- входные (выходные) синусоидальные сигналы с параметрами:
 - частота 5 МГц, 10 МГц, 100 МГц;
 - среднеквадратическое значение напряжения $(1,0 \pm 0,2)$ В, на нагрузке 50 Ом;
- выходные импульсные сигналы с параметрами:
 - частота 1 Гц (шкала времени), амплитудой $\geq 2,5$ В на нагрузке 50 Ом, длительность импульса – (15 ± 5) мкс, длительность фронта < 10 нс, полярность – положительная.
 - диапазон рабочих температур: от + 5 до + 40°C;
 - габаритные размеры (ШхВхГ): 483х140х312 мм;
 - масса: не более 8 кг;
 - питание формирователя: от сети переменного тока 220 В, 50 Гц или постоянного тока напряжением 22 – 30 В (резервный источник питания);
 - потребляемая мощность: не более 50 ВА;
 - срок службы: не менее 12 лет.
- Работа с синхронизирующей группой источников сигналов (до 4 шт.) одновременно.
 - Формирование выходного сигнала частоты и времени, параметры которого определяются средним значением в синхронизирующей группе и, при необходимости, введением корректирующих значений частоты, фазы и компенсации дрейфа.
 - Сохранение формируемых сигналов частоты и времени при пропадании сигналов на входах.
 - Автоматическое исключение из синхронизирующей группы источника сигнала при значительном отклонении значения его частоты от номинального.
 - Управление с клавиатуры на лицевой панели или с помощью персонального компьютера. Интерфейсы RS-232C и USB.
 - В комплект поставки входит специальное программное обеспечение для работы в среде Microsoft Windows.

Формирователь эталонных частот резервируемый Ч7-317 внесен в общий и специальный раздел Государственного реестра средств измерений и разрешен к применению в области обороны и безопасности государства [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Толстиков А. С. Применение групповых хранителей частоты в составе беззапросных измерительных станций (БИС) / А. С. Толстиков, В. М. Владимиров, Е. Д. Борисова // Системы связи и радионавигации. – 2015. – С. 105-107.
2. Чернышев И. Н., Мишагин К. Г. Оптимальное измерение нестабильности частоты в многоканальном компараторе // Измерительная техника, Москва. – 2009. – № 9 – С. 13–17.
3. Ashby N. Relativity in the Global Positioning // Living Reviews in Relativity. – 2003. – Vol. 6, №. 1.
4. Weiss M.A. A study of the NBS time scale algorithm // IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. – 1989. – Vol. 83, №. 2. – P. 631-635.

5. Judah Levine The statistical modeling of atomic clocks and the design of time scales // Review of scientific instruments. – 2012. – № 83. – p. 28-56.
6. Воронин М.Г., Пашев Г.П. Анализ систем автоматической подстройки фазы выходного сигнала квантового группового хранителя частоты и времени // Измерительная техника. Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия, Москва. – 2008. – № 3 – С. 21-26

© Г. Д. Калдекенова, А. С. Толстиков, 2018

АНАЛИЗ РЫНКА ЛИЗИНГОВЫХ УСЛУГ В РОССИИ

Максим Александрович Зальцзейлер

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры кадастра и территориального планирования, тел. (913)984-76-95, e-mail: zajcemaks@yandex.ru

Выявлены актуальные проблемы рынка лизинговых услуг. Осуществлен прогноз перспектив развития.

Ключевые слова: лизинг, лизингополучатель, лизингодатель, прогноз развития, экономическая эффективность лизинга.

RUSSIAN LEASING SERVICE MARKET ANALYSIS

Maxim A. Zaltszeyler

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Cadastre and Territorial Planning, phone: (913)984-76-95, e-mail: zajcemaks@yandex.ru

Actual problems of the leasing services market are revealed. The forecast of development prospects is carried out.

Key words: leasing, lessee, lessor, development forecast, economic efficiency of leasing.

Лизинг является одним из самых привлекательных методов финансирования производства. Он даёт предприятиям возможность использовать самую передовую технику [1].

Сегодня это очень привлекательный метод долгосрочного и среднесрочного финансирования для предприятий. Он привлекателен для лизингополучателей своей доступностью, экономической эффективностью и доступностью [2].

На сегодняшний день большая часть лизинговых компаний обращены в сторону финансирования средних и малых предприятий.

Целью данной работы является проведение исследования развития лизинговых операций в России. Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

- понять определение и механизм осуществления лизинговой операции;
- изучить особенности осуществления лизинговых операций в РФ;
- выявить проблемы развития рынка лизинга;
- предложить решения проблем, препятствующих развитию рынка лизинга;
- на основе анализа сегментов лизинговых услуг, сделать прогноз о развитии лизинговой отрасли в РФ.

Ориентированность деятельности лизинговых компаний:

- только на крупные - 7%;
- средние и крупные - 15%;
- средние и малые - 38%;

- предприятия любых размеров - 40%.

Лизинг - это хороший механизм финансирования малых и средних предприятий привлекательный для обеих сторон [3].

В РФ проводится всего 0,28% от всего объёма лизинговых операций в пяти ведущих странах мира. В Германии объём лизинговых операций равен 4,7%, в Японии 18%, в США 47%. А из 50 участников рейтинга по развитию лизинга, Россия находится на 38 месте [4].

Развитие лизинга в России не соответствует не соответствует потребностям экономики. Спрос на лизинговые услуги удовлетворяется не полностью. Но есть перспективы развития нельзя оценить положительно [5].

Препятствия по развитию рынка лизинга, условно, делятся на три части:

- технические;
- системные;
- обусловленные «молодостью» российского рынка.

К техническим можно отнести:

- недоработки в законодательстве в Федеральном законе от 29 октября 1998 г. № 164-ФЗ «О финансовой аренде (лизинге)» [1];
- регулирование и контроль дефолтов лизингополучателей;
- предел лимита риска, согласно нормативу Цб РФ, на одного заемщика препятствует кредитованию банками в нужном объёме.

К системным проблемам относятся:

- отсутствие системы страхования рисков;
- отсутствие таможенного режима для лизинговых договоров.

Проблемы обусловленные «молодостью» российского рынка лизинга:

- нет готовых комплексных решений автоматизации лизинговых компаний;
- нет системы информационного обеспечения лизинга [6].

Необходимо отметить, что рынок лизинговых услуг РФ с 2015 г. и по сей день подвергается санкциям со стороны Евросоюза и Украины. Из-за чего объём прибыли в этой сфере деятельности, заметно снизился по сравнению с предыдущими годами. Это, в частности, замедлило развитие лизинговых компаний в России. Снизилось количество инвесторов и общий процент инвестиций.

Увеличились долги в лизинговых компаниях и предприятиях. При отсутствии денег у предприятий и спаде производства, услуги лизинговых компаний не востребованы [7].

Высокая степень износа основных фондов в РФ показывает, что сам механизм лизинга нуждается в поддержке государства. Развитие государственных программ - это верное направление экономической и промышленной политики. Но нужна и стимуляция рыночного сектора лизинга, для его планомерного роста [8].

Предлагаемые решения проблем, препятствующих развитию рынка лизинга:

- необходима передача прав собственности лизингополучателю по окончании срока договора лизинга;

- при полном погашении лизинговых платежей необходимо разрешить вторичное использование в целях предоставления в лизинг изъятого имущества;

- необходимо разрешить законодательством передавать программное обеспечение в составе оборудования в качестве объекта лизинга;

- необходимо изучить зарубежный опыт страхования лизинговых операций и законодательно закрепить право изъятия лизингового оборудования без суда;

- необходима разработка схемы разделения лизинговых рисков;

- необходима разработка специализированными компаниями программ автоматизации лизинга [9].

В среднесрочном периоде лизинговый рынок для малого бизнеса будет расти, но в связи с недостаточностью государственной поддержки, для его стимулирования, устойчивость роста остаётся под вопросом.

В связи с изменениями инвестиционного климата и сокращения деловой активности своевременное государственное вмешательство в регулирование сферы лизинговых услуг будет очень полезным. Есть два метода регулирования: первый – это поддержка рынка и предоставление льгот его участникам, второй – это полное или частичное финансирование государственных (государственно ориентированных) лизинговых компаний. То есть он связан с селективной поддержкой отдельно взятых участников рынка.

В данной ситуации реализуется второй вариант, т.к. из-за санкций и кризиса, доля инвесторов существенно уменьшилась, а государственный бюджет это компенсирует [10].

Но компании с бюджетным финансированием очень чувствительны к условиям предоставления и размерам государственного финансирования. Их деятельность не всегда может быть эффективной. Из-за этого компании с государственным финансированием нельзя называть, в полной мере, рыночно ориентированными. Но их присутствие оказывает существенное влияние на саму структуру рынка не способствуя развитию конкуренции на нем. Хорошее влияние на рынок лизинговых услуг повлияла бы поддержка широкого круга фирм или отдельных видов операций.

Исходя из негативного прогноза новый бизнес в 2018 г. составит около 510 млрд руб. Усиление кризисных явлений в железнодорожной отрасли в частности, приводит к падению сегмента на 45%. Также продолжается сжатие нового бизнеса в авиасегменте, но при господдержке субсидиями лизинговых операций падение объема авиатехники будет около 15% (прогнозируемое падение без господдержки составляет около 30%) .

Позитивный прогноз подразумевает уменьшение объёма нового бизнеса до 15%, но при этом его объем составит примерно 580 млрд руб. При таком «раскладе» предполагается сокращение в сегменте железнодорожной техники на 35%, а авиализинга на 5% и суммарно других сегментов на 15%. Автолизинг тоже может продемонстрировать падение согласно таблице [11].

Анализ сегментов рынка лизинговых услуг за 2017 г. [4]

Сегмент	Факторы роста сегмента	Факторы замедления	Прогнозируемый прирост на 2018 г. %	Прирост млрд. руб.	Влияние на общий прирост нового бизнеса п.п.	Влияние на общий прирост нового бизнеса п.п.
Железнодорожная техника	Субсидирование при приобретении инновационных вагонов. Скидка при утилизации старого вагона. Возможное субсидирование государством приобретения локомотивов по средством лизинга	Сокращение перевозок из-за снижение цен на сырьевую продукцию, перенасыщение ж/д парка	-45,0/35,0	-69,5/-54,0	-10,4	-8,1
Авиатехника	Господдержка в виде возмещения части затрат на лизинговые платежи (лизинга российских самолётов, докапитализация ГТЛК)	Кризис отрасли, девальвация рубля, снижение объема перевозок, удорожание «длинных» кредитных ресурсов из-за санкций	-15,0/-5,0	-13,2/-4,4	-2,0	-0,7
Грузовые и легковые автомобили	Ликвидность предмета лизинга, госпрограмма льготного автолизинга	Уменьшение объема продаж автомобилей, снижение перевозок, повышение цен на автомобили	-15,0/-5,0	-36,5/-12,2	-5,4	-1,8
Прочие		Замедление	-25,0/-15,0	-48,6/-29,2	-7,2	-4,4
Итого прирост по рынку					-25,0	-15,0

Из вышесказанного можно сделать вывод, что в лизинговой отрасли, в ближайшие несколько лет будут свойственны следующие особенности:

- укрепление позиций компаний с государственным участием;
- уход с рынка части мелких лизинговых компаний;
- объем рынка лизинга уменьшится на 15-25%, в равнении с предыдущим годом;
- роль государственных учреждений и крупных компаний существенно возрастет;

- активный поиск новых инвесторов в сферу лизинга, в том числе иностранных предпринимателей и организаций;
- снижение объёма рынка лизинга из-за политики России и ее экономики [11].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 29 октября 1998 г. N 164-ФЗ «О финансовой аренде (лизинге)» (с изменениями и дополнениями)
2. ГК РФ, часть вторая, § 6 Финансовая аренда (лизинг) [Электронный ресурс]: [ФЗ РФ: от 26 января 1996 г.] // Консультант Плюс: справочная правовая система. Законодательство.
3. Deming W. Edwards Fourteen Points and the seven deadly diseases control. - Режим доступа [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.endsoftheearth.com/Deming14Pts.htm>.
4. RA-Эксперт - Аналитика лизинговой деятельности РФ/ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL:<http://raexpert.ru/researches/leasing>
5. SWOT Analysis. - Режим доступа [Электронный ресурс]. - URL:<http://www.quickmba.com/strategy/swot/>.
6. Мороз О.Н. Приоритетные стратегии развития предприятий Сибири // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск : СГГА, 2012. Т. 2. – 95–100 с.
7. Нитяго И. В. Проблемы и перспективы социально-экономического развития Сибири // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск : СГГА, 2012. Т. 2. – 89–94 с.
8. Нитяго И. В. Экономическое будущее Сибири: проблемы и перспективы // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 118–125.
9. InfoBank - Лизинг в регионах [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL:<http://infobank.by/2053/>.
10. Алексеев А. В. Стратегия инновационного развития РФ на период до 2020 г. - оценка адекватности требованиям времени // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск : СГГА, 2012. Т. 1. – 105–110 с.
11. Концепция долгосрочного социально-экономического развития РФ за период до 2020 г. и прогноз до 2030 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL:<http://www.economy.gov.ru>

© М. А. Зальцзейлер, 2018

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ УПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКОЙ И ВНЕДРЕНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Алексей Вячеславович Моисеев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (999)465-13-46, e-mail: moisei.94@mail.ru

Елена Олеговна Ушакова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики недвижимости, тел. (383)210-95-87, e-mail: eo_ushakova@mail.ru

В данной статье рассматривается организация инновационной деятельности на предприятии, приводятся основные методы определения эффективности инновационной деятельности на предприятии, а также методы по выявлению проблем в организации инновационного процесса и рекомендации по их устранению.

Ключевые слова: инновационная деятельность, инновации, управление инновационной деятельностью, совершенствование инновационной деятельности.

DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS FOR IMPROVING THE MANAGEMENT OF DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES AT THE ENTERPRISE

Alexey V. Moiseev

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (999)465-13-46, e-mail: moisei.94@mail.ru

Elena O. Ushakova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Real Estate Economy, phone: (383)210-95-87, e-mail: eo_ushakova@mail.ru

In this article, the organization of innovative activities at the enterprise is considered, the main methods for determining the effectiveness of innovation activities in the enterprise, as well as methods for identifying problems in the organization of the innovation process and recommendations for their elimination.

Key words: innovative activity, innovation, management of innovation activity, improvement of innovative activity.

Актуальность данной темы заключается в том, что совершенствование системы инновационной деятельности на предприятии – это неотъемлемый процесс жизненного цикла самого предприятия. Рынок постоянно меняется, меняются требования и потребности потребителей, и, для того, чтобы предприятие было конкурентоспособным, нужно постоянно модернизировать систему инновационной деятельности.

Цель исследования – улучшение системы инновационной деятельности предприятия.

Задачи, которые способствуют достижению цели:

- анализ профильной литературы;
- анализ существующей системы инновационной деятельности;
- выявление проблем процесса инновационной деятельности;
- разработка рекомендаций по устранению проблем инновационной деятельности.

Система определения эффективности инновационной деятельности может предполагать вероятность доработки отдельных направлений проектов и программ абсолютно на всех этапах их жизненного цикла.

Очень важно, чтобы методика определения эффективности позволяла одновременно проводить оценку эффективности инновационной деятельности по следующим направлениям:

- коммерческая эффективность;
- исследовательская эффективность;
- инвестиционная эффективность.

Большинство лидеров бизнеса признают ценность инноваций. В исследовании, проведенном консалтинговой фирмой Accenture, 96 % опрошенных руководителей заявили, что долгосрочный успех их организации зависит от разработки идей в новом направлении. Кроме того, 87 % лидеров считают, что инновации их компаний привели к хорошей отдаче от инвестиций; однако 82 % респондентов не провели значимого различия между значительными инновациями и достижением прироста производительности. Данное исследование определяет конкретные этапы, которые наиболее часто встречаются при разработке устойчивых и успешных инноваций технологий.

Рассмотрим этапы внедрения инновационных технологий на предприятии [1, 5, 7, 10, 11, 12]. На первом этапе следует провести оценку выбранных направлений развития инновационной деятельности и на этой основе сформировать показатели оценки следующего этапа, создать новые идеи. Мобилизация происходит, когда идея переносится в другое физическое или логическое место, например, внешняя фирма или другой отдел.

На втором этапе производится критическая оценка направлений развития инновационной деятельности организации под воздействием факторов внутреннего и внешнего окружения. Определяются пути коммерциализации, оцениваются потребительские ожидания, конкурирующие технологии, технические и технологические особенности, финансовые показатели и риски. Одним из самых больших преимуществ для совместных процессов адвокации и скрининга является уточнение. Если идея имеет потенциал, дискуссии и аргументы помогают ее улучшить. Поскольку генераторы идей не всегда обладают навыками для пропаганды своих идей, менеджеры, работающие с генератором идей, могут облегчать, поощрять и поддерживать таких людей.

На третьем этапе эксперимента, тестируется идея, например, с прототипом или экспериментальным тестом. Экспериментация не проверяет объективные достоинства идеи, она проверяет пригодность идеи для конкретной организации в определенное время. Некоторые идеи могут опережать свое время или превышать нынешнюю способность компании, такие идеи могут внесены в список будущих инновационных направлений для развития в более позднее время. Иногда эксперименты приводят к новым идеям из-за информации, собранной по результатам и общей осуществимости оригинальной идеи. Время имеет решающее значение в этом процессе; людям необходимо дать достаточное время для проведения экспериментов. По мере того как уточнения и оценки происходят, им должно быть предоставлено достаточно времени, чтобы задуматься о экспериментах.

На четвертом этапе, производится коммерциализация идеи. Коммерциализация направлена на создание рыночной ценности для идеи, сосредоточив внимание на ее потенциальном воздействии. Этот шаг делает идею привлекательной для аудитории, например, путем упаковки идеи с другими идеями, разъяснения того, как и когда эта идея может быть использована, и использования данных или прототипов из экспериментов, чтобы продемонстрировать преимущества. Коммерциализация - это этап инновационного процесса, когда фокус переходит от развития к убеждению. После того как идея будет уточнена и будет создан бизнес-план, он будет готов к распространению и внедрению.

На основе анализа системы инновационной деятельности крупных предприятий можно сделать вывод о том, что они имеют большой объем производства и много направлений развития, следовательно, в составе предприятия выделено подразделение, отвечающее за инновационную деятельность [2, 3, 4, 6, 8].

В процессе анализа были выделены основные проблемы развития инновационной деятельности на предприятии:

- отсутствие повышения уровня творческой активности;
- низкий уровень экономических знаний сотрудников;
- недостаточная или старая материальная база;
- отсутствие справедливой системы оценки труда.

Данные проблемы являются типичными для многих крупных предприятий, следовательно, можно дать типовые рекомендации по уменьшению степени воздействия проблем развития инновационной деятельности на производство. Их условно можно условно разделить на следующие группы:

- осуществление оплаты труда сотрудникам относительно их вклада в инновационный проект;
- обеспечение сотрудников нужной информацией по возникшим у них проблемам инновационной деятельности предприятия на всех ее этапах;
- частичное ограничение контроля сотрудников руководством, введение самоконтроля;
- организация дополнительных мероприятий по повышению квалификации сотрудников в той сфере, которой они работают, с целью повышения знаний пер-

сонала действующих стандартов работы предприятия, а также информирование сотрудников о последних обновлениях в сфере, которой они работают;

– организация мотивационных мер, поощрительных – за внесение предложений, которые будут способствовать развитию сотрудников и повышению знаний в той области, в которой они работают.

Делая вывод, можно сказать, что развитие инновационной деятельности на предприятии имеет большое значение для конкурентоспособности предприятия. Основные проблемы развития инновационной деятельности на предприятии связаны с персоналом, в их числе отсутствие актуальной материальной базы и гибкой системы мотиваций за вклад сотрудников в инновационную деятельность предприятия. Предложены основные мероприятия по устранению проблем развития инновационной деятельности связаны с общим повышением квалификационного уровня сотрудников, обеспечение сотрудников всей необходимой информацией по возникающим у них проблемам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ганин А. Н. Внедрение в производство инновационных технологий как основной фактор экономического роста предприятий радиоэлектронного комплекса // Вопросы инновационной экономики. – 2017. – Том 7. – № 1. – С. 23–30. – doi: 10.18334/vinec.7.1.37795.
2. Грибов В., Грузинов В. Экономика предприятия. – М. : Мысль, 2006. – 368 с.
3. Инновационный и проектный менеджмент : учеб. пособие. – Ростов-н/Д. : Изд-во ЮФУ, 2014. – 181 с.
4. Исследование Accenture Strategy: Руководители должны заняться формированием новых навыков у персонала, чтобы идти в ногу с эрой цифровых технологий [Электронный ресурс] URL: <https://www.accenture.com/ru-ru/company-new-release-new-study-accenture-strategy>
5. Кузнецов О. И., Махметова А. Е. Инновационные технологии в управлении бизнес-процессами предприятий // Вестник СГТУ. – 2013. – № 1 (69). – С. 289–292.
6. Лаева Т. В. Сценарный анализ как основа стратегического планирования в организации // Менеджмент в России и за рубежом. 2006. № 2 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mevriz.ru/articles/2006/2/4217.html>.
7. Политаев В. И. Реализация интеграционных процессов в инновационной сфере, системе образования и наукоемких производствах Российской Федерации // Креативная экономика. – 2016. – Том 10. – № 8. – С. 905–920.
8. Смирнова К. А. Понятие неопределенности экономических систем и подходы к ее оценке // Вестник МГТУ. – М. : 2008.
9. Стратегия в условиях неопределенности / Кортни Х., Керкленд Дж., Вигери П. // Классика HarvardBusinessReview: Управление в условиях неопределенности. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2006.
10. Туровец О. Г., Родионов В. Б., Бухалков М. И. Организация производства и управление предприятием. – М. : ИД «ИНФРА-М», 2007. – 438 с.
11. Damanpour F. (2014). Footnotes to research on management innovation. Organization Studies, 35(9), 1265-1285.
12. Edward Huizenga (University of Amsterdam, The Netherlands & Benthurst & Co, The Netherlands) (2014). The Knowledge Enterprise Innovation Lessons from Industry Leaders (2nd Edition) [Электронный ресурс] URL: <http://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/p964>.

© А. В. Мусеев, Е. О. Ушакова, 2018

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕДИЦИНСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Елена Викторовна Булава

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (383)340-46-68, e-mail: bulavael@rambler.ru

Елена Олеговна Ушакова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики недвижимости, тел. (383)210-95-87, e-mail: eo_ushakova@mail.ru

Использование нового медицинского оборудования для диагностики и лечения в офтальмологии необходимо для улучшения качества оказываемых медицинских услуг. Анализ эффективности использования медицинского оборудования на примере офтальмологической клиники г. Новосибирска позволил выделить типовые проблемы в данной отрасли. Учитывая особенности жизненного цикла медицинского оборудования для диагностики и лечения заболеваний в офтальмологии, предложен активный подход к внедрению нового медицинского оборудования. Предложены рекомендации по повышению эффективности использования медицинского оборудования офтальмологическим клиникам г. Новосибирска.

Ключевые слова: медицинское оборудование, офтальмологическая клиника, качество диагностики и лечения, эффективность.

EFFICIENCY OF USING MEDICAL EQUIPMENT

Elena V. Bulava

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (383)340-46-68, e-mail: bulavael@rambler.ru

Elena O. Ushakova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Real Estate Economy, phone: (383)210-95-87, e-mail: eo_ushakova@mail.ru

The using of new medical equipment for diagnosis and treatment in ophthalmology is necessary to improve the quality of medical services provided. Analysis of the effectiveness of the use of medical equipment on the example of the ophthalmologic clinic in Novosibirsk made it possible to identify typical problems in this industry. Given the features of the life cycle of medical equipment for diagnosis and treatment of diseases in ophthalmology, an active approach to the introduction of new medical equipment is proposed. Recommendations are proposed for increasing the efficiency of using medical equipment for ophthalmological clinics in Novosibirsk.

Key words: medical equipment, ophthalmological clinic, quality of diagnostics and treatment, efficiency.

В связи с совершенствованием медицинских технологий и появления на рынке нового оборудования для диагностики и лечения различных заболеваний, возрастает конкуренция и повышается качество медицинских услуг, оказываемых населению. Применение нового оборудования на всех этапах медицинской деятельности позволяет повысить качество диагностики, обнаружение заболеваний на ранних стадиях, что позволяет уменьшить срок лечения, снижает риск осложнений и сокращает процент врачебных ошибок. Для успешного применения новейшего оборудования необходимо обучение медицинского персонала работе на нём. Только овладение всеми функциональными возможностями оборудования можно рассчитывать на тот успех, который даёт нам прогресс в развитии новых медицинских технологий. На актуальность темы повышения эффективности использования медицинского оборудования существенно повлиял официально объявленный курс Правительства Российской Федерации на включение отрасли здравоохранения в число главных приоритетов государственной политики, что непосредственно повлечет за собой увеличение объемов бюджетного финансирования на закупку новых приборов в государственных учреждениях здравоохранения [1]. Тем не менее, эффективность вложения бюджетных средств и надлежащее выполнение объявленного Правительством курса будут зависеть не только от степени увеличения финансирования, но и от подходов к использованию закупленного оборудования для диагностики и лечения различных заболеваний.

В статье рассматривается необходимость исследования эффективности использования медицинского оборудования в офтальмологических клиниках города Новосибирска, как одного из лидеров российского рынка медицинских услуг. Одним из основных подходов увеличения эффективности использования медицинского оборудования в офтальмологии, является расширение инновационной деятельности для освоения новых медицинских технологий, повышение уровня удовлетворения потребностей населения в высокотехнологичной медицинской помощи. Жизненный цикл разработки и внедрения нового медицинского оборудования в офтальмологии достаточно короткий, поэтому новейшие современные методики очень быстро морально устаревают.

Основной целью данного научного исследования является изучение эффективности использования медицинского оборудования в офтальмологических государственных и частных клиниках города Новосибирска. В процессе исследования были поставлены и решены следующие задачи:

- изучение жизненного цикла медицинского оборудования (более подробно этап внедрения и эксплуатации);
- проведение учёта и анализа эффективности использования медицинского оборудования в новосибирском филиале МНТК «Микрохирургия глаза им. С. Н. Фёдорова»;
- разработка рекомендаций по повышению эффективности использования медицинского оборудования.

МНТК «Микрохирургия глаза им. С. Н. Фёдорова». Филиал клиники расположен в городе Новосибирске. Он состоит из 13 специализированных отде-

лений. На примере работы диагностического отделения, оснащенного 66 единицами различного офтальмологического оборудования, выявлено, что часть оборудования более загружено в связи с методиками обследования, следовательно, это влияет на уменьшение жизненного цикла приборов. Отделение диагностики клиники оснащено 66 приборами, из которых 9 приборов – 2015 года выпуска, 9 приборами – 2012 года выпуска, 22 приборов – 2010 года выпуска, 23 приборами – 2007 года и 3 прибора 1991 года. Все данные о медицинском оборудовании диагностического отделения представлены в таблице.

Перечень диагностического оборудования в Новосибирском филиале
МНТК «Микрохирургия глаза им. С. Н. Фёдорова» на декабрь 2017 года

Наименование прибора	Количество	Страна производитель	Год выпуска
Аutoreфрактокератометр KR 8800	6	Япония	2015
Ультразвуковая офтальмологическая система Okuscan	2	США	2007
Сферопериметр К.Ц.Е.	3	ГДР	1991
Пневмотонометр СТ-80	3	Япония	2015
Диагностический комплекс TOPCON	2	Япония	2012
Ультразвуковой диагностический аппарат (Б-скан)	1	Германия	2012
Фундс- камера VISUCAM	1		2007
Компьютерный автопериметр HFA	1	Германия	2007
Рефракционно диагностический комплекс ZDW	1	Германия	2007
Проектор знаков TCP-1000LED	6	Япония	2012
Офтальмоскоп NEIZ	16	Германия	2007
Щелевая лампа Zeiss	8	Япония	2010
Набор пробных очков	10	Россия	2010
Биомикроскоп ультразвуковой SONOMED	1		2007
Диоптриметр GL7000	2	Япония	2010
Цифровой измеритель PD 82	2	Япония	2010
Экзоофтальмометр ЭОМ	1		2007

Ежедневно диагностическое обследование проходят от 300 до 400 пациентов. Например, на 6 авторефрактометра ежедневная нагрузка составляет около 400 пациентов. Соответственно, приборы имеющие максимальную нагрузку, подвержены более частой замене.

В процессе исследования выявлено, что принятием решения по внедрению нового медицинского оборудования или новых медицинских технологий занимаются руководители учреждений или медицинский совет, состоящий как правило, из врачей. Они ставят перед собой задачи по повышению престижа своего медицинского учреждения и улучшению качества оказания медицинской помощи.

Причинами покупки нового оборудования в офтальмологических клиниках являются:

- замена устаревшего медицинского оборудования, в результате окончания срока использования или поломки оборудования (невозможно отремонтировать);
- улучшение качества применяемой диагностики и лечения;
- внедрение новых технологий или методик диагностики и лечения (престиж клиники или госзаказ);
- увеличение объема научных исследований в данной области, в мировой и отечественной практике.

Руководство приобретает не только новое оборудование, но и технологии, при эффективном использовании которых повышается качество и увеличивается объем предоставляемых услуг.

Очень часто, пока учреждение решает, какое оборудование закупать, на рынке появляются усовершенствованные новинки с лучшими возможностями применения в офтальмологии.

По данным Европейского статистического агентства, на мировую медицинскую индустрию приходится значительная доля всех мировых инноваций. Медицинская промышленность занимает четвертое место по показателю «отношение расходов на исследования и разработки к объему продаж». На долю мировой медицинской отрасли приходится 1,8 % всех расходов на исследования и разработки [7].

Эксперты многих стран считают сферу медицины высоко консервативной, что приводит к медленному внедрению новых медицинских технологий. Можно выделить три подхода к внедрению нового медицинского оборудования:

- пассивный процесс внедрения. Он характеризуется тем, что новая технология попадет в организацию независимо от желания руководства, и организация адаптируется для ее внедрения. Проникновение новых технологий специально не стимулируется.
- поддерживающий процесс внедрения. Применяется, когда организация осознаёт неизбежность нововведений. В связи с этим, новые технологии подвергаются анализу, их внедрение осуществляется при принятии адекватного решения, внедрение инноваций сопровождается специальными поддерживающими мероприятиями.
- активный процесс внедрения, основан на запланированном и системном анализе и внедрения инноваций, процедурах менеджмента учреждения. Активный процесс принятия решений о новациях невозможен без плодотворного взаимодействия всех участников. Взаимосвязь и коммуникации являются важнейшими частями технологического процесса, влияющих на эффективность внедрения нового оборудования и технологий.

Наиболее эффективным является активный процесс внедрения медицинской техники. После приобретения нового медицинского оборудования наступает стадия жизненного цикла оборудования -эксплуатации, которая может нести незапланированные расходы, возникающие в результате неполного использования оборудования.

Причинами простоя медицинского оборудования являются:

- отсутствие планирования закупки запасных частей и комплектующих материалов, несвоевременная их поставка;
- отсутствие подготовленных специалистов по обслуживанию медицинского оборудования.

Таким образом, для повышения эффективности использования нового медицинского оборудования в офтальмологии необходимо:

1. Проведение обучения и повышение квалификации персонала, занимающегося обслуживанием оборудования.
2. Создание системы сбора и реализации новаторских предложений специалистов, использующих медицинское оборудование в диагностике и лечении.
3. Анализ показателей эффективности работы оборудования (производительность оборудования, техническая готовность, срок использования и др.).

Для эффективного использования медицинского оборудования необходимо качественное управление всеми этапами жизненного цикла оборудования и сочетание нескольких факторов: научно обоснованный выбор метода лечения или использования нового оборудования, создание необходимой инфраструктуры использования оборудования, проведение вместе с производителями медицинского оборудования совместных научных исследований, привлечение инвестиций в разработку нового оборудования, обучение персонала и сервисное обслуживание.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Полина Н. А. Экономический эффект от новых технологий в здравоохранении // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 5-2. – С. 433–437.
2. Осипов Л. В. «Медицина» Качество поставок, техническое обслуживание и метрологическое обеспечение медицинской техники [Электронный ресурс] <http://medicina.yuga.ru>.
3. Кудрявцев Ю. С. Потребность в обновлении медицинского оборудования по заявкам учреждений здравоохранения Санкт-Петербурга в сравнении с оценками по данным АИС ММИ // Медтехника и медизделия. – СПб., 2006. – № 3 (32). – С. 20–22.
4. Васильева Е. В., Кудрявцев Ю. С. Состояние медицинского оборудования в учреждениях здравоохранения Санкт-Петербурга в свете экономического кризиса [Электронный ресурс] // Медтехника и медизделия. – 2009. – № 2(52).
5. Федеральный закон Российской Федерации от 4 мая 2011 г. № 99-ФЗ "О лицензировании отдельных видов деятельности". <http://base.garant.ru/12185475/>.
6. Эстеров И. Д. Проблемы метрологического обеспечения средств измерений медицинского назначения. «Медтехника и медизделия». – 2002. – № 2(8). – С. 38–39.
7. Внедрение новых технологий в медицинских организациях. Зарубежный опыт и российская практика" Литагент «Высшая школа экономики» -2013 <https://www.libfox.ru>.
8. Амоян Э. Ф., Калинина В. А. Оптимизация использования медицинского оборудования в лечебно-профилактических учреждениях // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 11-4. – С. 590-591.
9. Хацевич Т. Н. Медицинские оптические приборы. Физиологическая оптика [Текст]: учеб. пособие. 3-е изд., испр. и доп. – Новосибирск : СГГА, 2010. – 135 с.
10. Хацевич Т. Н., Михайлов И. О. Эндоскопы : учеб. пособие. – Новосибирск : СГГА, 2012. – 196 с.

© Е. В. Булава, Е. О. Ушакова, 2018

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ ОБЪЕКТИВОВ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ ДЛЯ SWIR ДИАПАЗОНА СПЕКТРА

Александр Сергеевич Красных

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (913)910-28-93, e-mail: krasnyx2015@mail.ru

Татьяна Николаевна Хацевич

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, профессор кафедры фотоники и приборостроения, тел. (383)344-29-29, e-mail: khatsevich@rambler.ru

Николай Николаевич Мордвин

ООО «КБ "ЛУГГАР"», 630049, Россия, г. Новосибирск, Красный пр., 200, оф. 305, генеральный директор, тел. (903)900-04-08, e-mail: mordvin_nn@mail.ru

Проведен анализ характеристик объективов для SWIR диапазона спектра. Выявлены диапазоны и наиболее часто встречающиеся значения основных характеристик: фокусного расстояния, относительного отверстия, угловых полей и др.

Ключевые слова: SWIR, камера, объектив, относительное отверстие, фокусное расстояние, угол обзора, тенденция развития.

THE TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF LENSES FOR SWIR SPECTRAL RANGE

Alexander S. Krasnykh

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (913)910-28-93, e-mail: krasnyx2015@mail.ru

Tatiana N. Khatsevich

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Professor, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (383)344-29-29, e-mail: khatsevich@rambler.ru

Nikolay N. Mordwin

CB "LUGGAR" Co Ltd, 200, Krasny Prospect St., of. 305, Novosibirsk, 630049, Russia, Director General, phone: (903)900-04-08, e-mail: mordvin_nn@mail.ru

The analysis of the characteristics of the objectives for the SWIR spectral range is carried out. The ranges and most frequently encountered values of the main characteristics are determined: focal length, relative aperture, angular fields, etc. The results of the optical design of the objective are shown whose optical characteristics correspond to: a relative aperture of 1:1,4; focal length 50 mm.

Key words: SWIR, camera, lens, aperture, focal length, viewing angle, development trends.

Introduction

Currently, the possibilities of observing objects outside the visible range of the spectrum of electromagnetic radiation are actively realized in the infrared short-wave (SWIR) spectral range with wavelengths from 0,9 to 3,0 μm [1]. Thus, uncooled matrix receivers based on InGaAs [2], operating in the spectral range from 0,9 to 1,7 μm , are the basis for the development of small-sized SWIR cameras. Unlike classical thermal imaging devices recording their own radiation of objects and backgrounds of medium-wave IR (MWIR) and (or) long-wave IR (LWIR) ranges, devices of the SWIR range record the radiation of natural and artificial external sources reflected from the observed objects and backgrounds, which is the basis for providing a wide dynamic range, necessary for the formation of quality images of objects. The advantages that determine the relevance of the development of SWIR range devices usually are: the ability to create an image in the night conditions; the possibility of round-the-clock application; the possibility of observation in dusty, fog or smoke conditions; the possibility of using the hidden illumination of the observed objects; the ability to detect hidden laser signals; no requirements for deep cooling; compactness; low energy consumption, etc. Realization of the advantages opened by receivers that are sensitive in the SWIR spectral range can be provided together with high-quality optical systems specially tuned for this range.

The analysis of the market of SWIR lenses showed that the number of firms offering lenses for the SWIR range is small: there are several foreign companies, and there are no mass-produced domestic SWIR lenses. The foregoing confirms the relevance of the development of domestic lenses for the SWIR spectral range.

The purpose of this study is to identify competitive values of technical characteristics for new developments of SWIR lenses and to create an optical lens circuit with characteristics corresponding to the most frequently encountered foreign lenses.

Methods of study

Methods of research: statistical analysis of scientific and technical information on the characteristics of foreign objectives of a certain type, computer methods for designing and calculating optical systems.

The optical system of any lens is represented by external and internal models. The task of designing a new optical system can be considered as the creation of such an internal model (design parameters, design of individual lenses, aberration characteristics, etc.), which guarantees the provision of competitive advantages for the external model.

In the course of the research, information on external characteristics of 34 SWIR range lenses offered by three foreign companies was systematized and analyzed: "Kowa", Japan; "Xenics", Belgium; «Edmund optics», USA. The information is tabulated, including designations of the lenses, image format, focal length, diaphragm number, angular field along the diagonal of the frame, resolving power, mass, overall dimensions, price, etc. Fragmentally analyzed information is given in Table 1.

The results of the analysis on the most important characteristics included in the external model of lenses are shown in Fig. 1 - 5:

- the distribution of SWIR lenses by the focal length range;
- the ratio between adjustable and unregulated relative apertures of SWIR lenses;
- the distribution of lenses by relative opening;
- the distribution of lenses over the angular field (corresponding to the diagonal of the receiver);
- the distribution of SWIR lenses on the minimum focusing distance.

Analysis results

Based on the analysis of the technical characteristics of the investigated sample of lenses, the following trends in the development of lenses for the SWIR spectral range are revealed:

- lenses have a fixed focal length: the focal length range is from 8 to 200 mm, with most (29%) models having a focal length of 50 mm (Fig. 1);
- in the designs of more than a half of models (59%), an adjustable aperture diaphragm is provided (Fig. 2), which allows to reduce the illumination level of the image in comparison with the illumination obtained at the maximum relative aperture of the lens, and also increases the depth of the sharply portrayed space as the relative aperture decreases;

Table 1

Model	Focal length, mm	Diaphragm number	Angular field diagonally, degree	Minimum focusing distance, m	Weight, g	Length; diameter, mm	Source
LM8HC-SW	8	1,4 - 16	92,4	0,1	200	58; 57	[2]
LM16HC-SW	16	1,4 - 16	54,4	0,3	140	52,9; 43	
LM25HC-SW	25	1,4 - 16	36,6	0,3	125	43; 43	
LM35HC-SW	35	1,4 - 16	26,1	0,3	130	47; 42	
LM50HC-SW	50	1,4 - 16	18	0,3	200	52; 47,5	
OPT-000107	16	1,4	27	0,65	140	70,4; 42	[3]
ASY-000658	200	2,4	4	4,5	-	225; 104	
OPT-000194	25	1,8	36,6	0,4	92,5	49; 32	
OPT-000195	50	1,5	29,8	1,5	319	94; 54	
OPT-000089	8	1,4	92,4	0,3	200	75,5; 57	
83-170	100	2,25 - 22	14,6	0,4	1800	180,1; 84	[4]
83-160	25	2,1 - 16	55,8	0,2	180	63,5; 40	
68-689	35	1,4 - 16	14,4	0,3	130	43; 42	
83-167	50	2,15 - 16	29,8	0,275	574	124; 56	
83-815	8	1,4 - 16	79,7	0,1	200	58; 57	

Characteristics of SWIR range lenses

– when analyzing the distribution of SWIR lenses on a relative aperture (Fig. 3 shows the values of the corresponding aperture numbers - fixed or maximum (for lenses with adjustable apertures)), the largest number of models has a relative aperture of 1:1,4. The maximum focal length corresponding to the indicated relative aperture is 50 mm. Only more luminous lens (1:0,95) also has a focal length of 50 mm. The longest focus of the sample under study has a relative aperture of 1:2,4 at a focal length of 200 mm. The shortest-focal lenses have a relative aperture of 1:1,4 at a focal length of 8 mm;

– the distribution of the lenses by the angular fields (in Fig. 4 the values of the angular fields corresponding to the diagonal of the image receiver are shown) shows that the maximum number of lens models has an angular field close to 30°, namely: 23% of models have diagonal viewing angle of 29,8°; 12% have the field of 36,6°; 6% of models have fields of 92,4°; 27°, 20,5° and 26,1°;

– the minimum focusing distance is a characteristic showing the shortest distance to the object of observation, to which the lens can be refocused. Two-thirds of the lenses in question have a minimum focusing distance of 0,25 to 0,5 m (Fig. 5).

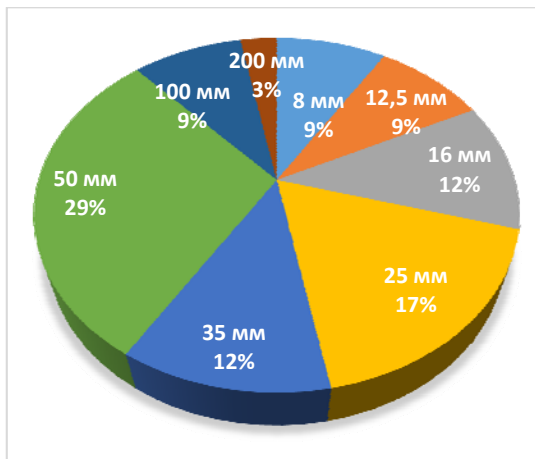


Fig. 1. Distribution of SWIR lenses by focal lengths

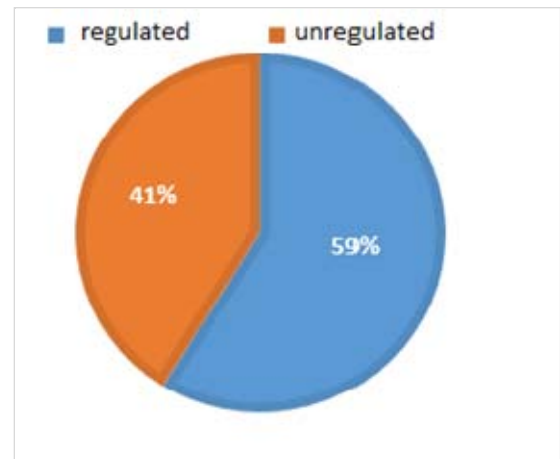


Fig. 2. The ratio between regulated and unregulated relative apertures of SWIR lenses

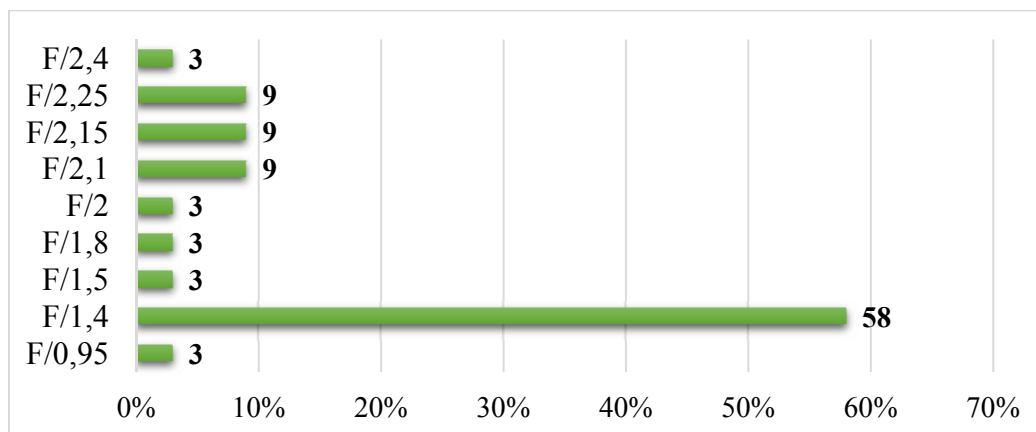


Fig. 3. Distribution of SWIR lenses by aperture

The results of design of the optical system of the lens

On the basis of the study, a lens was designed, with characteristics which can often be found at SWIR lenses. The most number of models has a relative aperture of 1:1,4. The maximum focal length corresponding to the indicated relative opening is 50 mm. The lens was designed for use with a receiver 640x512 and with a step of 20 microns. With angular fields in the horizontal and vertical directions, respectively, 14° and 11° (the field along the diagonal of the frame is 18°).

The two-component system is adopted as the initial scheme: the first component is assigned to eliminate position chromaticity and corrected aberrations of broad beams (spherical aberration and coma); the second is corrected aberrations of narrow inclined beams (astigmatism, image curvature and distortion). As a basic component of the first component, a two-lens gluing is adopted.

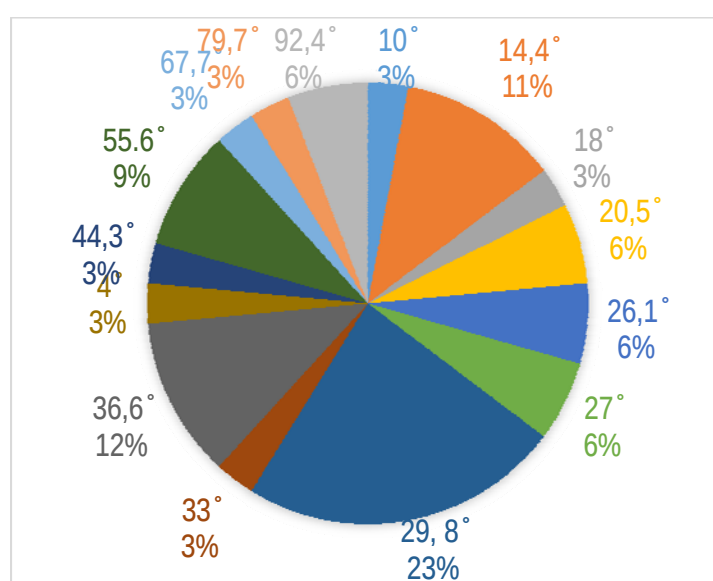


Fig.4. Distribution of SWIR lenses, the angular field

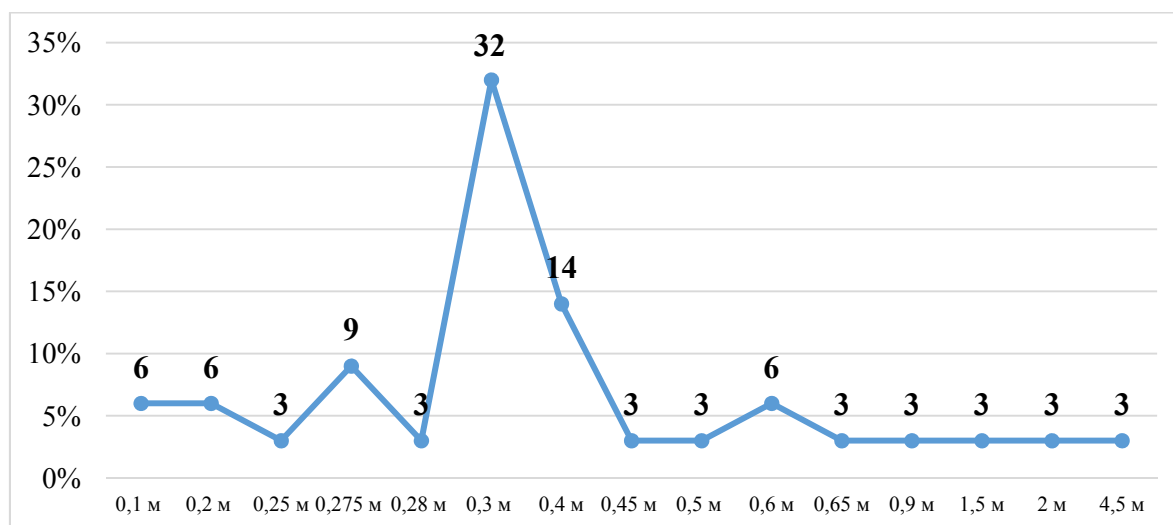


Fig.5. Minimum focusing distance of SWIR range lenses

The optical scheme of an objective with a focal length of 50 mm and a relative aperture of 1:1,4 is constructed according to a two-component scheme. The first component of the lens is made in the form of two lens joints spaced along the optical axis. The second component of the lens, a three-lens corrector, is located near the focal plane and serves to reduce field aberrations. The optical scheme of the objective is shown in Fig. 6.

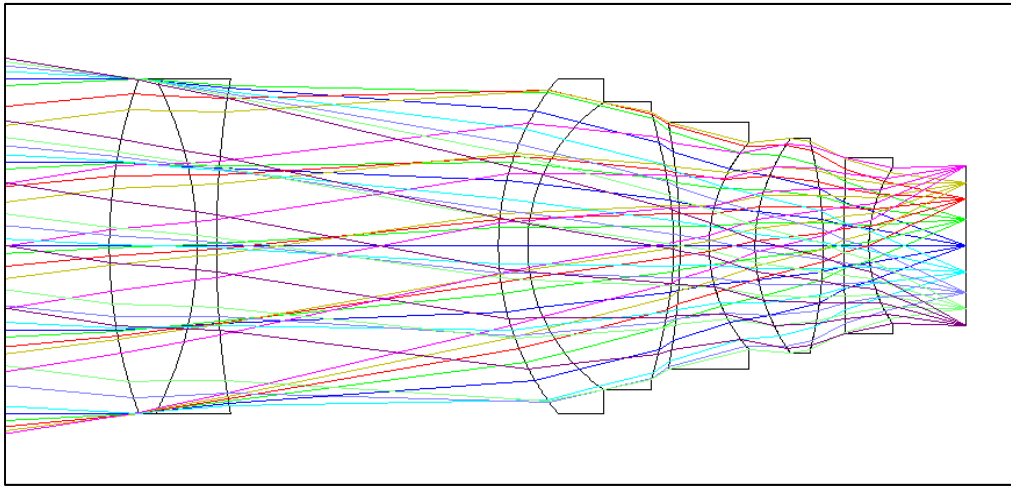


Fig. 6. Optical scheme of the lens

When optimizing the design parameters of the objective, the radii of the refractive surfaces, the thicknesses of the lenses and the size of the air gaps are selected as variables, and restrictions on the focal length and length of the system are indicated. The choice of materials is based on the results of the study [6].

The creation of the optimization function was carried out on the basis of minimization of wave aberrations of the image in various points in the field. This method proved to be effective and allowed to obtain high image quality for several optimization iterations.

Thus, Fig. 7 shows graphs of astigmatic segments confirming that in the lens the magnitude of astigmatism for the main wavelength does not exceed 0,01 mm, the curvature of the field is 0,003. The amount of distortion does not exceed 2%.

It follows from Fig. 8, that for all points of the field, both the mean-square and the largest geometric dimensions of the scattering spots do not exceed the dimensions of the diffraction scattering spots. In other words, the resulting lens is diffraction limited, as evidenced by the frequency contrast characteristic (MTF) and the spot energy concentration function (PSF).

Next, the modulation transfer function is presented in Fig. 8 and the graph of the energy concentration function is in Fig. 9.

To analyze the size of the aberration scattering spots for different points of the field, a scatter diagram of the light beam scattering is plotted in Fig. 8. This diagram qualitatively illustrates the distribution of light energy and quantitatively determines the dimensions of the spots.

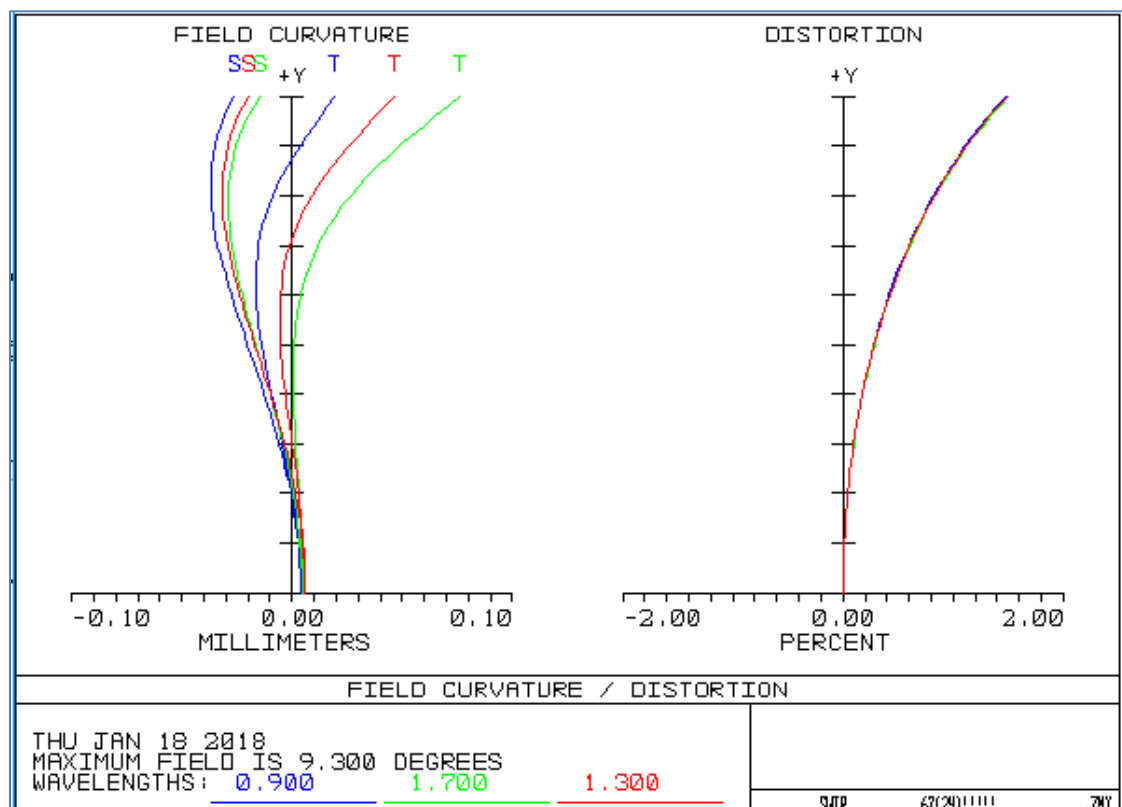


Fig. 7. Graph of astigmatic segments and distortion

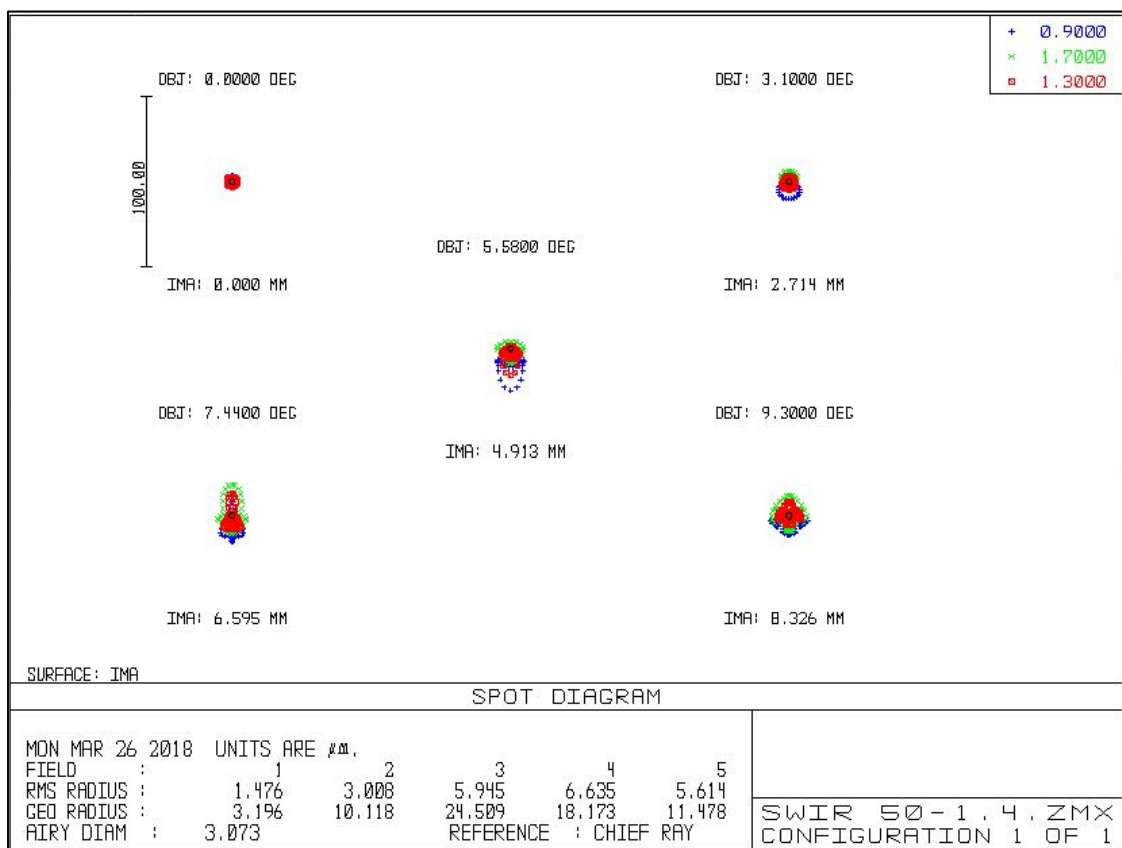


Fig. 8. The result of calculations of scattering spots for different points of the field

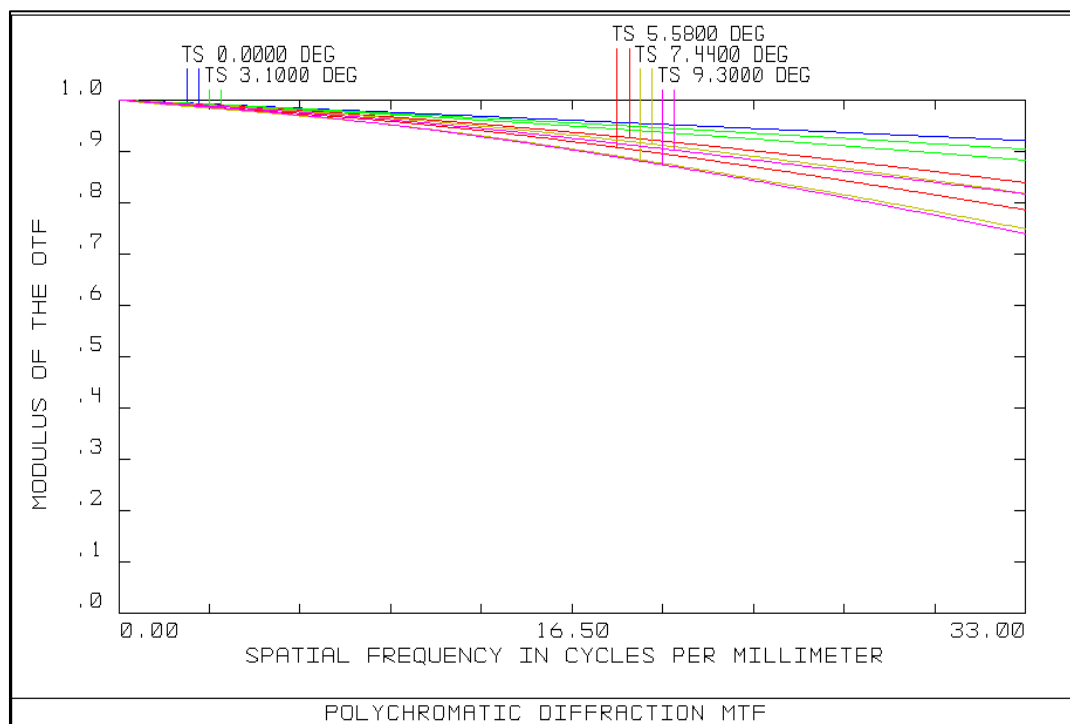


Fig.9. PSF for different points of the field

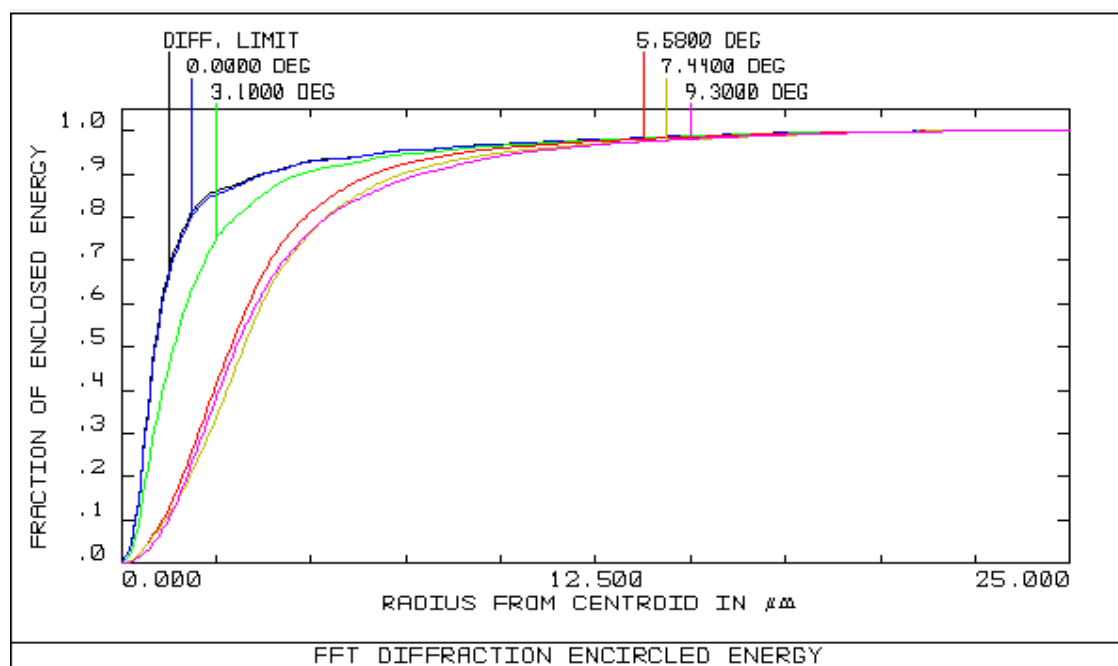


Fig.10. Graph of energy concentration function

The results of the calculation of the frequency-contrast characteristic, presented graphically in Fig. 9, show that at a frequency of 33 lines/mm, the contrast transfer coefficient for all points of the field has a value of at least 0,7. From graph 10 it follows, that in a spot with a diameter of 0,02 mm, equal to the step of the receiver, not less than 80% of energy is concentrated for all points of the field

Conclusion

In conclusion, it is noted that the use of results of this study allows us to lay down on the circuit design level of the device such technical requirements for the development of lens optics that will ensure the creation of products with characteristics not inferior to foreign analogues.

On the other hand, if the objective of the enterprise is to develop the optical element base of SWIR devices, then, when creating new lenses, scientific and technical interest is represented not only by those values of characteristics that correspond to most models on the market, but also values that are rare: shorter-focus, with large fields, more luminous, longer focal lengths, lenses with a discrete or pancratic focal length change, etc.

Based on the results of the analysis of SWIR lenses of a range of foreign manufacturers, the calculation was carried out with the most competitively capable characteristics and the development of the optical scheme of the lens.

REFERENCES

1. Tarasov, V. V. and Yakushenkov Y. G. Modern state and prospects of development of foreign thermal imaging systems // Scientific and technical journal of information technologies, mechanics and optics. - 2013. - No. 3 (85). – Pp. 1-13.
2. Kowa Company [Electronic resource] - Access mode <http://www.kowa-europe.com/lenses/en/index.php>. - Ver. from the screen.
3. Company Xenics [Electronic resource] - Access mode <http://www.xenics.com/en>. - Ver. from the screen.
4. Edmund optics [Electronic resource] - Access mode <https://www.edmundoptics.com/>. - Ver. from the screen.
5. Khatsevich, T. N., & Parfenova T.V. Two-band lenses for the infrared region of the spectrum In Sbornik materialov Interexpo Geo-Sibir'-2011: Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: T. 1. SibOptika-2011 [Proceedings of Interexpo GEO-Siberia-2011: International Scientific Conference: Vol. 1. SibOptics-2011] (pp. 69–72). Novosibirsk: SSGA [in Russian].
6. Krasnykh A.C. Khatsevich T.H. Investigation of materials for the development of optical systems of the SWIR range [Text] / A.C. Krasnykh, T. H. Khatsevich – LXIV student scientific conference SGUGiT, 2016.- Pp.103-104 [in Russian].

© *А. С. Красных, Т. Н. Хацевич, Н. Н. Мордвин, 2018*

РАЗРАБОТКА СЕРИИ ШИРОКОУГОЛЬНЫХ СВЕТОСИЛЬНЫХ ОБЪЕКТИВОВ ДЛЯ ТЕПЛОВИЗИОННЫХ ПРИБОРОВ

Михаил Алексеевич Михалюта

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (913)955-04-42, e-mail: www.dark94m@mail.ru

Татьяна Николаевна Хацевич

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, профессор кафедры фотоники и приборостроения, тел. (383)344-29-29, e-mail: khatsevich@rambler.ru

Евгений Витальевич Дружкин

ООО «ЛУГГАР», 630136, Россия, г. Новосибирск, 18-175, ул. Троллейная, 200, оф. 306, генеральный директор, тел. (962)829-63-39, e-mail: 2496339@mail.ru

В статье рассмотрены особенности и результаты разработки широкоугольных светосильных объективов в инфракрасной длинноволновой области спектра для малогабаритных камер.

Ключевые слова: тепловизионный прибор, широкоугольный объектив, инфракрасный диапазон.

SERIES OF WIDE-ANGLE HIGH-APERTURE LENSES FOR THERMAL IMAGING DEVICES

Michael A. Mikhaluta

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (913)955-04-42, e-mail: www.dark94m@mail.ru

Tatiana N. Khatsevich

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Professor, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (383)344-29-29, e-mail: khatsevich@rambler.ru

Yevgeny V. Druzhkin

LUGGAR Co Ltd, 18-175, Trollejnaja St., Novosibirsk, 630136, Russia, Director General, phone: (962)829-63-39, e-mail: 2496339@gmail.com

In the article, the peculiarities of methods and results of designing compact LWIR lenses with a wide angle and high aperture are considered. The presented results will serve as the beginning for the development of a series of thermo-tunable infrared lenses with passive atermalization.

Key words: thermal imager, wide angle lens, infrared range.

Introduction

The efficiency of using thermal imaging devices in the long-wave spectral range (LWIR, from 8 to 14 μm) is determined in part by the fact that the maximum thermal radiation of a human body as an object of observation falls precisely on this range [1]. With a large number of thermal imaging devices of the LWIR range, presented in various sources (such as literature, websites of companies producing and selling devices, brochures at exhibitions, etc.), only a small part of them is produced on the domestic element base. The development of thermal imaging devices on uncooled matrix receivers is a promising area for both military and civilian applications [2]. The main modules include a lens, a microbolometric matrix radiation receiver, an image processing module, a control module, a microdisplay, an eyepiece, an interface connector for transmitting information, a power source, while some modules can be removed, combined or supplemented depending on the particular model of the device [3].

The most important element of the device is a high-quality optical system of the lens, which forms an image in the plane of the photodetector device. For a number of applications, such as, for example, security systems, thermal imaging cameras with a large value of the angular field in the space of objects are required.

The aim of the research work is to develop a series of optical systems of wide-angle high-speed lenses, the optical characteristics and quality of aberration correction of which are oriented to the most commonly used microbolometric radiation receivers. This will allow us to formulate proposals for manufacturers to expand the element base of domestic infrared lenses with competitive characteristics [4].

This article presents the results of research and development carried out by the graduate student with a scientific guidance from the supervisor during the first semester of master's studies in the development of the first lens series.

Methods of study

Research method: computer simulation of optical elements and methods of automatic optimization of optical systems.

When developing an optical system of a wide-angle high-speed lens for the LWIR band, it is required to match the characteristics of the lens with the characteristics of the receiver. Characteristic correlation is based on the consideration of geometric, spectral, energy, and aberration factors.

Geometric matching is based on the relationship between the geometric dimensions of the receiving matrix, the focal length, and the angular field. It is based on a direct relationship between the size of the image, the value of the focal length f' and the magnitude of the angle ω in the space of objects:

$$y = f' \operatorname{tg} \omega.$$

Since, in a wide-angle lens, the presence of distortion can change the relationship between these characteristics, lenses with the same focal length and different magnitude of the distortion may have slightly different values of the angular fields in the space of objects when they are conjugated to the same receiver. Therefore, the geometric matching includes the requirement of orthoscopy.

Spectral matching is based on the use of materials having a high transmittance for the spectral range corresponding to the spectral sensitivity of the receiver. When developing an optical system, the relative spectral efficiency of radiation is determined for the wavelengths of the working spectral range, taking into account the spectral sensitivity of the receiver used, the spectral transmission of optical materials and the atmosphere. This allows us to take into account the influence of these factors at the design stage of the optical system [5].

The coordination of the objective and the receiver from the energy standpoint, in our opinion, includes two aspects: ensuring a high relative opening of the optical system, and ensuring the same conditions for irradiating the receiver's pick-offs located at different parts of the array (in the center, at the corners and at all other points). Hence follows the requirement to ensure the telecentric path of the main rays in the image space of the object. The aberration matching is based on the fact that a level of residual aberrations is provided in the optical system that, taking into account the diffraction, will provide a high level of energy concentration at the pixel of the receiver in the image of the point object within the angular field of the camera. Thus, the synthesis of the optical system of the infrared wide-angle light-fast telecentric orthoscopic lens should be performed on the basis of rational use of the properties of individual optical surfaces and elements.

It was found by methods of computer experiment, using the example of a germanium lens with a relative aperture 1:1 and a focal length of 10 mm, that the lens with the smallest value of spherochromatic aberration in the spectral range from 8 to 12 μm has a ratio between the radii of curvature of the first and second refractive surfaces equal to $R_2 = 1,27R_1$, and faces the image plane with its concave surface. The resulting value of the proportionality coefficient between the radii is different from the one known from the relation $R_2 = 1,45R_1$ [6] by about 20 %, and determines the shape of the high-aperture germanium lens with minimal spherical and chromatic aberrations in the LWIR range of the spectrum.

Results

Computer modeling of a lens with a similar focal length and relative aperture has shown that in order to ensure minimal astigmatism in the outgoing pupil, the lens of germanium should have the shape of a meniscus, which is turned by its concave surface to the space of objects. The results of computer modeling explain why systems with different meniscus orientations are obtained with the synthesis of optical systems of infra-red wide-angle high-speed co-optic lenses, using computer optimization methods: the first and last menisci face each other with their concave surfaces -

unlike from optical systems with small angular fields, in which the menisci are oriented by concave surfaces to the plane of the images [7].

The obtained results are the basis for the development of an optical system of infrared wide-angle light-fast telecentric orthoscopic lens with an angular field of not less than 50° . To reduce geometric aberrations, two meniscus were used, oriented with their concave surfaces to the plane of the receiver, and two meniscus of the opposite orientation, while the third in the course of the rays. In the case of a second optical system, an aspheric is added at the second lens. Fig. 1 represents the developed optical scheme of the IR14 / 1-40x30 objective with a focal length of 14.5 mm, a relative aperture of 1:1, angular fields in the horizontal and vertical directions, respectively 40° and 30° (the field along the diagonal of the frame is 50°). In Fig. 2 the optical scheme of the IR11 / 1-49x37 lens with a focal length of 11.7 mm and relative aperture 1:1 is presented, angular fields in the horizontal and vertical directions, respectively, are 49° and 37° (the diagonal field of the frame is 60°).

Optical systems of lenses are oriented towards the use of the Pico640 Gen2 microbolometer matrix receiver.

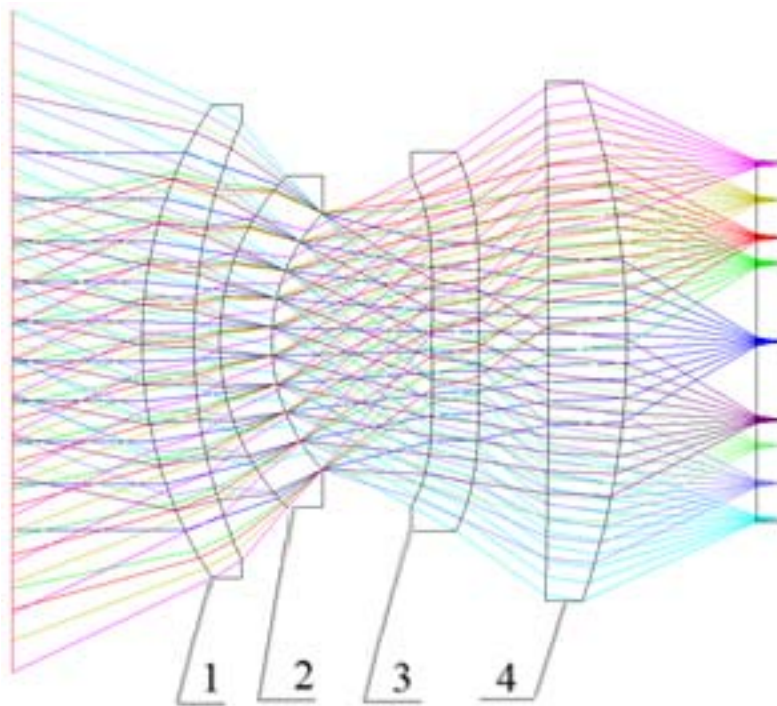


Fig. 1. Optical scheme of the IR14 / 1-40x30 lens

The IR14 / 1-40x30 and the IC11 / 1-49x37 lenses consist of four components arranged in the direction of the rays. Components 1, 4 of the optical system, made of germanium, face each other with concave surfaces, and similarly the components 2, 3, made of chalcogenide glass IRG25.

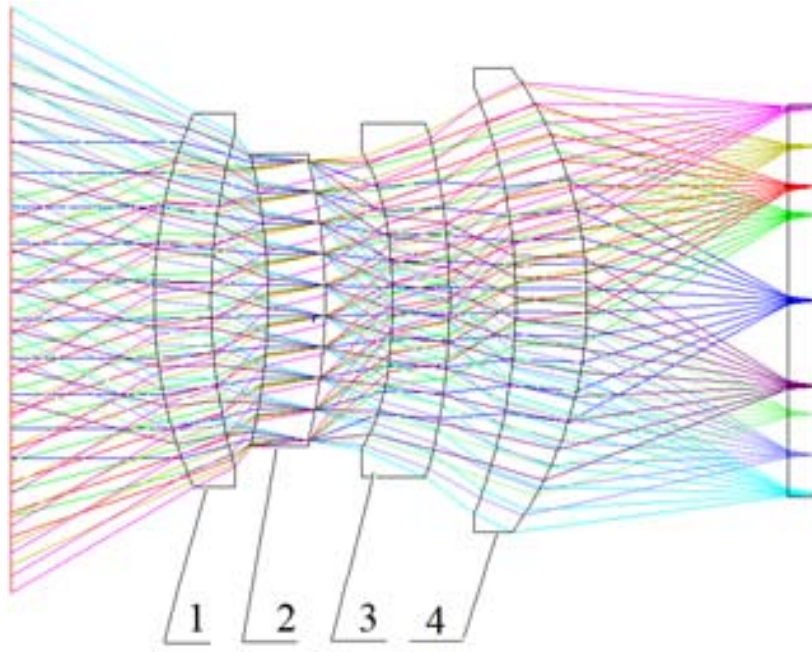


Fig. 2. Optical scheme of the IR14 / 1-49x37 lens

The aspherical surfaces of the IR14 / 1-40x30 objective 3 component and the IR11 / 1-49x37 lens components 2 and 3 correspond to the equation:

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k)c^2r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8,$$

where z – the coordinate of the aspherical surface;

$c = 1 / R$ - curvature of the surface;

r - radial coordinate;

k - conic constant;

α - aspheric coefficients.

For the first surface of the lens 3 of the lens IR14 / 1-40x30:

$$\alpha_1 = -7,796 \times 10^{-3} \text{ mm}^{-1}; \alpha_2 = 4,751 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-4};$$

$$\alpha_3 = 1,797 \times 10^{-8} \text{ mm}^{-5}; \alpha_4 = -1,544 \times 10^{-7}.$$

For the second surface of the objective lens 3 of the IR14 / 1-40x30 lens:

$$\alpha_1 = 5,556 \times 10^{-3} \text{ mm}^{-1}; \alpha_2 = -3,214 \times 10^{-3} \text{ mm}^{-4};$$

$$\alpha_3 = -2,603 \times 10^{-6} \text{ mm}^{-5}; \alpha_4 = 3,11 \times 10^{-8}.$$

For the second surface of the lens 2 of the IR 11 / 1-49x37 lens:

$$\alpha_1 = -8,987 \times 10^{-3} \text{ mm}^{-1}; \alpha_2 = 2,178 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-4};$$

$$\alpha_3 = -2,362 \times 10^{-6} \text{ mm}^{-5}; \alpha_4 = -1,39 \times 10^{-7}.$$

For the first surface of the lens 3 of the objective IR11 / 1-49x37:

$$\alpha_1 = -0,024 \text{ mm}^{-1}; \alpha_2 = -2,245 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-4};$$

$$\alpha_3 = 1,55 \times 10^{-6} \text{ mm}^{-5}; \alpha_4 = -5,584 \times 10^{-7}.$$

For the second surface of the objective lens 3 of the IR11 / 1-49x37 lens:

$$\alpha_1 = -1,978 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}; \alpha_2 = 1,299 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-4};$$

$$\alpha_3 = -2,168 \times 10^{-6} \text{ mm}^{-5}; \alpha_4 = 9,667 \times 10^{-9}.$$

For each of the aspherical surfaces $k = 0$.

Technological possibilities of manufacturing of aspherical surfaces of the applied profile are available by the diamond turning method.

The distances between components are chosen so that the position of the front focal surface of components 3 and 4 is aligned with the center of the concave surface of the lens 2, which acts as an aperture diaphragm, providing a telecentric path of the main rays in the image space.

As a result of the balancing of the aberrations, it is achieved that the rms value of the transverse geometric aberration for all image points is less than the diffraction scattering spot (Fig. 3, 4).

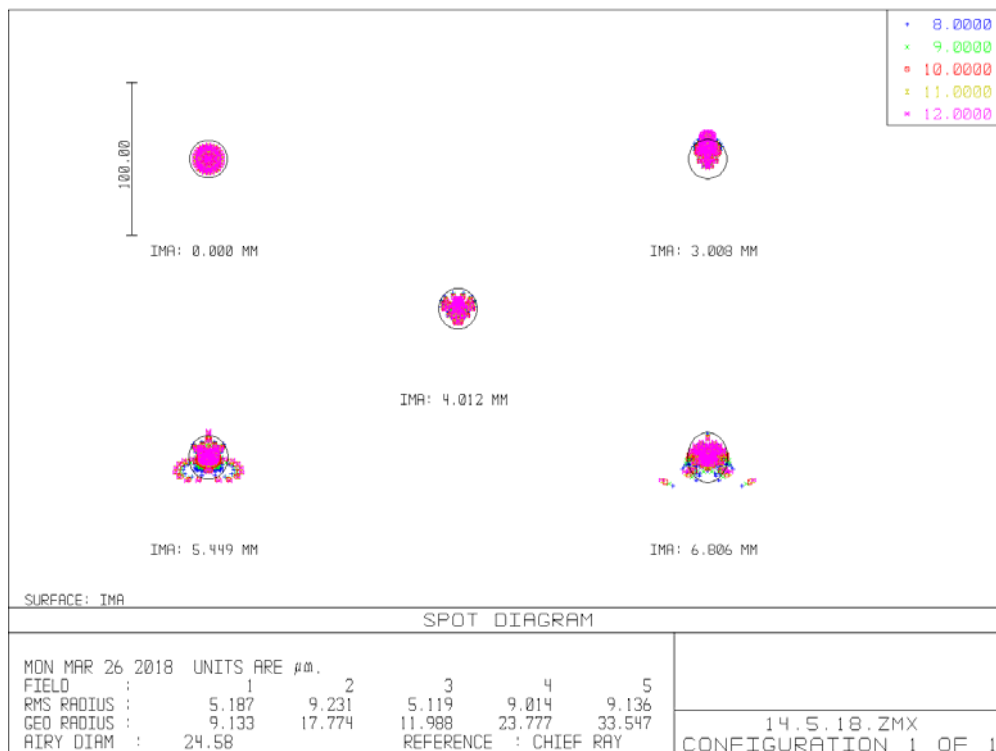


Fig. 3. Results of the calculation of the scattering spots for different points of the field for the IR14/1-40x30 lens

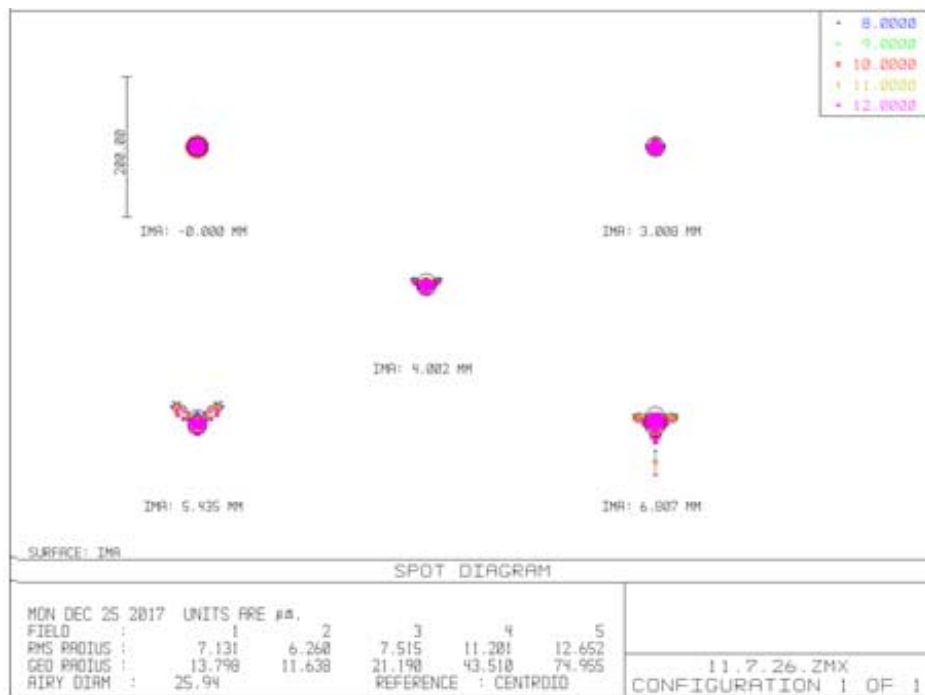


Fig. 4. Results of the calculation of the scattering spots for different points of the field for the IR11/1-49x37 lens

The results of the calculation of the frequency-contrast characteristic, presented graphically in Fig. 5-6, indicate that at a frequency of 30 lines per mm, the contrast transfer coefficient for all points in the field has a value of at least 0.5.

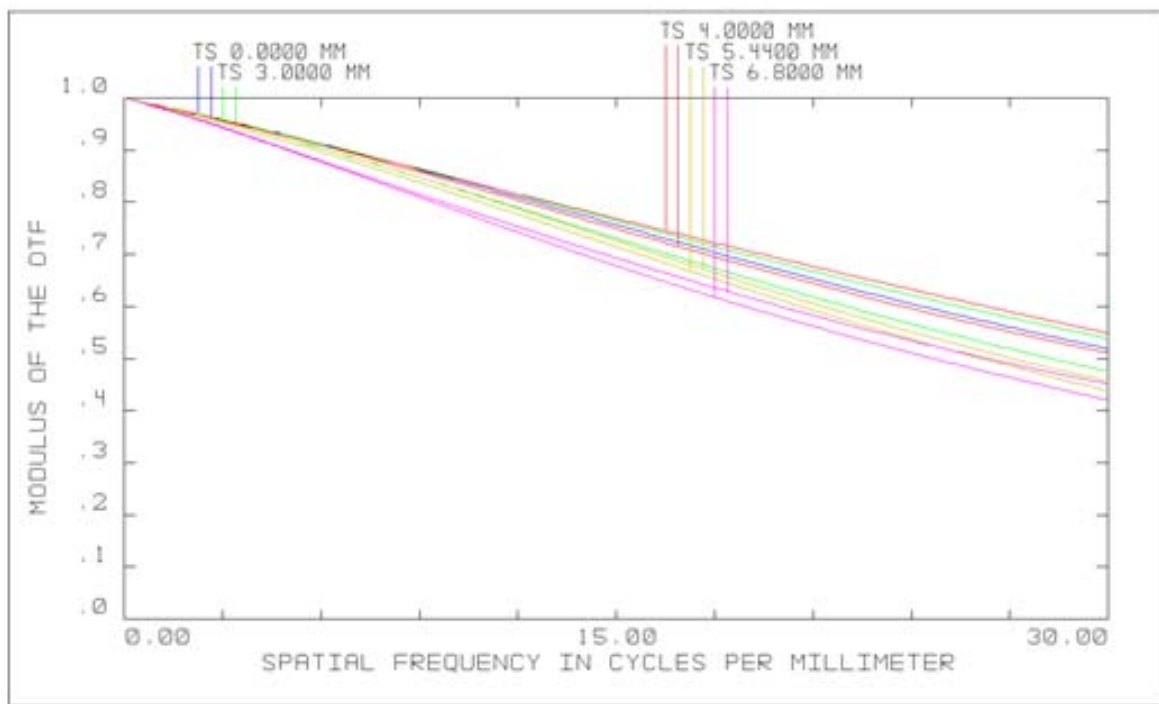


Fig. 5. LCS plots for different points of the field for the IR14 / 1-40x30 lens

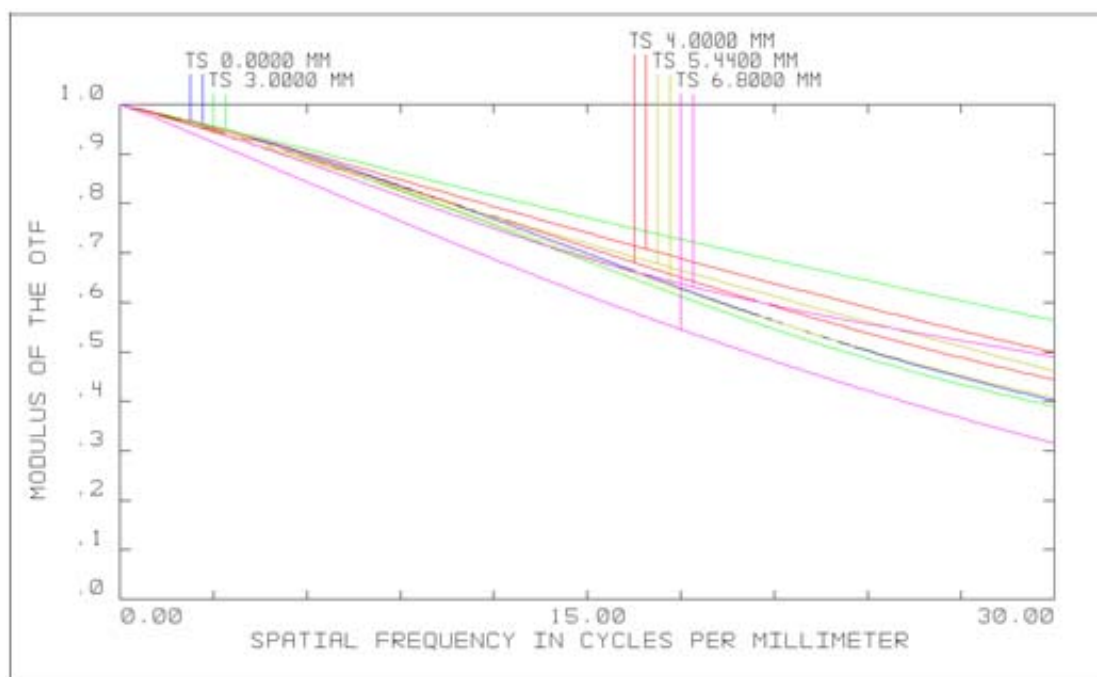


Fig. 6. LCS plots for different points of the field for the IR11/1-49x37 lens

The results of the analysis, presented graphically in Fig. 7-8, show that the value of the energy concentration for all points of the field in a spot 0,017 mm in diameter, the size of which corresponds to the size of the pixel of the selected matrix radiation receiver, is not less than 80 %.

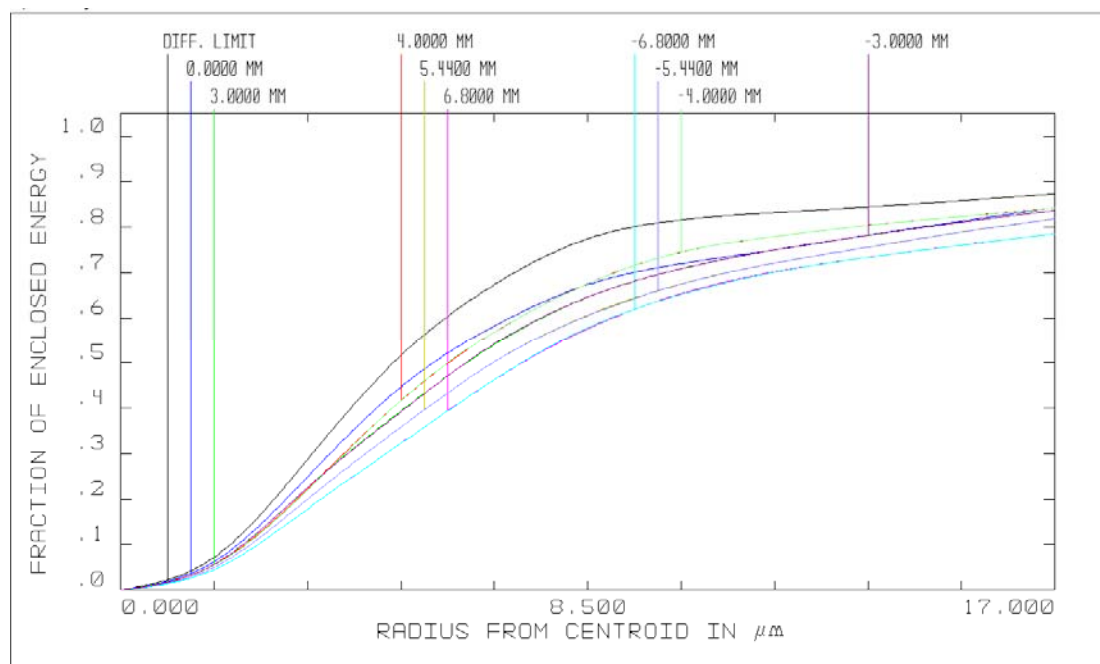


Fig. 7. Graph of the function of energy concentration in the image of points for the IR14 / 1-40x30 lens

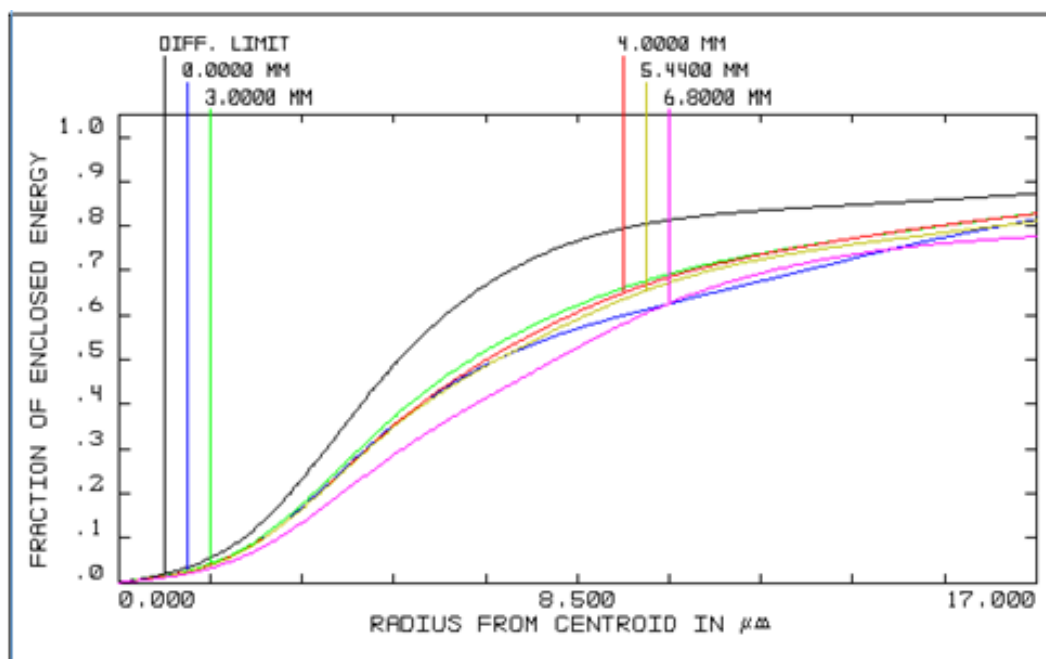


Fig. 8. Graph of the function of energy concentration in the image of points for the IR11/1-49x37 lens

Comparative analysis of the image quality achieved in the optical systems of the IR14 / 1-40x30 lens and the IR11 / 1-49x37 lens with the image quality of infrared lenses used in competitive thermal imaging devices [3] allows to conclude a high level of image quality in the developed optical systems.

The IR14 / 1-40x30 lens has a mass of optical parts 11 g, overall dimensions 25x22x22 mm. The IR11 / 1-49x37 lens has a mass of optical parts 8 g, overall dimensions 22x18x18 mm.

Conclusion

In conclusion, it is noted that within the framework of the research and optical design, optical schemes for small-size wide-angle telecentric orthoscopic telescene lenses IR14 / 1-40x30 and IR11 / 1-49x37 were developed for thermal imaging cameras based on microbolometric matrix receivers. The results obtained will be used as the basis for the development of a series of thermo-tunable infrared lenses with passive atermalization.

Thanks

The work was carried out with the support of LLC "Optical Design Bureau", Novosibirsk, which provided the possibility of performing work using the Zemax13 Professional software.

REFERENCES

1. E. V. Druzhkin, T. N. Khatsevich. Realization of Technical and Special Requirements at the Development of Compact Infrared Devices // Pribory ["Instruments" Journal]. – 2018. -№ 1. – pp. 43-50. [in Russian].
2. Tarasov, V. V. and Yakushenkov Yu. G. Modern state and prospects of development of foreign thermal imaging systems // Scientific and technical journal of information technologies, mechanics and optics. - 2013. - No. 3 (85). – pp. 1-13.
3. Druzhkin, E. V., & Khatsevich, T. N. Small-sized thermal imaging devices // Optical log – 2013. – T. 80. № 6. – pp. 20–27.
4. Druzhkin, E. V., Thermal imaging device for medical purposesцелей // Druzhkin, E. V., & Khatsevich, T. N., & Brovka N, V. // Optical log. - 2015. - T. 82, № 7. 1. - pp. 15-18. – 1
5. Khatsevich, T. N., & Parfenova T.V. Two-band lenses for the infrared region of the spectrum In Sbornik materialov Interekspo Geo-Sibir'-2011: Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: T. 1. SibOptika-2011 [Proceedings of Interexpo GEO-Siberia-2011: International Scientific Conference: Vol. 1. SibOptics-2011] (pp. 69–72). Novosibirsk: SSGA [in Russian].
6. Lloyd J. Thermal imaging systems. Trans. with English. M.V. Vasilchenko; Ed. A.I. Goryachev. - Moscow: Mir, 1978. – 414 p.
7. M. A. Mikhalyuta Small-sized thermal imaging cameras for security systems // LXIV Student conference SGUGiT, (Novosibirsk, April 4 - 9, 2016) - Novosibirsk: SGUGiT, 2016. pp - 73 - 74. [in Russian].

© М. А. Михалюта, Т. Н. Хацевич, Е. В. Дружкин, 2018

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В РАМКАХ УПРАВЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИЯМИ

Елена Александровна Кочетова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры космической и физической геодезии, тел. (383)361-01-24, e-mail: lena.kochetova2014@yandex.ru

Оксана Николаевна Мороз

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат экономических наук, зав. кафедрой управления и предпринимательства, тел. (383)361-01-24, e-mail: eim447@gmail.com

В данной статье проводится обзор геоинформационного обеспечения экономического анализа в рамках управления территориями. Обосновывается актуальность пространственного анализа для обобщения и привязки геоаналитической информации в целях использования графических изображений и цифровых карт.

Ключевые слова: геоинформационные системы, геоинформационное обеспечение, экономический анализ, управление территориями, геоаналитика, цифровая карта.

GEOINFORMATION SUPPORT OF ECONOMIC ANALYSIS WITHIN THE MANAGEMENT OF TERRITORIES

Elena A. Kochetova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Space and Physical Geodesy, phone: (383)361-01-24, e-mail: lena.kochetova2014@yandex.ru

Oksana N. Moroz

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Head of Department of Management and Entrepreneurship, phone: (383)361-01-24, e-mail: eim447@gmail.com

This article analyzes geoinformation support for economic analysis within the framework of territorial management. The urgency of spatial analysis for generalizing and binding geospatial information within the framework of graphic images and digital maps is substantiated.

Key words: geoinformation systems, geoinformation support, economic analysis, territory management, geospatial, digital map.

В рамках данной статьи обозначена цель исследования – обзор используемого геоинформационного инструментария и определение основ метода пространственного анализа в рамках управления территориями.

Это подразумевает решение следующих задач:

– привязка демографических факторов потребителя к районам проживания и обитания для расчета основных экономических показателей;

– формирование решения о целесообразности размещения торговых объектов на основании построения цифровых карт [1].

Исследования, основанные на использовании геоаналитики, позволяют организациям, занимающимся продвижением товаров и услуг, повысить эффективность и результативность деятельности методами, которые иногда бывают результативнее средств рекламы [2].

Пространственный анализ помогает получить точный ответ на вопрос о целесообразности выбора места размещения новых торговых объектов и управления территориями. В рамках данного метода проводится анализ продаж магазина и оценивается, какое влияние на его работу оказали демографические и экономические параметры того района, где он находится, а также пространственное распределение покупателей. Затем полученные сведения экстраполируются для прогнозирования результатов работы нового магазина. Это помогает принять решение стоит ли открывать магазин именно в этой точке [3].

Анализ затрат покупателей в рамках выбранной территории

Номер карты лояльности	Адрес покупателя	Сумма покупок, руб.
790081	630054, Плахотного (ул.), 31	3 780
790082	630136, Пермская (ул.), 29	10 400
790083	630054, Плахотного (ул.), 82	5 340
790084	630108, Пархоменко (ул.), 26	570
790085	630136, Пархоменко (ул.), 90	10 090
790086	630136, Новосибирская (ул.), 19	7 530
790087	630136, Пархоменко (ул.), 100	4 300
790088	630120, Пархоменко (ул.), 120	6 780
790089	630136, Новосибирская (ул.), 24	5 210
790090	630054, Плахотного (ул.), 84	12 456
790091	630136, Пархоменко (ул.), 86/1	13 760
790092	630136, Пархоменко (ул.), 27	910
790093	630136, Киевская (ул.), 20	11 700
790094	630136, Новосибирская (ул.), 27	1 248
790095	630136, Пархоменко (ул.), 23	21 032
790096	630096, Киевская (ул.), 32	2 656
790097	630136, Новосибирская (ул.), 27	8 600
790098	630108, Троллейная (ул.), 17	874
790099	630096, Широкая (ул.) 129/ 1	22 979

Данная таблица получена на основе данных, собранных по «карточной» программе лояльности существующего магазина. Она содержит адреса покупателей и данные о том, сколько они потратили денег в этом магазине за последний месяц. У многих организаций есть подобные базы данных, будь то частные

компании, которые хранят данные о покупателях в своих CRM-системах, государственные органы, использующие информацию о гражданах для предоставления им госуслуг, или же компании из сектора ЖКХ, использующие данные о пользователях для управления ремонтными работами, техобслуживанием и развитием инженерных сетей [4].

Но в рамках данного анализа интересно не просто посмотреть, где находятся покупатели, а требуется понять, сколько именно было продано в каждом из районов, а также сравнить эти значения с другими статистическими показателями, такими, как численность населения, средний доход на семью и возраст жителей.

Для объединения данных в нескольких точках, таких, как точки продаж, в более крупные области часто используется метод пространственной агрегации. Таким образом можно проводить сравнения между несколькими районами или добавлять дополнительные данные об этих районах.

Агрегируются данные о продажах по укрупненным районам – переписным участкам, что позволяет связать имеющиеся данные с сотнями различных демографических и статистических показателей, полученных из государственных органов, от независимых коммерческих поставщиков данных и из других информационных источников [5].

Возможно, что данный торговый объект привлекает людей с определенным уровнем дохода. Тогда можно проанализировать, как этот показатель влияет на продажи. Рис. 1 показывают среднее (медианное) значение дохода на семью в каждом участке.

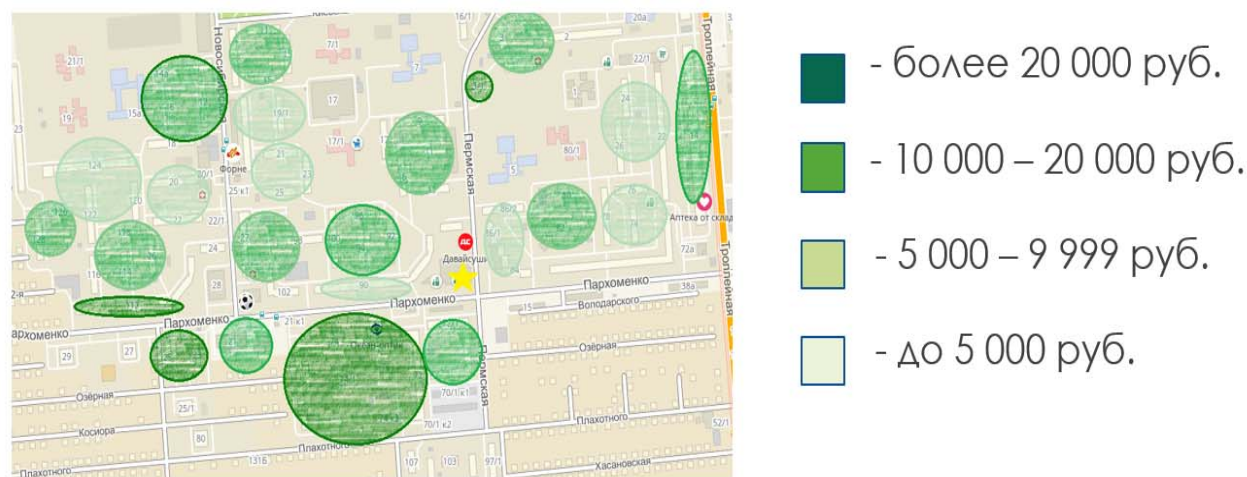


Рис. 1. Зонирование карты района расположения торгового объекта по уровню дохода семей

Также в рамках анализа можно предположить, что данный торговый объект нравится покупателям конкретной возрастной категории. Карта на рис. 2 показывает средний возраст людей по переписным участкам.

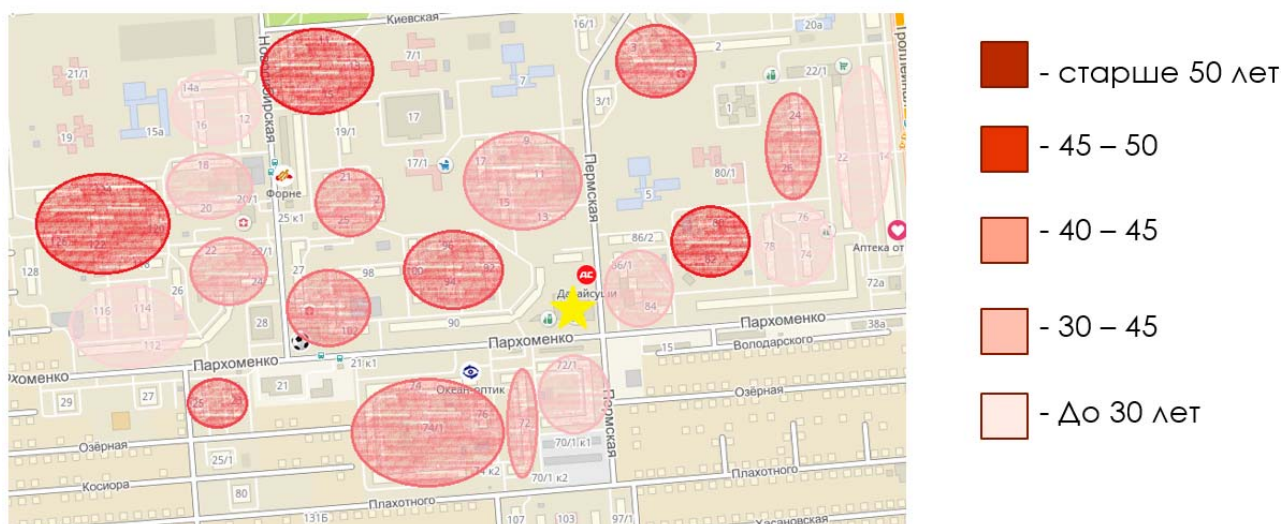


Рис. 2. Зонирование карты района расположения торгового объекта по возрастным категориям покупателей

Совмещая различные цифровые карты в рамках экономического анализа можно проверить наличие устойчивой связи между средним возрастом и объемом продаж, например, некоторые горячие точки возникают в районах с более высоким средним возрастом, а некоторые там, где сконцентрированы более молодые. Пространственный анализ точно скажет нам, существует ли связь между объемом продаж и возрастными характеристиками населения; при этом не важно, увидели мы это на карте или нет [6].

В России стали приобретать большую популярность фирмы, оказывающие подобные услуги. Среди наиболее крупных можно выделить следующие:

- ГК «Центр пространственных исследований»;
- консалтинговая компания B2B Airwaves;
- компания SmartLoc.

Инструментарий геоаналитики, представленный в интернет-ресурсах, основан на алгоритме привязки существующих магазинов и их адресов к цифровым картам, на основании которых потребитель и продавец может получать требуемую для него информацию. Это дает преимущества торговым объектам в размещении контактных данных рекламного характера для покупателей, торговых агентов и посредников [7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чекашина И. В. Геомаркетинговые исследования как инструмент повышения эффективности рыночной деятельности // KANT, № 3 (9), 2013.
2. Кочетова Е. А., Мороз О. Н. Геомаркетинг как источник повышения прибыльности и конкурентоспособности // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. Т. 2. – С. 9–12.

3. Мороз О. Н., Кочетова Е. А. Инструментарий геоаналитики в развитии межотраслевых подходов к планированию торговой деятельности организаций // Вестник СибУПК. – 3 (21). – 2017. – 58 с.
4. Мороз О. Н., Кочетова Е. А. Управление конкурентоспособностью территории путем реализации кластер-ориентированной региональной политики // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геопространство в социогуманитарном дискурсе» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. Т. 2. – С. 55–60.
5. Крутеева, О.В. Методы обоснования управленческих решений в землепользовании // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Глобальные процессы в региональном измерении: опыт истории и современность» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. Т. 1. – С. 281–284.
6. Барлиани И. Я. Использование геоинформационных систем в туристическом бизнесе // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Глобальные процессы в региональном измерении: опыт истории и современность» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т. 1. – С. 103–107.
7. Handbook on geographic information systems and digital mapping. United Nations, Department of Economic and Social Affairs Statistics Division, Series F No. 79. 2000 г.

© Е. А. Кочетова, О. Н. Мороз, 2018

ПРОБЛЕМА РЕДУЦИРОВАНИЯ НАБЛЮДЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ УСКОРЕНИЯ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ

Анастасия Ивановна Шаповалова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры космической и физической геодезии, тел. (923)779-90-60, e-mail: shapowalow.iv@yandex.ru

Вадим Федорович Канушин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры космической и физической геодезии, тел. (913)983-77-26, e-mail: phis.geo.sggs@gmail.com

Денис Николаевич Голдобин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, инженер кафедры космической и физической геодезии, тел. (913)983-77-26, e-mail: phis.geo.sggs@gmail.com

Рассмотрены проблемы редуцирования силы тяжести на высоту. Приведены результаты сравнения вертикальных градиентов нормального поля силы тяжести с вертикальными градиентами, полученными из измерений высокоточными гравиметрами.

Ключевые слова: вертикальный градиент, глобальные модели гравитационного поля Земли, сферические функции, поправки в свободном воздухе.

THE PROBLEM OF REDUCING THE OBSERVED VALUE OF ACCELERATING THE STRENGTH OF GRAVITY

Anastasia I. Shapovalova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Space and Physical Geodesy, phone: (913)949-74-09, e-mail: shapowalow.iv@yandex.ru

Vadim F. Kanushin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Space and Physical Geodesy, phone: (913)983-77-26, e-mail: phis.geo.sggs@gmail.com

Denis N. Goldobin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Engineer, Department of Space and Physical Geodesy, phone: (913)983-77-26, e-mail: phis.geo.sggs@gmail.com

The problems of gravity reduction to altitude are considered. The results of comparison of vertical gradients of a normal gravity field with vertical gradients obtained from measurements by high-precision gravimeters are presented.

Key words: vertical gradient, global models of the Earth's gravitational field, spherical functions, corrections in free air.

Аномалию силы тяжести Δg_p получают, если из наблюдаемого значения ускорения силы тяжести g_p вычесть нормальное γ_p , полученное в точке Р наблюдения как

$$\Delta g_p = g_p - \gamma_p . \quad (1)$$

Однако значение ускорения силы тяжести g_p получают из измерений в точке Р на физической поверхности Земли Σ , а нормальное значение γ вычисляют на поверхности эллипсоида в точке P_0 . Таким образом, чтобы получить аномалию силы тяжести Δg_p , необходимо «привести» (редуцировать) значение нормальной силы тяжести к точке наблюдения Р. Для этого необходимо знать геодезическую высоту H_r точки наблюдения Р, в соответствии с рисунком.

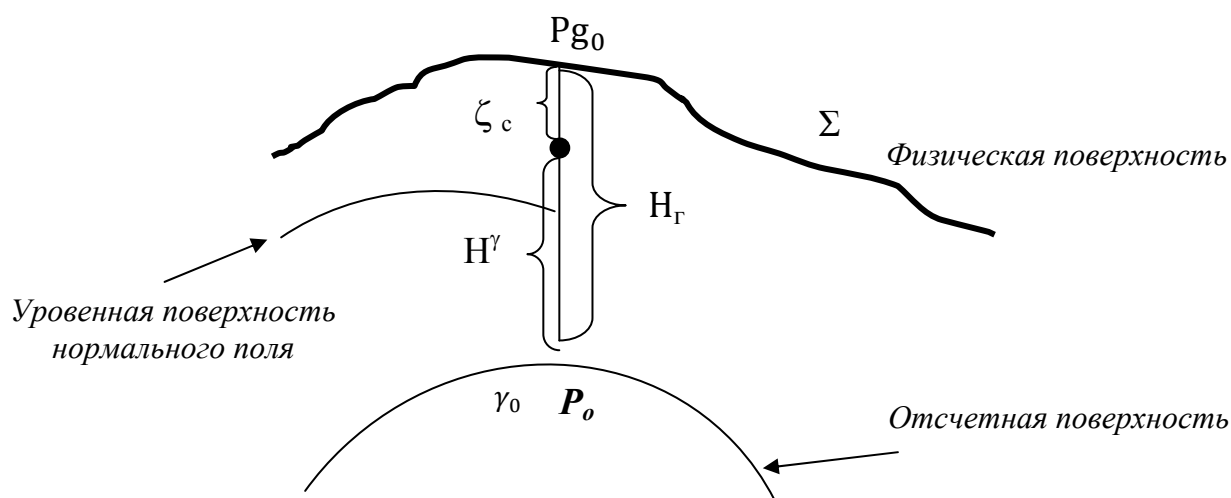


Схема высот:

H^γ – нормальная высота; H_r – геодезическая высота; ζ – аномалия высоты

Так как высота H_r по сравнению со средним радиусом - R Земли является малой величиной порядка квадрата сжатия α эллипсоида, то для вычисления нормальной силы тяжести γ_p в точке Р можно воспользоваться разложением γ_p в ряд Тейлора по аргументу H_r :

$$\gamma_p = \gamma_0 + \left(\frac{\partial \gamma_p}{\partial n} \right) H_r + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2 \gamma_p}{\partial n^2} \right) H_r^2 + \dots , \quad (2)$$

где n – направление внешней нормали к отсчетной поверхности.

Ограничимся первыми членами ряда (2), тогда можно написать

$$\gamma_p = \gamma_0 + \left(\frac{\partial \gamma_p}{\partial n} \right) H_r . \quad (3)$$

Производная $\frac{\partial \gamma_p}{\partial n}$ - называется вертикальным градиентом нормальной силы тяжести. Обычно при выводе формулы для вычисления вертикального градиента фигуру Земли представляют в виде шара, равновеликому нормальному сфероиду. Это упрощение связано с тем, что сила тяжести на шаре отличается от силы тяжести на сфероиде на величину порядка 5^{-3} , а влияние центробежной силы составляет $3.46 \cdot 10^{-3}$ [1].

Притяжение шара действующего на точку, расположенную на его поверхности, равно

$$\gamma_0 = -\frac{fM}{R^2}, \quad (4)$$

где $f = 6.673 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \text{ кг}^{-1} \text{ с}^{-2}$; M – масса Земли; R – радиус шара.

Так как высота H_r составляет $1.410^{-3}R$, а направление радиуса R совпадает с направлением H_r и направлением нормали n , то величину вертикального градиента силы тяжести можно определить в результате дифференцирования выражения (4) по R

$$\frac{\partial \gamma_0}{\partial n} = \frac{\partial \gamma_0}{\partial R} = -\frac{2fM}{R^3} = -2\frac{\gamma_0}{R}, \quad (5)$$

Подставляя стандартные для шарообразной Земли значения $\gamma_0 = 979770$ мгл и $R = 6371200$ м, получим

$$2\frac{\gamma_0}{R} = -0.30756 \frac{\text{мгл}}{\text{м}} \quad (6)$$

Аналитическое выражение вертикального градиента силы тяжести для эллипсоида приведено в отечественной и зарубежной литературе [2], [3] в следующем виде

$$\frac{\partial \gamma_0}{\partial n} = -\frac{2\gamma_e}{a_e} \left[1 + \alpha - q - \left(3\alpha - \frac{5}{2}q \right) \sin^2 \varphi \right], \quad (7)$$

где γ_e - значение силы тяжести на экваторе, a_e - большая полуось общего земного эллипсоида, α - полярное сжатие эллипсоида, $q = \omega^2 a_e / \gamma_e$, ω - угловая скорость вращения Земли.

Используя выражение (7) запишем поправку за высоту в следующем виде

$$\delta g_{cb} = (k_1 + k_2 \sin^2 \varphi) H_r + k_3 H_r^2, \quad (8)$$

Выражение (8) слабо зависит от широты и от полюса до экватора изменяется всего на 6 Этивеш, что обычно меньше погрешности измерений.

Подставляя в эту формулу параметры приведенные в работе [4], получим

$$\delta g_{cb} = (0.30877 + 0.00044 \sin^2 \varphi) H_r + 0.072310^{-6} H_r^2. \quad (9)$$

Однако для нормального вертикального градиента (9) учет его изменения для любой широты не нужен. Поэтому для вычисления поправки за высоту часто используется следующее выражение

$$\delta g_{\text{св}} = -0.3086 \cdot H_{\Gamma} \text{ мгл}, \quad (10)$$

которое называется редукцией в свободном воздухе.

Корректируя с помощью этой редукции величину γ_0 , получим нормальное значение силы тяжести в точке наблюдения Р (см. рисунок):

$$\gamma_p = \gamma_0 - 0.3086 H_p^{\Gamma} \quad (11)$$

Подставляя выражение (11) в формулу (1) получим аномалию силы тяжести в свободном воздухе в следующем виде:

$$\Delta g_{\text{св}} = g_p - \gamma_0 + 0.3086 H_p^{\Gamma}. \quad (12)$$

Эта формула обеспечивает вычисление нормальной силы тяжести с погрешностью около 0.1 мгл для высот, меньших 1 км [5].

Следует отметить, что для вычисления по формуле (12) геодезическая высота H_p^{Γ} определяется по следующей формуле (см. рис.1)

$$H_p^{\Gamma} = H^{\gamma}_p + \zeta_p \quad (13)$$

$$H^{\gamma}_p = \frac{\int_0^P g dh}{\gamma}, \quad - \text{ нормальная высота,} \quad (14)$$

где H^{γ}_p — нормальная высота, γ - нормальная сила тяжести; dh — измеренные превышения высот между футштоком «0» и точкой Р .

В инструкции по гравиразведке [6], в параграфе 105 предлагается определять высоту над уровнем моря, т. е. нормальную высоту H^{γ}_p и использовать её в формуле (12).

В работе [7] отмечено, что и в настоящее время несмотря, на значительное качественное изменение измерительной аппаратуры и вычислительных возможностей, продолжают использовать для решения геодезических задач и гравиразведки упрощенные процедуры редуцирования наблюденного значения ускорения силы

Измерение вертикального градиента силы тяжести всегда привлекало внимание, так как нормальное значение градиента для Земли вычисляется теоретически по формулам (8), (9) и (10) и необходимо было проверить эти вычисления экспериментально. Однако у этих экспериментов были серьёзные проблемы. В первую очередь из-за того, что пока по техническим причинам изготовить вертикальный градиентометр по типу вариометра Этвеша невозможно. Все попытки по его созданию заканчивались неудачей. Поэтому единственным путем измерения вертикального градиента остается косвенный путь это изме-

рения силы тяжести с помощью высокоточных гравиметров, расположенных на разных высотах или путем перемещения по высоте одного гравиметра.

С появлением в последние десятилетия высокоточных гравиметров (ГНУ-КА ГОСТ 13017-83, GC-5 и т.д.) основным методом измерения вертикального градиента является косвенный метод - путем измерения силы тяжести при помощи современных высокоточных гравиметров на разной высоте. Расчеты, приведенные работе [8], показывают, что такие измерения можно выполнять с погрешностью от 3 Э до 10 Э при разности высоты порядка 3м.

Таким образом, следует заметить, что в настоящее время наступил новый этап развития гравиметрии, в котором необходимо переосмыслить методику полевых работ, и усовершенствовать процессы редуцирования аномалий силы тяжести.

Используя оператор Лапласа от потенциала силы тяжести в внешнем пространстве W

$$\frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} = 2\omega^2 \quad (15)$$

можно получить значение производной $\frac{\partial^2 W}{\partial z^2}$ как

$$\frac{\partial^2 W}{\partial z^2} = 2\omega^2 - \left(\frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} \right) \quad (16)$$

Эта производная отражает изменение силы тяжести вдоль вертикальной оси и потому носит название вертикального градиента(её обычно обозначают как W_{zz}). В таблице приведены результаты измерений вертикального градиента силы тяжести W_{zz} косвенным методом, основанным на подъеме гравиметров. С помощью гравиметров ГНУ-КВ были выполнены измерения приращения силы тяжести Δg на станции между двумя точками, разнесенными по вертикали на высоту h . Для наблюдений использовались разности высот Δh от 0.5 м до 801 м. Вычисление выполнялось по следующей формуле

$$W_{zz} = \frac{\Delta g}{\Delta h} \quad (17)$$

В этой же таблице приведены разности между измеренными и нормальными значениями вертикального градиента силы тяжести полученные по формуле

$$\Delta W_{zz} = W_{zz} - U_{zz}, \quad (18)$$

где $U_{zz} = 0,3086$.

Из таблицы видно, что измеренные в различных пунктах значения вертикального градиента W_{zz} значительно отличаются между собой и относительно нормального градиента $U_{zz} = 3086$ Э, где максимальное расхождение равно 1124 Э, что составляет 36.4%. Приведенные в таблице аномальные значения вертикального градиента обусловлены притяжением близ поверхностных воз-

мушающих масс с аномальной плотностью и притяжением ближайших масс (топографических массы, крупные сооружения) в окрестности станции наблюдения. По величине вертикальный градиент силы тяжести превосходит остальные вторые производные потенциала силы тяжести. Поэтому для его определения с погрешностью в 1 Э необходимо измерять ускорение силы тяжести с ошибкой $1 \cdot 10^{-9} \text{ с}^{-2}$. В работе [10] показано, что с увеличением высоты разность между измеренным и нормальным вертикальным градиентом убывает. Это связано с ослаблением влияния короткопериодических топографических эффектов и близ поверхностных аномальных масс.

Результаты измерений вертикального градиента силы тяжести W_{zz}
с помощью гравиметров и разности ΔW_{zz}

Название станции	Вертикальный ент $W_{zz} \frac{\text{мгал}}{\text{м}}$	Разность $\Delta W_{zz} \frac{\text{мгал}}{\text{м}}$
п.233	0.286	0.02260
п.125	0.297	0.0116
п.334	0.32777	0.01917
п.241	0.30417	0.00443
п.135	0.271733	0.036867
п.156	0.327733	0.019133
п.170	0.3197	0.0111
п.31	0.31607	0.00747
Токио [9]	0.3049	0.0037
Нью-Йорк[9]	0.3100	0.0014
Польша [9] морской маяк	0.3293	0.0207
ФРГ[9]	0.4210	0.1124
Воронеж [9]	0.2400	0.0686
п.471	0.32393	0.01533
п.509	0.315667	0.00707
п.586	0.31547	0.00687

Выводы

Измеренные в различных пунктах значения вертикального градиента W_{zz} значительно отличаются между собой и относительно нормального градиента $U_{zz} = 3086 \text{ Э}$ на величину 1124 Э , что составляет 36.4%.

Поскольку вертикальные градиенты силы тяжести на разных пунктах различаются, то для редуцирования измеренного ускорения силы тяжести с любой высоты на любую в диапазоне рабочих высот гравиметров необходимо определять вертикальные градиенты силы тяжести в результате гравиметрических измерений на пунктах

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Канушин В. Ф., Ганагина И. Г. Современные проблемы физической геодезии : учебное пособие. – 2-е изд., испр. – Новосибирск : СГГА, 2014. – 123 с.
2. Шимбирев Б. П. Теория фигуры Земли. – М. : Недра, 1975. – С. 432.
3. Coggill A. H. Gravity terrain corrections calculated using digital elevation models // Geophysics, 1990. Vol. 55. – P. 102–106.
4. Каленицкий А. И., Смирнов В. П. Методические рекомендации по учету влияния рельефа местности в гравиразведке. – Новосибирск : СНИИГиМС, 1981. – 174 с.
5. Огородова Л. В. Нормальное поле и определение аномального потенциала (текст лекций по геодезической гравиметрии и теории фигуры Земли) : учеб. пособие. – М. : Изд-во МИИГАиК, 2010. – 105 с.
6. Инструкция по гравиразведке. – М. : Недра, 1980. – 79 с.
7. Бычков С. Г., Долгаль А. С., Симанов А. А. Вычисление аномалий силы тяжести при высокоточных гравиметрических съемках. – Пермь : УрОРАН, 2015. – 142 с.
8. Ляндрес А. Ю. ООО «Гео Дейта консалтинг». Интерпретация аномалий Гравитационного Поля с применением значений его вертикального градиента. <http://www.georazrez.ru> 2008. – С. 1–6.
9. Юзефович А. П., Огородова Л. В. Гравиметрия. – М. : Недра, 1980. – 320 с.
10. Torpe V. Гравиметрия : Пер. с англ. – М. : Мир, 1999. – 429 с.

© А. И. Шаповалова, В. Ф. Канушин, Д. Н. Голдобин, 2018

МОДЕЛИ АНОМАЛЬНОГО ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Виктор Михайлович Куркин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры космической и физической геодезии, тел. (913)949-74-09, e-mail: kurk.vitya@yandex.ru

Вадим Федорович Канушин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры космической и физической геодезии, тел. (913)983-77-26, e-mail: phis.geo.sggs@gmail.com

Денис Николаевич Голдобин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, инженер кафедры космической и физической геодезии, тел. (913)983-77-26, e-mail: phis.geo.sggs@gmail.com

Ирина Геннадиевна Ганагина

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры космической и физической геодезии, тел. (913)956-46-42, e-mail: gam0209@yandex.ru

Предлагаются алгоритмы и программы для вычисления характеристик аномального гравитационного поля Земли и построения цифровых карт, необходимых для коррекции параметров инерциальных навигационных систем подвижных объектов. Для вычислений использованы параметры глобальной модели геопотенциала EIGEN-6C4 до 2190 степени. Предлагаемый подход коррекции в инерциальных системах навигации по данным об аномальном гравитационном поле исключает распространенный в настоящее время процесс интерполяции и усреднения по регулярной сетке и дальнейшего вычисления на основе цифровых картосхем характеристик гравитационного поля. Приведены основные рабочие формулы и примеры вычислений в виде картосхем характеристик аномального гравитационного поля на экспериментальном участке земной поверхности.

Ключевые слова: инерциально навигационная система, аномалии силы тяжести, отклонение отвесной линии, поправки в азимут, разложение по сферическим функциям.

MODELS OF ANOMAL GRAVITATIONAL FIELD FOR CORRECTION OF INERTIAL NAVIGATION SYSTEMS

Viktor M. Kurkin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Space and Physical Geodesy, phone: (913)949-74-09, e-mail: kurk.vitya@yandex.ru

Vadim F. Kanushin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Space and Physical Geodesy, phone: (913)983-77-26, e-mail: phis.geo.sggs@gmail.com

Denis N. Goldobin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Engineer, Department of Space and Physical Geodesy, phone: (913)983-77-26, e-mail: phis.geo.sggs@gmail.com

Irina G. Ganagina

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Space and Physical Geodesy, phone: (913)956-46-42, e-mail: gam0209@yandex.ru

Algorithms and programs are proposed for calculating the characteristics of the Earth's gravitational field, which are necessary for correcting the limits of airborne inertial navigation systems of aircraft.

Key words: correlation-extreme navigation and guidance system, physical fields of the Earth, deviation of the plumb line, corrections to the azimuth, expansion in spherical functions.

Для контроля пространственного положения подвижных объектов используется инерциальная навигационная система (ИНС). Она контролирует координаты, скорость и угловое положение аппаратов относительно вертикали места. Одно из главных достоинств ИНС – это ее автономность.

В данной работе в результате выполненных теоретических исследований разработана методика и технология создания цифровых карт характеристик ГПЗ, необходимых для корректировки инерциальной навигационной системы.

Разработанная методика доведена до практической реализации в виде комплекса вычислительных программ [1–5], которые реализуют алгоритмы вычисления [8]:

– составляющих уклонений отвесной линии в плоскости меридиана

$$\xi''(\varphi, \lambda, r) = R \left(\frac{\rho''}{M} \sec \varphi \sum_{n=1}^{N-1} \left(\frac{a_e}{r} \right)^n \sum_{m=0}^n (n+m+1) (\Delta \bar{C}_{n+1,m} \cos m\lambda + \bar{S}_{n+1,m} \sin m\lambda) + \frac{\rho''}{M} \tan \varphi \sum_{n=2}^N \left(\frac{a_e}{r} \right)^n n \sum_{m=0}^n (\Delta \bar{C}_{nm} + \bar{S}_{nm} \sin m\lambda) \times \bar{P}_{nm}(\sin \varphi) \right) \quad (1)$$

– составляющих уклонений отвесной линии в плоскости первого вертикала

$$\eta''(\varphi, \lambda, r) = R \frac{\rho''}{N} \sec \varphi \sum_{n=2}^N \left(\frac{a_e}{r} \right)^n \sum_{m=0}^n m (\Delta \bar{C}_{nm} \cos m\lambda + \bar{S}_{nm} \sin m\lambda) \times \bar{P}_{nm}(\sin \varphi) \quad (2)$$

– поправок в измеренные азимуты

$$\Delta A = \eta \tan \varphi \quad (3)$$

– аномалий силы тяжести

$$\Delta g_s = \gamma(\varphi) \sum_{n=2}^N (n-1) R_n \sum_{m=0}^n (\Delta \bar{C}_{nm} \cos m\lambda + \bar{S}_{nm} \sin m\lambda) \cdot \bar{P}_{nm}(\sin \varphi) \quad (4)$$

– силы тяжести

$$g = \frac{\partial W}{\partial \rho} = \frac{fM}{\rho^2} \left\{ + \sum_{n=2}^N \left[(n+1) \left(\frac{a_e}{\rho} \right)^n \sum_{m=0}^n (\bar{C}_{nm} \cos m\lambda + \bar{S}_{nm} \sin m\lambda) \bar{P}_{nm}(\sin \varphi) \right] - \right. \\ \left. - \frac{2}{3} q \left(\frac{a_e}{\rho} \right)^{-3} [1 - \bar{P}_{2,0}(\sin \varphi)] \right\} \quad (5)$$

– составляющих силы тяжести по оси x и оси y, используемых в уравнении движения летательного аппарата (ЛА)

$$\left. \begin{aligned} g_x &= g_z \tan \xi \approx g \xi \\ g_y &= g_z \tan \eta \approx g \eta \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

В работе [6, 7] приведены результаты исследования приведенных алгоритмов и программ, путем сравнения вычисленных характеристик гравитационного поля по данным высокостепенных моделей геопотенциала с независимыми наземными данными. В работах показано, что наименьшее стандартное отклонение для аномалий силы тяжести составляет ± 3 мГал, а для составляющих уклонений отвесной линии около $\pm 0.8''$ при использовании набора гармонических коэффициентов модели геопотенциала EIGEN-6C4 до степени разложения 2190.

Для экспериментальных испытаний приведенных алгоритмов и вычислительных программ построены цифровые карты аномалий силы тяжести. Они были вычислены по формуле (4), составляющих уклонения отвесной линии в плоскости меридиана и первого вертикала, вычисленных по формулам (1), (2), поправок в азимуты, вычисленных по формуле (3), абсолютных значений силы тяжести, вычисленных по формуле (5), составляющих вектора силы тяжести g_x и g_y вычисленных по формуле (6) и (7) на участке Японского моря.

Экспериментальный участок ограничен:

- по широте от 37° до 41° северной широты;
- по долготе от 131° до 136° восточной долготы.

Вычисления выполнены относительно эллипсоида WGS-84 в узлах регулярной сетки $5' \times 5'$.

Для вычисления характеристик ГПЗ по формулам (1-6) использован набор гармонических коэффициентов глобальной модели геопотенциала EIGEN-6C4 до 2190 степени, опубликованный на сайте Международного центра глобальных моделей геопотенциала Земли [8].

На рис. 1–7 приведены картосхемы характеристик гравитационного поля на участке Японского моря, вычисленных по формулам (1-6).

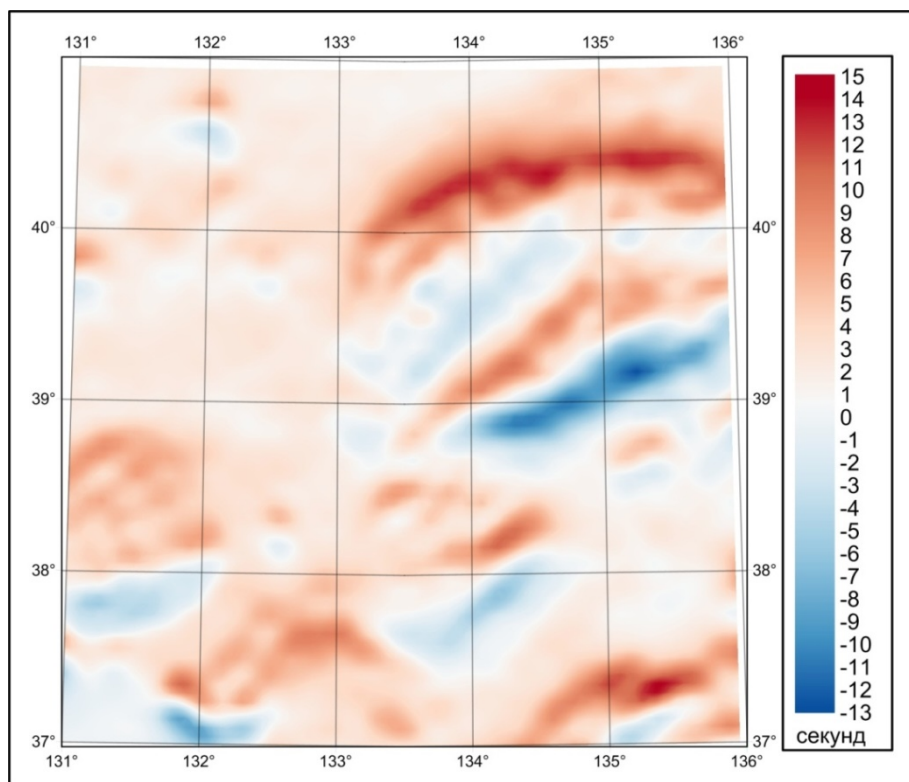


Рис. 1. Картограмма составляющей уклонения отвесной линии в плоскости меридиана, вычисленной по формуле (1)

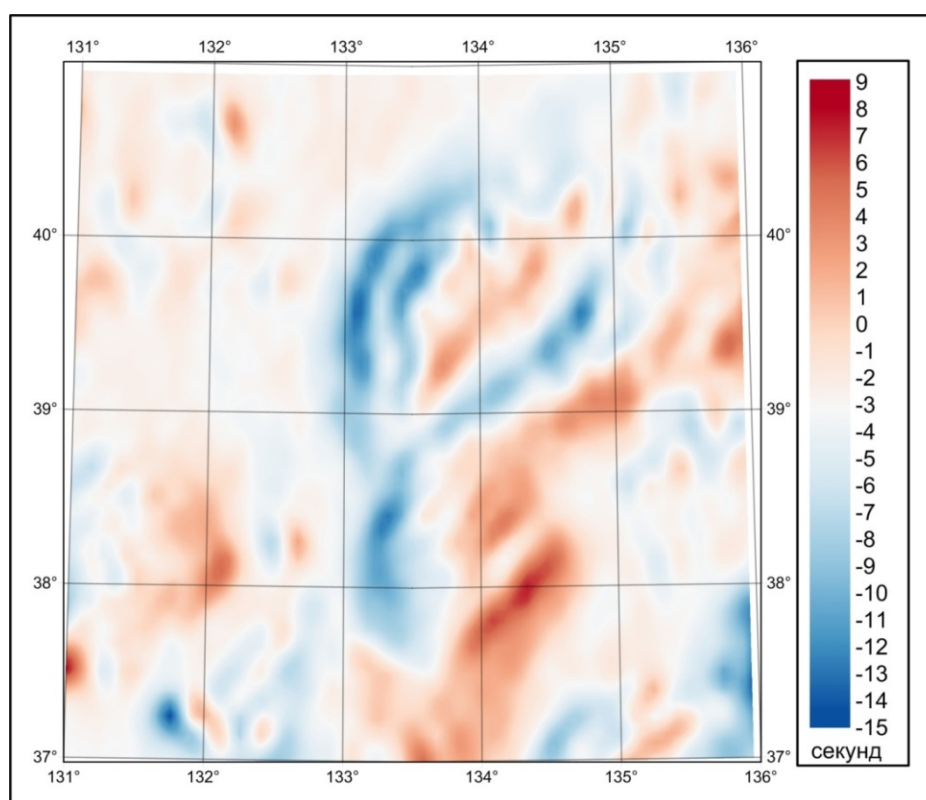


Рис. 2. Картограмма составляющей уклонения отвесной линии в первом вертикале, вычисленной по формуле (2)

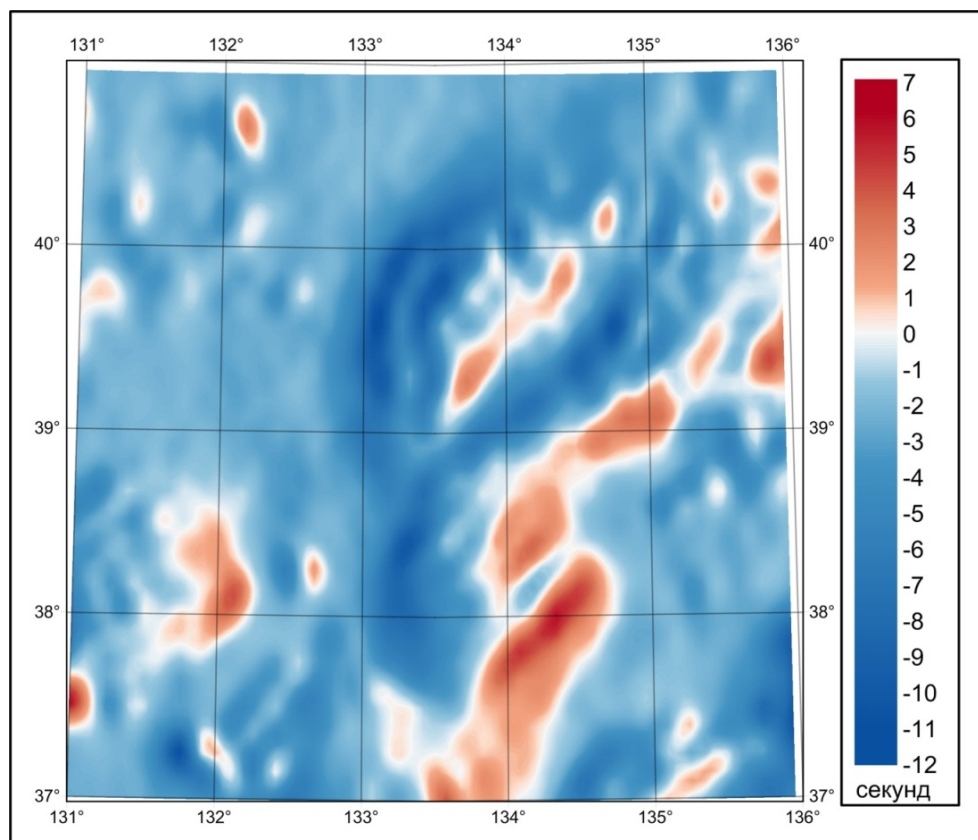


Рис. 3. Картосхема поправок в азимуты, вычисленных по формуле (3)

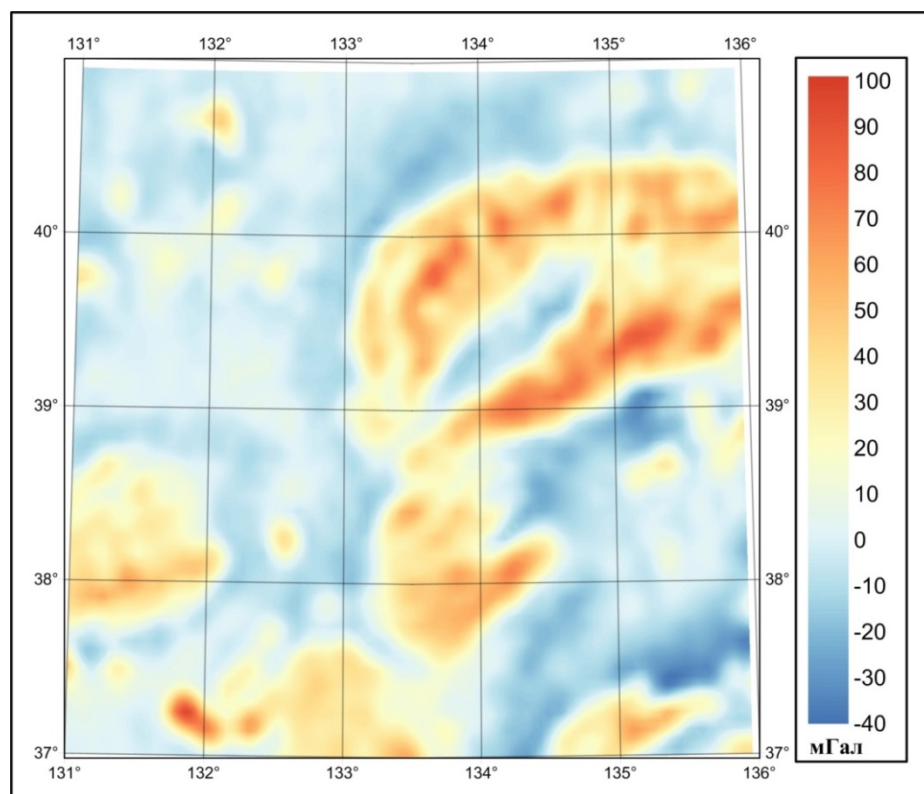


Рис. 4. Картосхема аномалий силы тяжести, вычисленных по формуле (4)

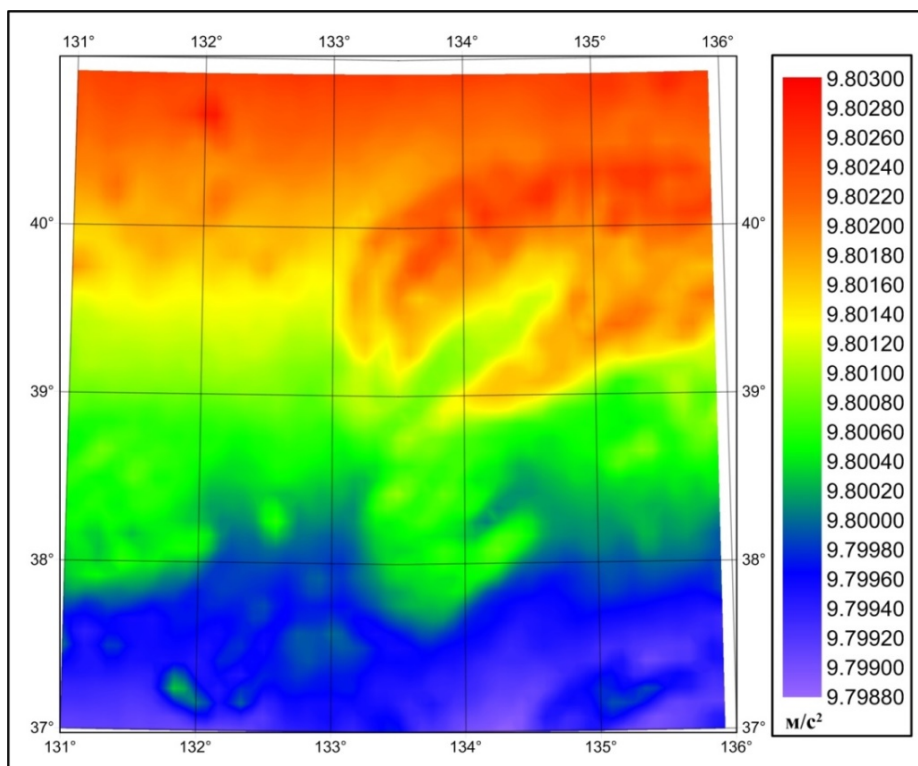


Рис. 5. Картограмма значений силы тяжести, вычисленных по формуле (5)

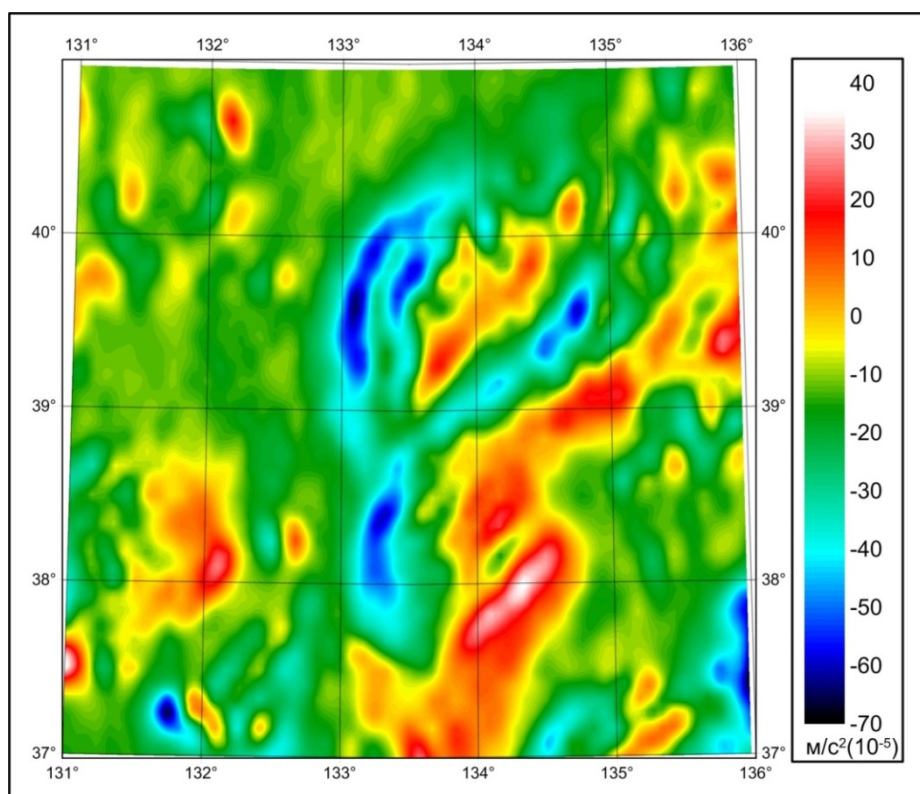


Рис.6. Картограмма составляющих вектора силы тяжести g_x , вычисленных по формуле (6)

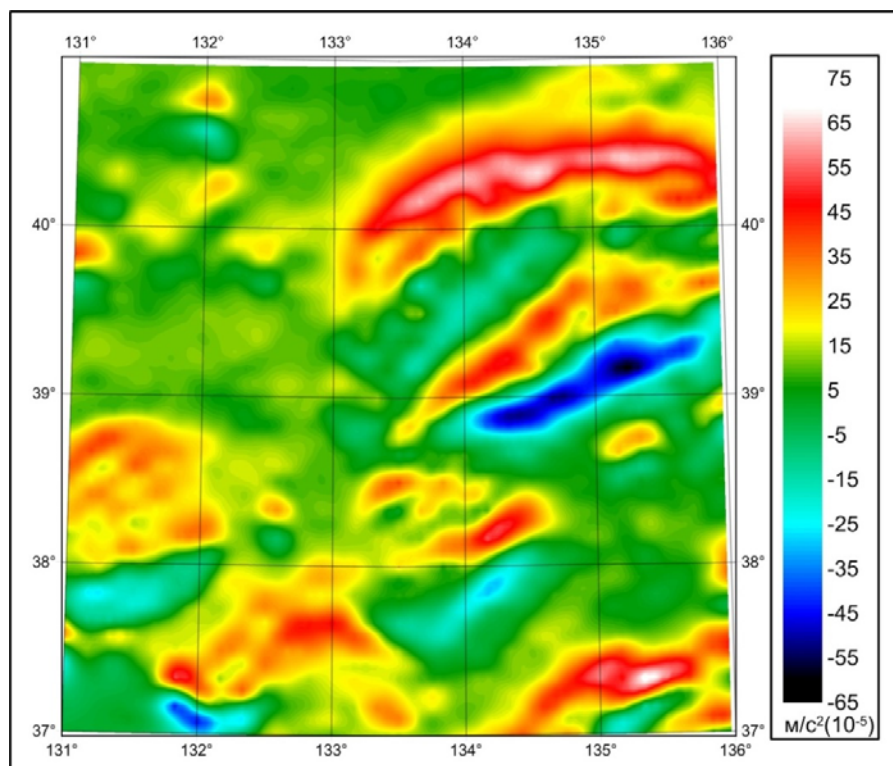


Рис.7. Картограмма составляющих вектора силы тяжести g_y , вычисленных по формуле (6)

Выводы

Приведенные в работе алгоритмы и программы позволят оперативно и с точностью ± 3 мГал и $\pm 0.8''$ получать информацию о составляющих уклонений отвеса, аномалиях силы тяжести, абсолютных значениях силы тяжести и их составляющих по горизонтальным осям, используемых для корректировки инерциальных навигационных систем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Свидетельство о государственной регистрации программы N 2015661197 Geo-Und.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы N 2017614543 Geo-VAGRD.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы N 2017614700 Geo-UOL.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы N 2015660860 Geo-Pot.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы N 2015661196 Geo-Anom.
6. Косарев Н. С., Канушин В. Ф., Кафтан В. И., Ганагина И. Г., Голдобин Д. Н., Ефимов Г. Н. О результатах сравнения определения уклонений отвесной линии на территории западной Сибири // Гирокоспия и навигация. – 2017. – № 4. – С. 72–83.
7. Исследование современных глобальных моделей гравитационного поля Земли : монография / В. Ф. Канушин, А. П. Карпик, И. Г. Ганагина, Д. Н. Голдобин, А. М. Косарева, Н. С. Косарев. – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. – 270 с.
8. International Centre for Global Earth Models [Электронный ресурс] / Электрон. дан. 2016. – Режим доступа : <http://icgem.gfz-potsdam.de/ICGEM/ICGEM.html>. – ICGEM.

© В. М. Куркин, В. Ф. Канушин, Д. Н. Голдобин, И. Г. Ганагина, 2018

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ПОДХОДА В ЗАДАЧАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ СОСТОЯНИЙ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Татьяна Александровна Соловьева

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант, инженер кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (913)773-55-47, e-mail: tanyasha257@gmail.com

Татьяна Юрьевна Бугакова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой прикладной информатики и информационных систем, тел. (383)343-18-53, e-mail: bugakova-tu@yandex.ru

В настоящее время мультиагентные системы являются одним из важных перспективных направлений в искусственном интеллекте. Это предопределено со всё возрастающей сложностью современных информационных систем и их пространственной распределённостью. Возможность применения мультиагентных технологий определяется наличием большого количества прикладных задач, решение которых характеризуется высокой трудоемкостью и требованием режима работы в реальном времени, наличием множества изменяющихся условий. На сегодняшний день мультиагентный подход в задачах определения состояний техногенных объектов не реализован. В исследованиях возможности применения мультиагентного подхода в задачах определения пространственно-временных состояний техногенных объектов выполнен обзор современных технологий геодезического контроля объектов и анализ общих принципов функционирования автоматизированных систем; выполнено сравнение существующих автоматизированных систем мониторинга техногенных объектов, разобраны их недостатки и преимущества, разработана структурная схема мультиагентной системы определения пространственно-временных состояний объектов и исследованы возможности её применения.

Ключевые слова: мультиагентные технологии, интеллектуальные агенты, пространственно-временное состояние объектов, геопространственные данные, автоматизированные системы контроля, чрезвычайные ситуации, структурная схема мультиагентной системы.

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF APPLICATION OF MULTIAGENT APPROACH IN PROBLEMS OF DETERMINATION OF SPATIO-TEMPORAL STATES OF TECHNOGENIC OBJECTS

Tatiana A. Solovieva

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Engineer, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (913) 773-55-47, e-mail: tanyasha257@gmail.com

Tatiana Y. Bugakova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Head of Department of Applied Informatics and Information Systems, phone: (383)343-18-53, e-mail: bugakova-tu@yandex.ru

At present multiagent systems are one of the important directions in the sphere of artificial intelligence. This is predetermined by the increasing complexity of modern information systems and their spatial distribution. The possibility of using multiagent technologies is possible because of numerous applied problems. The solution of the stated problems is characterized by high laboriousness and the requirement of a real-time mode of operation, the presence of a multitude of changing conditions. At present multiagent approach to determining the states of technogenic objects has not been realized. The author studies the possibility of applying the multiagent approach to the problems of determining space-time states of technogenic objects, makes an overview of modern technologies for geodetic control and the analysis of the general principles of the functioning of automated systems. The author also provides the comparison of existing automated systems for monitoring technogenic objects, their shortcomings and advantages; develops a structural diagram of the multiagent system for determining space-time states of objects and explores the possibilities of its application.

Key words: multiagent technologies, intelligent agents, spatio-temporal state of objects, geospatial data, automated control systems, emergencies, structural diagram of multiagent system.

Введение

Возможность применения мультиагентных технологий определяется наличием большого количества прикладных задач, решение которых характеризуется высокой трудоемкостью и требованием работы в реальном времени, наличием множества изменяющихся условий. Решение сложных задач предполагает большое количество разнородной информации об окружающей среде, обработку этой информации, подбор эффективных алгоритмов и методов.

Целью исследования является обоснование применения мультиагентного подхода для определения пространственно-временных состояний (ПВС) техногенных объектов (ТО). К техногенным объектам относятся промышленные объекты биологически опасных веществ, метрополитены, атомные энергетические установки производственного и исследовательского назначения на атомных электростанциях (АЭС), общественные здания и элементы транспортных коммуникаций, гидротехнические сооружения (ГЭС), водохранилища и др.

Задачи исследования. Для достижения сформулированной цели поставлены следующие задачи:

- выполнить обзор современных технологий геодезического контроля техногенных объектов;
- проанализировать общий принцип функционирования автоматизированных систем для определения пространственно-временного состояния объекта;
- рассмотреть возможность применения мультиагентных технологий для задачи определения пространственно-временного состояния объекта;
- разработать структурную схему функционирования мультиагентной системы для определения ПВС техногенных объектов.

Научная новизна результатов работы состоит в том, что:

- представлен принцип функционирования мультиагентной системы контроля ПВС ТО;

– впервые предложена структурная схема мультиагентной системы для контроля ПВС ТО, в которой представлены все взаимодействующие между собой модули агентов.

Практическая значимость исследования: разработана структурная схема мультиагентной системы и описан принцип ее функционирования, который в дальнейшем может быть использован для создания мультиагентных систем в геодезическом производстве с целью своевременного предупреждения и предотвращения чрезвычайных ситуаций.

Целью исследования является оценка возможности применения мультиагентного подхода в задачах определения пространственно-временных состояний техногенных объектов. Для достижения поставленной цели авторами предлагается применить интеллектуальные технологии, которые позволяют:

- определять периодичность сбора информации (в какой структурной части ТО проводить контроль пространственно-временного состояния);
- проверять техническую съемку, ее время и место;
- выполнять подбор максимально-эффективных алгоритмов.

Преимуществом мультиагентных систем для решения задач определения ПВС является их способность адаптироваться под изменение целей определения ПВС и внешних условий, а также возможность учитывать конструктивные особенности различных техногенных объектов и выполнять подбор математических алгоритмов для решения поставленных задач.

Актуальность применения мультиагентных технологий определяется наличием большого количества прикладных задач, решение которых характеризуется высокой трудоемкостью. Автоматизированная система мониторинга реализуется по схеме «один к одному», т.е. одному объекту сопоставляется своя технология контроля, а мультиагентная система приспособлена к подбору технологий и методов для контроля состояния любого объекта – схема «многие ко многим». Преимущество такой системы заключается в том, что для любого техногенного объекта производится подбор технологий и методов контроля из заданного множества. Если меняется цель, то мультиагентная система адаптирует свою работу под новую цель. Меняются цели, – меняются алгоритмы и методы контроля. В связи с тем, что в геодезии подобных систем нет, то тема исследования является актуальной.

Методы и материалы

Эксплуатация любого техногенного объекта не должна сопровождаться угрозой для окружающей среды и человека. Функционирование должно быть безопасным, сохранять изменение пространственно-временного состояния в установленных пределах (нормах) согласно установленным нормам (СНиП 22-03-2003). Однако, вследствие конструктивных особенностей и влияния природных техногенных факторов, сооружения подвержены различному виду деформаций,

характеризуемым изменением как их пространственного положения, так и взаимного положения их отдельных частей и элементов.

Деформации могут приводить к нарушению прочности строительных конструкций, запроектированных условий эксплуатации технологического оборудования и даже вызывать опасные разрушения сооружений.

Для определения ПВС техногенных объектов используют классические геодезические методы наблюдений за деформациями и методы с применением современных технологий, а именно:

- фотограмметрический метод измерения горизонтальных и вертикальных перемещений и кренов;
- тахеометрическая съемка;
- амплитудные волоконно - оптические системы мониторинга каменных и бетонных конструкций;
- лазерное сканирование;
- мониторинг объектов с применением GPS-технологий [1,2].

В настоящее время геодезические методы наблюдений за состоянием объекта являются точными и позволяют безопасно выполнить мониторинг техногенного объекта (ТО), обнаружить небезопасные деформационные процессы, происходящие в ТО, и в комплексе с результатами различных измерений принять решение по своевременному устранению аварийных ситуаций.

В соответствии с законодательством Российской Федерации технически сложные сооружения являются особо опасными объектами.

Например, такие как гидротехнические сооружения первого и второго классов, сооружения связи, объекты космической и железнодорожной инфраструктуры, метрополитены, морские порты, тепловые электростанции, уникальные объекты капитального строительства и др.

Контроль таких сооружений выполняется комплексом работ:

- инженерные изыскания для подготовки проектной документации, капитального строительства;
- периодический контроль за состоянием объектов;
- учет аварий, отказов и расследование в работе объекта;
- учет выполнения профилактических и противоаварийных мероприятий,
- доведение информации об авариях и отказах до ведомственного и государственного контроля. [2-4].

Автоматизированные системы устанавливают для контроля объектов с быстро изменяющимися деформационными процессами, которые позволяют своевременно предотвратить и предотвратить чрезвычайные ситуации (ЧС).

Приведем пример контроля ПВС Саянно-Шушенской ГЭС. В рамках реконструкции системы оперативного контроля состояния (СОК) ГТС Саянно-Шушенской ГЭС им. П.С. Непорожного» (СШГЭС) компаниями ООО «Фирма Г.Ф.К.» и ООО «Инжиниринговый центр ГФК» была запроектирована, установлена и запущена в опытную эксплуатацию автоматизированная система деформационного мониторинга (АСДМ). Эта система основана на применении

геодезических спутниковых технологий с использованием глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС).

ГНСС приемники получают сигналы глобальных спутниковых систем позиционирования ГЛОНАСС и GPS и выполняют их первичную обработку. Данные измерений (первичные данные в бинарном виде) поступают в каналообразующую аппаратуру для их обработки и передачи на сервер Центра управления АСДМ. Все процессы в системе, включая опрос датчиков, сбор данных и обработку данных, запрограммированы и происходят автоматически. Достоинство этой системы в том, что она функционирует автономно.

В качестве другой станции для обработки низкочастотных каналов измерения вибрации выбрана Саратовская ГЭС, агрегаты которой имеют самые низкие обороты в мире (50 об/мин – 0,83 Гц). Внедрение опытных образцов систем «АЛМАЗ-7010-ГЭС» стало возможным благодаря содействию руководства Загорской ГАЭС и Саратовской ГЭС.

Достоинства системы виброконтроля «АЛМАЗ-7010-ГЭС»:

- унифицированные интеллектуальные измерительные преобразователи на специализированных процессорах обработки сигналов, обеспечивающие свободную работу в реальном масштабе времени с возможностью резервирования и копирования информации;

- гибкое формирование в конструктивном и программном отношении, что позволяет принять к сведению особенности оснащаемого агрегата и требования персонала электростанции к стационарной системе контроля параметров роторного оборудования.

При сравнении этих систем можно сделать вывод, что их основным преимуществом является получение в определенные моменты времени t геопространственных данных, которые предназначены для дальнейшей обработки и определения состояний изучаемого объекта. Но автоматизированная система мониторинга (АСМ) предполагает наличие только простейших алгоритмов преобразования поступившей информации в данные. Сложных математических алгоритмов, выполняющих обработку результатов мониторинга ПВС в АСМ нет. Для определения ПВС и прогнозирования изменения процессов ТО, в зависимости от его структуры, а также назначенных целей и задач, необходимо выполнять подбор математических алгоритмов, методов и технических средств получения данных [3-5]. Для решения этих задач подходит мультиагентная система, которая включает в свою базу данных множество математических алгоритмов, методов и технологий, адаптированных к достижению цели и к событиям в реальном времени.

Результаты

Для определения состояний объектов по геопространственным данным, своевременного предупреждения и предотвращения чрезвычайных ситуаций в работе предлагается применение мультиагентного подхода (МП). Мультиа-

гентные технологии, развиваясь и адаптируясь к установленным целям и решаемым задачам способны модифицировать свою макроструктуру и функции, а также быстро получать новую информацию состояний ТО в зависимости от условий внешних окружающих факторов. Мультиагентные технологии представляют собой теорию рассредоточенных расчетов, которая основана на макро-взаимодействии интеллектуальных агентов. Главными элементами высокоинтеллектуального агента являются базы знаний в определенной сфере жизнедеятельности, координирующие их действия [5-7].

Агенты классифицируются на четыре основных типа: простые, умные (smart), интеллектуальные (intelligent), действительно интеллектуальные (truly intelligent). Классификация агентов приведена в таблице.

Классификация агентов

Характеристика	Типы агентов			
	Простые	Умные (smart)	Действительно интеллектуальные (truly intelligent)	Интеллектуальные (intelligent)
Взаимодействие с разными агентами или пользователями	+	+	+	+
Наблюдение за взаимодействием других агентов	+	+	+	+
Способность использования обобщений	-	+	+	+
Возможность адаптивного поведения для достижения целей и задач	-	-	+	+

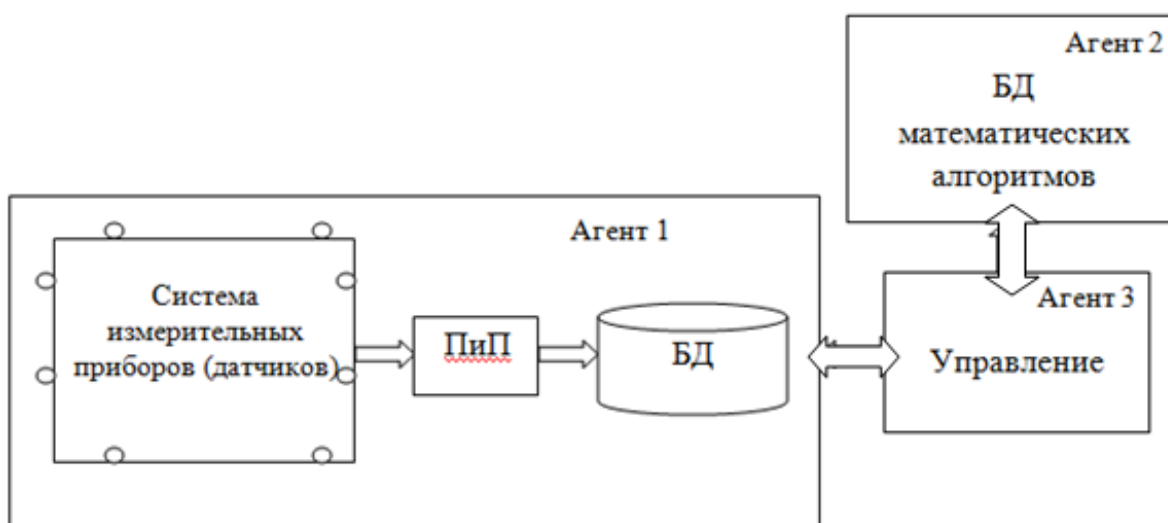
На основании данных, приведенных в таблице, следует, что поведение проявляется только на уровне интеллектуальных агентов. Следовательно, для разработки мультиагентной системы ПВС ТО нужно использовать интеллектуальные агенты. Агенты более высокого уровня могут решать задачи и механически адаптироваться к неопределенным условиям в динамической среде, а также коллективно принимать решения, поставленных перед ними задач. Агенты должны обладать определенными свойствами, а именно:

- способностью действовать рациональным образом для достижения поставленных целей (активность);
- совокупностью состояний, направленной на текущее поведение агента (цели);
- способностью осуществлять контроль внутреннего состояния и своих действий, а также функционировать без вмешательства своего владельца (автономность);
- адекватным восприятием и реакциями на изменения внешней окружающей среды (реактивность) [6].

Все перечисленные свойства относятся к программным интеллектуальным объектам – это принципиально новая эра программирования, действующая либо от лица системы давшей агенту полномочия выполнять все различные действия, либо от лица пользователя. При этом создание таких подсистем позволяет разрабатывать сложные системы, обладающие масштабируемостью, мобильностью, что очень важно при разработке систем, основывающихся на знаниях [7].

Результат решения главной цели достигается набором функций реальной группы агентов и связей между ними.

В исследовании на основании анализа и решения выше указанных задач представлена обобщенная структурная схема мультиагентной системы контроля ПВС ТО, которая приведена на рисунке [5].



Обобщенная структурная схема мультиагентной системы (МАС)

Из приведенной структурной схемы видно, что мультиагентная система состоит из трех агентов и взаимоотношений между ними.

В состав Агента 1 входит приемник и преобразователь (ПиП) сигналов, база данных (БД), множество контрольных устройств установленные в теле объекта (датчиков), другими словами представляет собой систему мониторинга.

Агент 2 включает в себя БД, алгоритм подбора стратегии, в основе которого лежит функция эффективности применения конкретной стратегии, а также математические алгоритмы для решения задач определения ПВС объектов.

Агент 3 принимает управленческие решения и осуществляет обратную связь с объектом. Функциями этого агента являются принятие решений о частоте дискретизации поступления данных от агента 1, декомпозиции объекта, определении его структурных частей, требующих детального рассмотрения и выявления причины изменения ПВС, локализации мест деформации и установления причинно-следственных связей [8–14].

Заключение

В целом в работе авторами решены следующие задачи:

- выполнен обзор современных технологий геодезического контроля техногенных объектов;
- проанализирован общий принцип функционирования автоматизированных систем для определения пространственно-временного состояния объекта;
- рассмотрена возможность применения мультиагентных технологий для задачи определения пространственно-временного состояния объекта;
- разработана структурная схема функционирования мультиагентной системы для определения ПВС техногенных объектов.

Предлагаемая мультиагентная система применима в решении проблемы разработки универсального алгоритма обработки геопространственных данных для определения пространственно-временного состояния объекта и должна обеспечивать преимущества:

- оперативно откликаться на любые изменения ПВС, ускорять в реальном времени процесс решения;
- определять виды движения объекта (поступательное, вращательное и относительное движение), производить сортировку и выборку из максимально-эффективных математических алгоритмов, позволяющих определять положение объекта в пространстве или его структурных частей относительно неподвижной условной системы отсчета;
- анализировать ситуацию, искать способ решения задачи, что гарантирует нахождение лучшего возможного решения;
- учитывать внешние моменты, необходимые для принятия решений;
- обладать высокой продуктивностью (аппаратно-программный комплекс);
- позволять корректировать и изменять предварительные результаты работы системы (управление);
- прогнозировать чрезвычайные ситуации и предотвращать «опасные» состояния ТО [6].

Автоматизация и интеллектуальное принятие решений позволит снизить риск возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера. Следовательно, мультиагентные технологии для определения пространственно-временного состояния техногенных объектов являются высокоперспективным направлением информационных технологий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Голубкин А. С., Хорошилов В. С. Деформационный мониторинг высотных зданий // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке» : сб. материалов (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. – С. 127–135.
2. Бугакова Т. Ю. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем по геометрическим свойствам и оценка техногенного риска методом экспоненциального сглаживания // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 1 (29). – С. 34–42.

3. Яковлев Д. А. Задачи визуализации результатов мониторинга пространственно-временных состояний техногенных объектов по геопространственным данным средствами ГИС // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 2. – С. 183–187.
4. Бугакова Т. Ю. К вопросу оценки риска геотехнических систем по геодезическим данным // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск : СГГА, 2011. Т. 1, ч. 1. – С. 152–156.
5. Бугакова Т. Ю. Шарапов А. А. Применение мультиагентного подхода для определения пространственно-временного состояния техногенных систем // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. Т. 1. – С. 189–194.
6. Pandia: агенты, многоагентные системы, виртуальные [Электронный ресурс] / М., 2011. – Режим доступа : <http://pandia.ru/text/78/362/252-2.php/>. – Загл. с экрана.
7. ГК Генезис знаний. Мультиагентные технологии: [Электронный ресурс] / М., 2014. – Режим доступа : <http://www.kg.ru/technology/multiagent/> – Загл. с экрана.
8. Азаров Б. Ф. Современные методы геодезических наблюдений за деформациями инженерных сооружений // Ползуновский вестник АлГТУ им. И. И. Ползунова. – 2011. – Вып. 1 (29). – С. 19–29.
9. Бугакова Т. Ю. Соловьева Т. А. Анализ возможности использования мультиагентных технологий в задачах определения состояний объектов по геопространственным данным // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. Т. 2. – С. 142–147.
10. Бугакова Т. Ю. Моделирование изменения пространственно-временного состояния инженерных сооружений и природных объектов по геодезическим данным // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 1 (29). – С. 34–42.
11. Вовк И. Г., Бугакова Т. Ю. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем по геометрическим свойствам и оценка техногенного риска методом экспоненциального сглаживания // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 47–58.
12. Бугакова Т. Ю., Вовк И. Г. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем // Материалы V Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные вопросы строительства». – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2012. – Т. 2. – С. 100–105.
13. Бугакова Т. Ю., Вовк И. Г. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем по геометрическим свойствам // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск : СГГА, 2012. Т. 3. – С. 26–31.
14. Вовк И. Г., Бугакова Т. Ю. Теория определения техногенного геодинамического риска пространственно-временного состояния технических систем // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск : СГГА, 2010. Т. 1, ч. 2. – С. 21–24.

© Т. А. Соловьева, Т. Ю. Бугакова, 2018

СОЗДАНИЕ РАЗДЕЛА ТЕМАТИЧЕСКИХ КАРТ НА ГЕОПОРТАЛЕ СГУГИТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ «SCANEX WEB-GIS GEOMIXER»

Надежда Викторовна Цындеева

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры космической и физической геодезии, тел. (993)018-67-91, e-mail: nadya.tsyndeeva@mail.ru

Ярослава Георгиевна Пошивайло

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, доцент кафедры картографии и геоинформатики, тел. (383)361-06-35, e-mail: yaroslava@ssga.ru

В статье описана история появления геоportалов, также приведены примеры локальных геоportалов научно-образовательных учреждений России. Ключевым моментом статьи является описание этапов создания раздела тематических карт на сайте maps.sgugit.ru с помощью инструментов «ScanexWeb-GIS Geomixer». В разделе геоportала университета были размещены карты, полученные в ходе дипломного проектирования обучающихся СГУГИТ.

Ключевые слова: геоportал, университет, карта, ИТЦ Сканэкс, ScanexWeb-GIS GeoMixer, геосервис.

CREATION OF THEMATIC MAPS ON GEOPORTAL OF SSUGT WITH USING "SCANEX WEB GEOMIXER-GIS" TECHNOLOGIES

Nadezhda V. Tsyndeeva

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Space and Physical Geodesy, phone: (993)018-67-91, e-mail: nadya.tsyndeeva@mail.ru

Yaroslava G. Poshivailo

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Associate Professor, Department of Cartography and Geoinformatics, phone: (383)361-06-35, e-mail: yaroslava@ssga.ru

The article describes the history of the emergence of geoportals and gives examples of local scientific and educational geoportals in Russia. The key moments of the article is the description of steps to create a thematic topic maps on the web-site maps.sgugit.ru with using Scanex Web-GIS Geomixer's tools. In the section were placed cards received during the graduation design students of SSUGT.

Key words: geoportal, university, map, ITC ScanEx, Scanex Web-GIS GeoMixer, geoservice.

В настоящее время веб-картография и геолокация стали обыденными сервисами пользователей. Современному человеку трудно представить то, что около пятидесяти лет назад 1:1 000 000 был самым крупным масштабом для карты мира на бумажном носителе. С развитием технологий картография вы-

шла на новый уровень, характерной чертой которого является переход на веб-картографические информационные системы.

В 1993 году была создана первая экспериментальная ГИС для работы с пространственными данными в режиме онлайн – Xerox ParcViewer. Ее возможности в плане работы с пространственными данными были ограничены: ГИС отражала только границы стран и гидрографию в растровом формате.

Затем, в 1996 году был создан первый картографический сервис MapQuest, который отображал только улицы городов США [1].

Всего на данный момент выделяют четыре технологические схемы построения ГИС:

- первая технологическая схема представляет собой одну или несколько программ, объединенных в программную систему, которые запускаются на компьютере пользователя. Внутренний формат данных применяется для хранения полученной информации и часто бывает закрытым от использования правообладателем (ограничения в лицензионном соглашении, наличие патентов и т.п.);

- вторая технологическая схема основана на технологии клиент-сервер. Данная схема предназначена для организации совместной работы с данными в компьютерной сети. Для конечного пользователя имеется программа-клиент и программа-сервер, который ведет базу пространственных данных. Здесь предусматривается собственная структура базы данных и внутренние форматы данных, которые часто защищены авторскими правами. ГИС, построенные на данной системе, являются дальнейшим развитием ГИС первой технологической схемы и работают с файлами данных тех же форматов, что очень удобно для совместной работы;

- третья технологическая схема построения – ГИС-приложение для конечного пользователя или система, построенная по схеме клиент-сервер, которые используют одну из распространенных систем управления базами данных (СУБД) для хранения пространственных данных. При этом внутренняя структура хранения пространственной информации является уникальной для данной ГИС, часто закрытой от использования правообладателем;

- наиболее прогрессивной на сегодняшний день является четвертая технологическая схема построения ГИС. Данная схема основана на использовании в качестве хранилища пространственных данных специализированных расширений для наиболее распространенных SQL серверов, которые на сегодня имеются у всех основных поставщиков подобных решений. Тенденцией, характерной для решений данного поколения ГИС, является переход к использованию в качестве рабочего места конечного пользователя ГИС приложения на основе WEB-браузера, а также встраивание необходимого набора скриптов для работы с системой в геоинформационные интернет-порталы [3].

Каждой технологической схеме соответствует определенный период времени, но начиная с 90-х гг. развитию геоинформационных систем соответствует

четвертая технологическая схема построения ГИС – период создания и внедрения геосервисов и геоportалов.

Геоportалы существуют уже относительно давно, и их главные задачи: хранение, обработка и предоставление картографической информации широкому кругу пользователей.

Впервые концепция создания геоportалов упоминалась в 1994 году в рамках национальной инфраструктуры пространственных данных (ИПД) США (NSDI ClearinghouseNetwork), что послужило отправной точкой, и уже с середины 90-х годов национальные геоportалы стали самостоятельными ИПД [7].

Рассматривая зарубежный опыт создания национальных геоportалов, в качестве примера можно взять программу создания ИПД стран Европейского союза, именуемую INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe), а первым национальным геоportалом в мире можно назвать ИПД США GeoSpatialOneStop. В зарубежных странах наиболее интенсивно развиваются государственные ИПД, в то время как Российская государственная ИПД находится на стадии формирования [2,7].

Из-за отсутствия единого решения в вопросе представления пространственных данных на государственном уровне, возникает необходимость создания муниципальных и локальных геоportалов [4]. На данный момент российское геоинформационное сообщество насчитывает 2 портала федерального уровня и 9 порталов регионального уровня, то есть порталы субъектов РФ [6].

Среди локальных геоportалов выделяются порталы научно-образовательных и академических учреждений. В ходе своей деятельности высшие учебные заведения накапливают большое количество исследовательских, научных и практических работ преподавателей и обучающихся, очень часто такие исследования неизвестны за пределами учебного заведения. Значительная часть исследований научных институтов и сообществ публикуется с использованием геоинформационных технологий, то есть завершающим этапом научной работы является картографическое отображение результатов.

В связи с отсутствием единого национального инструмента управления пространственной информацией, научная и образовательная сферы должны обеспечивать себя самостоятельно [6]. Таким образом, несмотря на отсутствие академической инфраструктуры пространственных данных, в России разработан ряд проектов геоportалов и геосервисов (табл. 1).

Геоportал МГУ им. М.В. Ломоносова, представленный в табл. 1, разработан с использованием технологии «ScanexWeb-GIS GeoMixer».

Для пользователей МГУ определил такие возможности как [5]:

- доступ к архивным снимкам Геоportала МГУ без ограничений;
- доступ к архивным снимкам ИТЦ «Сканэкс» SPOT2, SPOT4, Formosat-2, Radarsat-1 за период с 2010 по 2012 гг. без ограничений. Снимки других съемочных систем, и более ранние снимки (до 2010 г.) могут быть получены после согласования;
- создание карт и схем в облачном хранилище «GeoMixer».

**Примеры локальных геопорталов,
разработанных российскими университетами**

Наименование	Домен	Описание
Геопортал Высшей школы бизнеса МГУ	http://gisgeo.org/gisportal/geo_mgubs.html	Представлены публичные наборы карт «Географические аспекты бизнеса»
Геопортал географического факультета МГУ	https://www.geogr.msu.ru/8082/api/index.html	Доступ к данным дистанционного зондирования
Образовательный геопортал Тверского государственного университета	http://geoport.tversu.ru/Atlas/index.html	Справочно-информационный ресурс, содержащий результаты научных и образовательных исследований в области географии с применением ГИС технологий
Геопортал Тюменского государственного университета	https://geoport.utmn.ru/wms/map	Сервис предоставляет доступ к интерактивным картам, созданных сотрудниками и студентами кафедры Картографии и Геоинформатики университета
Онлайн платформа анализа данных резистентности к антимикробным препаратам в России	http://map.antibiotic.ru/	Онлайн платформа, позволяющая проводить анализ данных резистентности к антимикробным препаратам в России

На основе технологии ИТЦ «Сканэкс» в настоящее время функционирует немало крупных проектов. «ScanexWeb-GIS GeoMixer» – веб-картографическая платформа, разработанная отечественной компанией ИТЦ «Сканэкс». «GeoMixer» позволяет работать с большим количеством геоданных в интернете или по локальной сети организации, вне зависимости от вида и объема информации.

Благодаря удобному и практичному интерфейсу «GeoMixer» является легким для освоения пользователями любого уровня, а с помощью специальных инструментов становится возможным создание тематических карт вне зависимости от уровня сложности поставленных перед пользователем задач.

Целью исследования являлась разработка методики работ по созданию и заполнению раздела тематических карт Новосибирской области на геопортале СГУГиТ maps.sgugit.ru. В данном разделе планируется размещать картографические материалы, полученные в ходе дипломного проектирования обучающихся кафедры картографии и геоинформатики. Исходные данные для тематических карт, вносимых в данный раздел, являются компьютерными картами (в основном выполненными в ПО CorelDraw) или геоинформационными моделями (MapInfo, ArcGIS).

Ниже представлена технология размещения тематических карт на геопортал (рис. 1).



Рис. 1. Технология создания и наполнения раздела тематических карт

Исходные данные по типу изображения можно разделить на растровые и векторные. Для их размещения на геопортале были применены три способа внесения данных: 1) загрузка растрового слоя; 2) загрузка векторного слоя; 3) создание векторного слоя.

Для размещения таких данных на сайте, в зависимости от их типа, существует определенный алгоритм.

Так, для загрузки растрового слоя, исходный растр должен иметь координатную привязку. Такую привязку можно выполнить, например, с помощью Quantum GIS (QGIS). Для того чтобы карта корректно загрузилась на сайт, необходимо также задать проекцию. В «GeoMixer» используется цилиндрическая прямоугольная проекция Меркатора на эллипсоиде WGS84. На рис. 2 показан результат размещения растровой карты в ПО GeoMixer.

Загрузку векторных данных на сайт рассмотрим на примере карты «Образование и наука Новосибирской области». На первом этапе загружается векторный слой границ области в формате Shapefile. Для загрузки файлов данного формата устанавливается кодировка, в которой хранятся атрибуты объектов слоя (рис. 3). GeoMixer позволяет выбрать 7 вариантов кодировки: windows 1251, utf-8, kol8-r, utf-7, iso-8859-5, kol8-и, cp866). Для проекта была использована кодировка utf-8, которая позволяет более компактно хранить и передавать символы стандарта Юникод и является наиболее распространенной в сети Интернет.

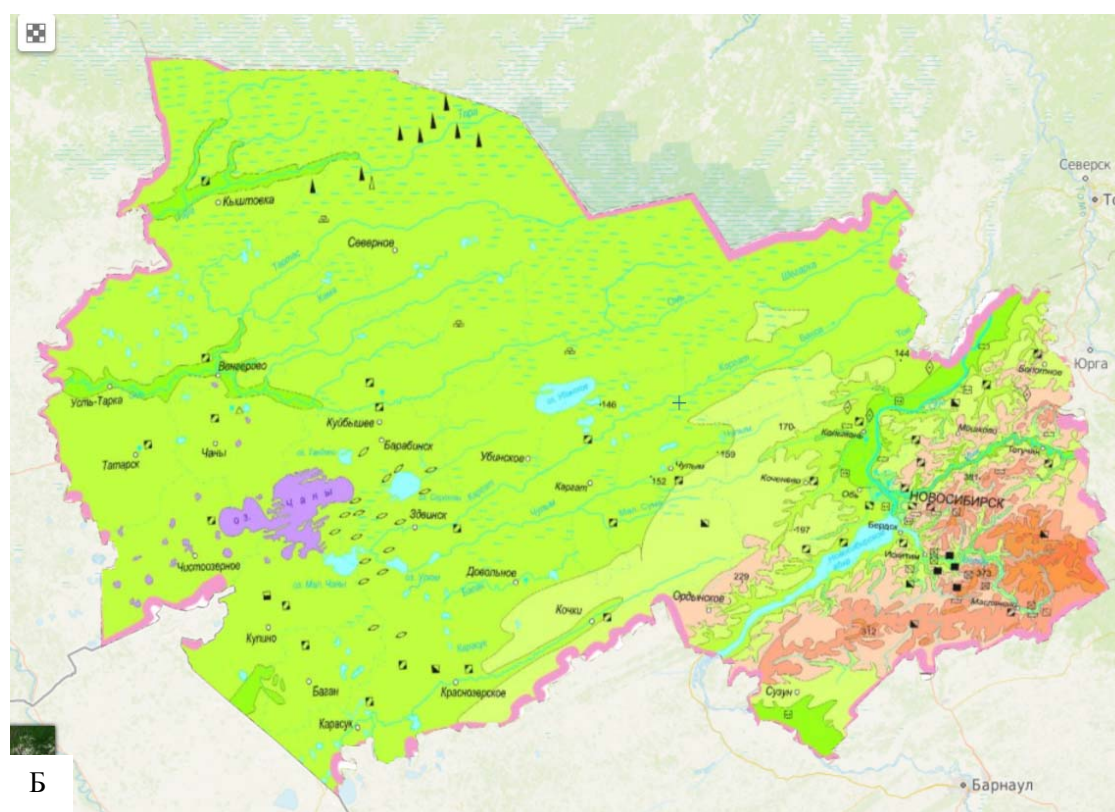
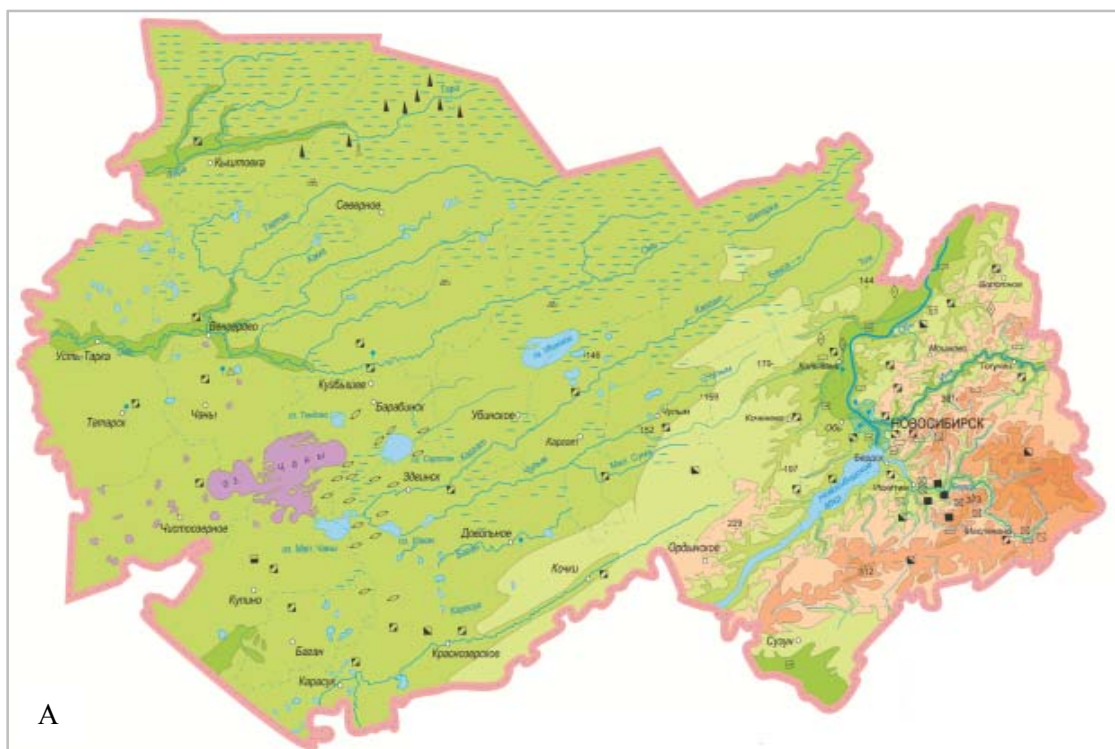


Рис. 2. Карта полезных ископаемых Новосибирской области
 А – Исходная карта; Б – Карта на геопортале СГУГиТ

Таблица атрибутов слоя Granici NSO				
Показать параметры поиска Добавить объект				
☐ Выделить все на странице				
	gmx_id	OSM_ID	NAME	ADMIN_LVL
	1	-1221148	Сибирский федеральный округ	3
	2	-60189	Российская Федерация	2
	3	-140294	Новосибирская область	4
	4	-1070661	Усть-Таркский район	6
	5	-1070663	Татарский район	6
	6	-4511719	Неудачинский сельсовет	8
	7	-4495385	Лопатинский сельсовет	8
	8	-4474954	Николаевский сельсовет	8
	9	-1070662	Чистоозёрный район	6
	10	-4494842	Казачемысский сельсовет	8
	11	-4473941	Орловский сельсовет	8
	12	-1070664	Кыштовский район	6
	13	-4538098	Новороссийский сельсовет	8
	14	-4471716	Казаткульский сельсовет	8
	15	-4494661	Кочневский сельсовет	8
	16	-4478005	Киевский сельсовет	8
	17	-4471717	Новомихайловский сельсовет	8
	18	-1070660	Ремизинский район	6
1-20 (138)			1 2 3 4 5 6 7	

Рис. 3. Таблица атрибутов векторного слоя районов Новосибирской области

После загрузки векторного слоя, при помощи встроенных стилей оформления, выполняется оформление карты. Присвоение стилей осуществляется путем выполнения пространственных запросов, т.е. по заданному параметру проводится выборка объектов из таблицы атрибутов слоя. Например, районы Новосибирской области можно классифицировать по показателю численности учащихся в общеобразовательных школах на 1000 человек. Для создания стилей слоев по показателям, выполняется атрибутивный запрос: в активном окне «Стили» выбирается поле запроса «Фильтр» и прописывается условие например, 'Location'='Название района'. 'Location'. 'Название района' – это элемент поля, взятого из таблицы атрибутов, знак «=» необходим для присвоения нужного значения, т.е. Location – это район Новосибирской области, параметры которого заданы в таблице атрибутов слоя. В запросе присутствует и другие операторы, например «ог», с помощью этой операции в программе формируется команда для добавления следующего параметра (рис. 4).

Векторный слой, как правило, представляет собой набор из точечных, линейных и площадных объектов. Так, каждому отображенному на карте объекту соответствует определенное условное обозначение. Школы, средне-специальные и профессиональные училища, вузы и крупнейшие научные учреждения обозначаются точечными объектами. Районы Новосибирской области даются по-

лигонами. Дизайн точечных условных знаков можно разработать или воспользоваться готовыми библиотеками.

Стили слоя Численность учащихся в общеоб...

Добавить стиль

▶ более 120

▶ 110-120

▶ 100-110

Мин. зум 1

Макс. зум 21

Фильтр

"NAME" = городской округ Бердск or
 "NAME" = городской округ Искитим' or
 "NAME" = Тогучинский район' or
 "NAME" = Мошковский район'

Атрибут > Значение > Операция >

Подпись

Цвет шрифта [black box]

Цвет обводки [white box]

Размер шрифта 12

Смещение по x 0

Смещение по y 0

Рис. 4. Выборка объектов векторного слоя

Точечные объекты можно загрузить при помощи таблицы, созданной в MSExcel. Этот способ используется в случае, если есть числовые значения координат (например, данные тахеометрической съемки). Таблица может содержать любое количество полей (в зависимости информативности слоя). В простом случае, можно создать 4 поля – нумерация, наименование, широта (Lon) и долгота (Lat). После, загрузив данный файл, по аналогии с загрузкой векторного слоя, в параметрах загрузки в полях X и Y выбрать: для X→Lon, Y→Lat. Таким образом объекты загрузятся на сайт (рис. 5).

Разместить на карте условные знаки можно и вручную, с использованием инструмента «Добавить объекты» на карте. При этом точность будет соответствовать уровню детализации, при котором позиционировался знак. Соответствие уровней детализации изображений с картографическим масштабом приведено в табл. 2.

	A	B	C	D
1	ID	Location	Lon	Lat
2	1	Татарск	76.09130833	55.21648889
3	2	Куйбышев	78.35449167	55.49960277
4	3	Барабинск	78.36547778	55.24363889
5	4	Обь	82.67211945	55.01122778
6	5	Новосибирск	82.96875	55.03641666
7	6	Бердск	83.10745278	54.75818056
8	7	Искитим	83.34228611	54.63569722

Создать векторный слой ×

Общие Поля Метаданные Дополнительно

Имя

Копирайт

Описание

☒ Файл

☐ Вручную

Y (широта)

X (долгота)

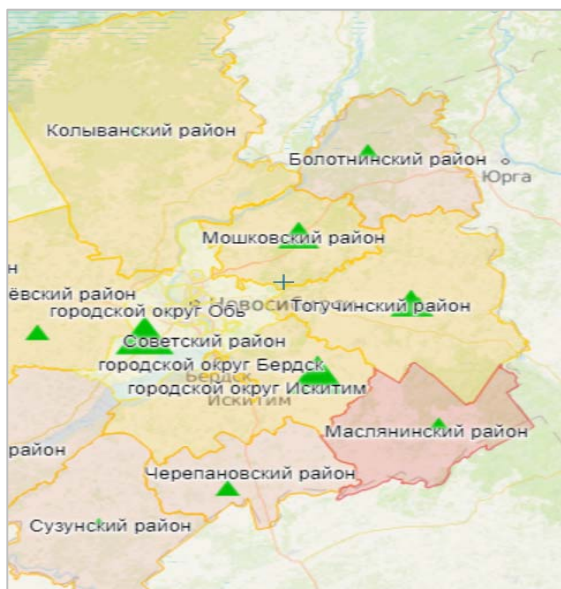


Рис. 5. Создание точечных объектов с помощью MSEXcel

**Соответствие уровней детализации изображений
и картографических масштабов**

Значение уровня детализации	Примерный масштаб	Значение уровня детализации	Примерный масштаб
0	М 1:500 000 000	11	М 1:300 000
1	М 1:300 000 000	12	М 1:150 000
2	М 1:150 000 000	13	М 1:80 000
3	М 1:80 000 000	14	М 1:40 000
4	М 1:40 000 000	15	М 1:20 000
5	М 1:20 000 000	16	М 1:10 000
6	М 1:10 000 000	17	М 1:5 000
7	М 1:2500 000	18	М 1:2 500
8	М 1:1 000 000	19	М 1:1 250
9	М 1:500 000	20	М 1:625

GeoMixer также имеет возможность дополнить стандартную карту отдельными таблицами, диаграммами и графиками.

Таким образом, в ходе исследования программного обеспечения и наполнения раздела тематических карт были выявлены следующие достоинства «ScanexWeb-GIS GeoMixer»:

- 1) удобное редактирование данных – пользователь может вносить правки, в зависимости от предоставленного уровня доступа;
- 2) легкий и понятный интерфейс – для работы с ГИС не нужны навыки программирования;
- 3) возможность загрузки данных других интернет-ресурсов – решает задачу с хорошей информативностью карты.

Раздел тематических карт на геопортале университета – это открытый справочно-информационный ресурс, основная задача которого – публикация научной информации, накопленной в СГУГиТ за многие годы исследований в области картографии и геоинформатики. Интерактивные тематические карты обеспечат визуализацию и исследование пространственных данных о Новосибирской области.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. László Zentai. Ica's Modern Cartography – Albena, Bulgaria.: Proceedings, 6 th International Conference on Cartography and GIS, 13-17 June 2016 [Electronic resource]. – https://cartography-gis.com/docsbca/iccgis2016/ICCGIS_2016-01.pdf.
2. Hassane Jarar Oulidi, Aniss Moumen – Morocco.: Journal of Geographic Information System, 2015 [Electronic resource]. – http://file.scirp.org/pdf/JGIS_2015_123010051717.pdf.
3. Мыльников Д. Ю. Геоинформационные платформы. Третья редакция: Ч.: 2012 [Электронный ресурс]. – https://www.politerm.com/articles/obzor_gis.pdf.
4. Сивоконь Ю. В., Касмынина М. Г. Обзор российских и зарубежных городских геоportалов используемых для целей градостроительной деятельности [Электронный ресурс]. –

С.: Региональное развитие: электронный научно-практический журнал. – 2016. – № 3(15), 2016. – Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=26385447>.

5. Рабочая группа геоportала МГУ. Инструкция пользователя геоportала [Электронный ресурс]. – М. : МГУ. – 2014. – Режим доступа : http://www.geogr.msu.ru/science/projects/geoportal/download/UserManual2014_04_02.pdf.

6. Шевин А. В. Геоportалы как базовые элементы инфраструктуры пространственных данных: анализ текущего состояния вопроса в России // Вестник СГУГиТ. – 2016. – Вып. 3 (35). – С. 102–110.

7. Якубайлик О. Э. Геоportалы: обзор [Электронный ресурс]. – К. : Институт вычислительного моделирования СО РАН, 2018. – Режим доступа : <http://gis.krasn.ru/blog/review/>.

© Н. В. Цындеева, Я. Г. Пошивайло, 2018

КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОДДЕРЖКИ ПРОГРАММ ДОСТУПНОСТИ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Дарья Николаевна Рычкова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры космической и физической геодезии, тел. (777)474-76-23, e-mail: mymaild93@mail.ru

Ярослава Георгиевна Пошивайло

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, доцент кафедры картографии и геоинформатики, тел. (383)361-06-35, e-mail: yaroslava_po@mail.ru

В статье рассматриваются картографические методы поддержки программы доступности Республики Казахстан и проблемы создания безбарьерной среды в столице. Выполнен анализ основных законодательных документов, по вопросам создания доступной среды в республике. Исследована существующая карта доступности на территорию республики. Выявлены основные принципы создания цифровых карт доступности.

Ключевые слова: доступная среда, цифровая карта, базы данных, маломобильные группы населения, универсальный дизайн.

CARTOGRAPHIC METHODS TO SUPPORT PROGRAMS OF AVAILABILITY OF URBAN INFRASTRUCTURE IN REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Darya N. Rychkova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Space and Physical Geodesy, phone: (777)474-76-23, e-mail: mymaild93@mail.ru

Yaroslava G. Poshivailo

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St, Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Cartography and Geoinformatics, phone: (383)361-06-35, e-mail: yaroslava_po@mail.ru

The article discusses cartographic methods supporting programs of availability in the Republic of Kazakhstan and problems of creating barrier-free environment in the capital. The analysis of the main legislative documents on the issues of creating an accessible environment in the Republic was carried out. An existing map of accessibility to the territory of the Republic was studied. The basic principles of creating of digital accessibility maps were revealed.

Key words: accessible environment, digital map, databases, people with limited mobility, universal design.

Актуальность осуществления программ по обеспечению доступности элементов городской инфраструктуры обусловлена принятием Конвенции ООН о правах инвалидов, вступившей в силу в 2008 г. Ключевым принципом Кон-

венции является обеспечение людей с инвалидностью, наравне с другими гражданами, доступом к физическому окружению, транспорту, информации и связи, включая информационно-коммуникационные технологии и системы, а также другим объектам и услугам.

Доступность – это не только обустройство окружающей среды: установка пандусов, лифтов, обустройство тротуаров, дорог и общественного транспорта, но и адаптация социальных и информационных служб, содействие занятости инвалидов.

Конвенцией о правах инвалидов обозначен принципиальный подход к созданию доступной среды жизнедеятельности. Он определен как принцип «универсального дизайна», который означает «дизайн предметов, обстановок, программ и услуг, призванный сделать их в максимально возможной степени пригодными к использованию для всех людей без необходимости адаптации или специального дизайна» [1].

Перечислим основные принципы универсального дизайна:

- равенство в использовании людьми с разными физическими возможностями;
- исключение выделения какой-либо группы или навешивания ярлыков;
- соответствие множеству индивидуальных предпочтений и способностей;
- легко воспринимаемая информация.

К маломобильным группам населения, помимо инвалидов, относится еще достаточно большое количество социальных групп – лица преклонного возраста, временно нетрудоспособные, беременные женщины, люди с детскими колясками, дети дошкольного возраста (Межгосударственные строительные нормы – МСН 3.02-05-2003), поэтому все, что является удобным для инвалидов, также будет удобным и для граждан без физических ограничений.

Особое место среди методов, применяемых для анализа степени доступности элементов городской инфраструктуры, занимает картографический метод. Карты, как визуальный продукт, иллюстрируют пространственное расположение объектов городской среды, степень их адаптации под нужды людей с инвалидностью, оптимальную траекторию передвижения. Картографические методы отображения открывают новые формы восприятия города, посредством его виртуального прочтения с помощью систем условных знаков, новых фотореалистичных моделей представления действительности (GoogleEarth), динамических значков, 3D изображений, звукового представления или тактильной рельефной графики [2]. Геоинформационные модели позволяют анализировать, планировать и прогнозировать доступность городской инфраструктуры. Картографический образ города влияет на развитие реального города. Применение картографического метода исследования способствует принятию решений по повышению уровня жизни маломобильных людей в урбанизированной среде.

Целью исследовательской работы является анализ основных принципов и методов картографирования доступности объектов городского пространства в Республике Казахстан.

Для изучения данного вопроса авторами были рассмотрены основные документы, регламентирующие мероприятия по обеспечению безбарьерной среды в Республике Казахстан и интернет-ресурс с разработанной картой доступности:

1. План мероприятий по обеспечению прав и улучшению качества жизни инвалидов в Республике Казахстан на 2012–2018 годы [3].

2. Закон Республики Казахстан «О социальной защите инвалидов» от 13 апреля 2005 г.

3. Портал «Доступная среда».

Законом «О социальной защите инвалидов» определены основные направления по поддержке людей с инвалидностью:

- профилактика инвалидности;
- социальная защита и реабилитация инвалидов;
- интеграция инвалидов в общество.

В настоящее время в Казахстане насчитывается порядка 36200 социально значимых объектов, которые наиболее часто посещаются инвалидами. Такие объекты подлежат паспортизации. Паспортизация подразумевает визуальное обследование объектов на предмет доступности для людей с инвалидностью и регистрацию параметров исследуемых объектов в паспорте доступности объекта социальной инфраструктуры. Согласно последним статистическим данным, с начала 2017 года в Астане было паспортизировано более 705 объектов, из которых 474 уже адаптировали для инвалидов [4].

В процессе выполнения Третьего этапа (2016–2018 годы) Плана мероприятий по обеспечению прав и улучшению качества жизни инвалидов в Республике Казахстан выполнены работы по адаптации улично-дорожной сети города: 1061 табло горения на 135 светофорных перекрестках, 84 светомодуля для пешеходов, 70 дорожных знаков «Инвалид». Проведены работы по замене 25 остановочных павильонов на крытые утепленные павильоны с укладкой наземных тактильных плит. Оборудовано 36 мест для парковки личного транспорта лиц с ограниченными возможностями. Из 1025 автобусов 609 оборудованы откидным устройством (трапом) для удобства посадки и высадки инвалидов колясочников [5].

В целях информирования людей о доступности социально значимых объектов Республики Казахстан в рамках программы Доступная среда разработана интерактивная карта. По городу Астана на данной карте доступности имеются данные о 708 объектах.

Объекты на карте объединены по 67 категориям: университеты, сады, аптеки, гостиницы и т.п., и содержат информацию о доступности по нескольким критериям (рис. 1).

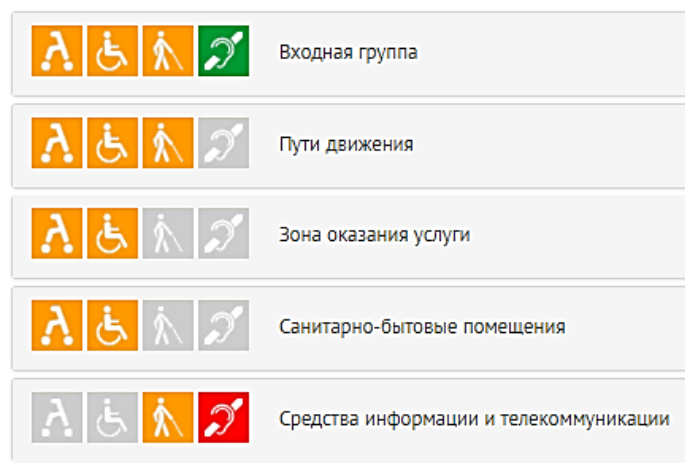


Рис.1. Фрагмент легенды карты портала «Доступная среда»

Анализ данной карты доступности выявил, что на ней не показана информация первостепенной значимости: обустройство тротуаров средствами тактильной навигации для свободного передвижения, регулируемые перекрестки с звуковыми светофорами, остановочные пункты и маршруты движения оборудованного общественного транспорта и т. д. Карта не может использоваться для планирования оптимального маршрута передвижения по городу. Элементы социальной и транспортной инфраструктуры представлены не в полном объеме, схематически или не изображены совсем, как показано на рис. 2.

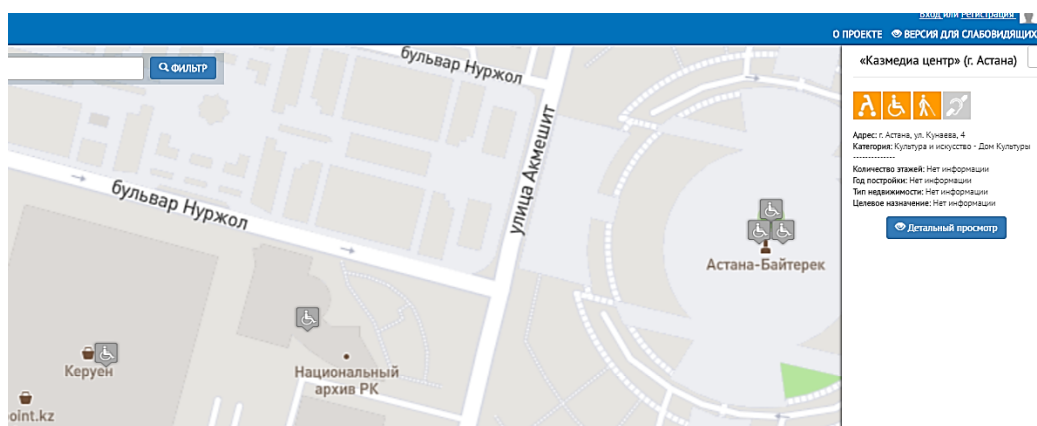


Рис.2. Интерактивная карта доступности Казахстана

Авторами был сделан вывод о недостаточной информативности существующих карт, информацию можно получить только об объекте, который помечен значком доступности.

Что уже сделано в Республике Казахстан? В крупных городах устанавливаются пандусы, утепленные остановочные павильоны с укладкой наземных тактильных плит, специальное оборудование в санитарно-гигиенических комнатах, звонки вызова сотрудников для сопровождения, тактильные информаци-

онные стенды и таблички, принимаются меры по адаптации улично-дорожной сети города, развивается служба инватакси. Создаются такие социальные проекты как:

- 1) «Пандус-Ок» – создание доступной среды для маломобильных групп населения;
- 2) «Приобщение молодежи с ограниченными возможностями занятию доступными видами спорта»;
- 4) «Труд всем» – целью проекта является повышение трудовой активности среди людей с ограниченными возможностями;
- 5) «Благородная помощь отважных людей» [5].

В небольших населенных пунктах, доступных объектов гораздо меньше.

В целом можно говорить о частичной доступности элементов инфраструктуры для маломобильных групп населения, хотя реализация Плана мероприятий по обеспечению прав и улучшению качества жизни инвалидов вошла в завершающую стадию.

В рамках проведения исследования авторами изучается процесс создания карт доступности в геоинформационных системах, включающий следующие этапы:

- 1) сбор данных и формирование базы данных;
- 2) анализ факторов, определяющих степень генерализации;
- 3) разработка системы условных обозначений;
- 4) формирование рабочего набора для хранения и печати.

Формирование базы данных – сложный процесс, объединяющей анализ разносторонней геопространственной и атрибутивной информации, полученной из различных источников, представленных в таблице.

Структура базы данных карты доступности

Раздел	Источник данных	Набор объектов	Атрибутивная информация
Объекты городской инфраструктуры	Данные дистанционного зондирования, справочная информация	Здания, сооружения, сеть улиц и проездов	Расположение объекта, название улиц, категория объекта: медицинские, учебные, торговые, развлекательные
Природная среда	Данные дистанционного зондирования	Ландшафтные объекты, естественная растительность, зеленые насаждения	Расположение объекта
Общественный транспорт	Справочная информация	Маршруты движения транспорта	Номера маршрутов, положение остановок, адаптированность транспорта
Доступ к объектам городской инфраструктуры	Наземная съемка GPS-приемником, справочная информация	Элементы материально-технического оснащения объектов	Оборудованность объекта: звуковые светофоры и тактильное покрытие, пандусы, лифты, подъемники, средства визуальной и звуковой информации

При создании специальных карт доступности должны учитываться индивидуальные запросы людей с ограниченными возможностями – доступность входной зоны объекта, наличие пандусов, поручней, кнопок вызова помощи, тактильной плитки, возможность прокладки маршрута, наличие средств адаптированного транспорта, санитарно-гигиенических помещений и т.д.

Сбор данных для таких карт доступности, учитывая специфику показываемых объектов и услуг, включает наземные исследования с использованием GPS-приемников, получение информации по материалам дистанционного зондирования и использование справочной информации.

Развитие методов космической навигации и дистанционного зондирования, привело к появлению новых возможностей в картографировании. Аэрокосмические снимки дают актуальное, генерализованное, интегрированное изображение объектов земной поверхности, служащее растровой картографической основой для создания цифровых тематических карт.

Использование данных дистанционного зондирования в тематическом картографировании позволяет получить растрово-векторную основу, наполненную семантической и позиционной информацией.

В процессе сбора данных из материалов дистанционного зондирования, было выявлено, что использование аэрокосмоснимков не может полностью решить поставленную задачу при создании карт доступности. Наиболее важные количественные и качественные характеристики объектов инфраструктуры для оценки степени их доступности неразличимы по снимкам (наличие остановок, пандусов, тактильного покрытия, качество покрытия дорог, звуковые сигнализаторы для пешеходов, обустроенность входных групп зданий и т.п.). Большая часть информации может быть получена только полевым обследованием объектов с уточнением всех интересующих параметров и наземной GPS-съемкой.

Визуально отобразить такие параметры позволяют картографические средства – условные знаки. Разработка условных знаков для карт доступной среды является важной задачей, и требует всестороннего исследования.

Кроме того, что карта должна содержать необходимую информацию для людей с нарушениями опорно-двигательного аппарата и с осложнениями по зрению или слуху, она должна легко читаться и восприниматься слабовидящими пользователями. Такие пользователи предъявляют запросы, характеризующие специфические требования к графическому оформлению карты. Выбор и разработка условных знаков должны опираться на картографические, физиологические и психологические исследования. Необходимо проанализировать и выбрать наиболее эффективные графические средства, фигуры и знаки, различающиеся по форме, размерам, цветовым тонам [6].

Здесь имеет место технология динамического когнитивного картографирования, основанная на формальном представлении знаний об особенностях визуального восприятия информации пользователями различных категорий. Одним из ключевых компонентов технологии является специализированная онтология пользовательского представления, описывающая визуальные картографические стереотипы для различных категорий пользователей [7].

Разработка системы условных знаков основана на принципах теории мимесиса или подражания. Воссоздание окружающего мира средствами языка карты во многом основано на подражании действительности: цвет знаков повторяет или близок к цвету реальных объектов (зеленый цвет для изображения растительности, голубой – гидрографии). Узнавание реальных объектов на картах – не примитивный процесс, он включает механизм памяти, ассоциативности, сопоставления, оценки [8]. Изображение объектов действительности с помощью условных знаков отображает семантические зависимости картографического изображения и объекта окружающей действительности.

На выбор способа и полноты изображения элементов на карте влияют следующие факторы:

- 1) тематика и масштаб карты;
- 2) структура картографируемого явления, процесса;
- 3) вид исходных данных;
- 4) пространственное размещение явления [9].

Тематика карты – «доступность элементов городской инфраструктуры» – определяет следующие первостепенные объекты для отображения:

- объекты социальной инфраструктуры с полным или частичным доступом для маломобильных групп населения;
- тротуары, оснащенные тактильной плиткой и пологими съездами;
- маршруты общественного транспорта, адаптированного для людей с инвалидностью;
- доступность остановочных пунктов общественного транспорта;
- звуковые светофоры;
- наличие разметки пешеходного перехода;
- зоны для парковки автомобиля инвалида.

При уменьшении масштаба карты уменьшается и площадь карты, что влечет за собой невозможность детального отображения всех данных. Объекты при уменьшении масштаба теряют геометрическую точность и достоверность. В геоинформационных системах поддерживаются мультимасштабные карты – динамические карты, которые отображают данные по-разному в разных диапазонах масштабов, таким образом необходима разработка сразу нескольких наборов условных знаков для карт доступности, в зависимости от масштаба.

Анализ картографического обеспечения Плана мероприятий по обеспечению прав и улучшению качества жизни инвалидов в Республике Казахстан показал, что на данный момент материально-техническое оснащение и картографическое отображение данной информации не синхронизированы.

Приоритетность на государственном уровне программ доступности и информационного обеспечения населения повышает роль картографического метода при отображении элементов городской инфраструктуры. При создании карт доступности используются современные методы картографирования и универсальные способы визуализации исследуемых объектов.

Положительным эффектом от создания карты доступности левобережья города Астана является ускорение процесса интеграции и социализации людей с инвалидностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Конвенция о правах инвалидов / Резолюция 61/106 76-го пленарного заседания сессии Генеральной Ассамблеи. – 2006. – 32 с.
2. Современное состояние и перспективы развития тактильной картографии Пошивайло Я.Г., Дмитриев Д.В., Лесневский Ю.Ю. Материалы Международной конференции ИнтерКарто/ИнтерГИС. 2014. Т. 23. С. 607.
3. Информационно-правовая система «Әділет» [Электронный ресурс]: сайт/. – Режим доступа: <http://adilet.zan.kz> (дата обращения: 16.01.2018).
4. Официальный интернет-ресурс акимата города Астаны [Электронный ресурс]: сайт/. – Режим доступа: <http://astana.gov.kz> (дата обращения: 16.01.2018).
5. Министерство труда и социальной защиты населения Республики Казахстан [Электронный ресурс]: сайт/. – Режим доступа: <http://www.enbek.gov.kz> (дата обращения: 18.01.2018).
6. Пошивайло Я. Г., Андрюхина Ю. Н. Исследование особенностей восприятия тактильных условных знаков школьниками с ограничением зрительной функции // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. Т. 2. – С. 78–83.
7. Шишаев М. Г., Порядин Т. А. Проблема формирования эффективных картографических интерфейсов информационных систем для задач управления территориями // Труды Кольского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Вып. 5 (18). – С. 69–76.
8. Создание атласа «Улицы Новосибирска для автомобилистов и пешеходов» / В. А. Середович [и др.] // ГЕО-Сибирь-2005. Науч. конгр. : сб. материалов в 7 т. (Новосибирск, 25–29 апреля 2005 г.). – Новосибирск : СГГА, 2005. Т. 1, ч. 1. – С. 234–237.
9. Дышлюк С. С., Женибекова А. Б. К вопросу формализации способов отображения в среде ГИС // Вестник СГГА. – 2016. – Вып. 1 (1). – С. 184–188.

© Д. Н. Рычкова, Я. Г. Пошивайло, 2018

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОБРАБОТКИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ РАСКОПОК НА ОБЪЕКТЕ «КРАСНОЯРСК. СТОЯНКА КРУТАЯ»

Владислав Игоревич Куницкий

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант кафедры космической и физической геодезии, тел. (913)726-58-00, e-mail: elfriob@ya.ru

Елена Геннадьевна Гиенко

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры космической и физической геодезии, тел. (913)376-52-24, e-mail: elenagienko@yandex.ru

В статье рассмотрены процедуры, позволяющие усовершенствовать методику обработки геодезических данных при археологических раскопках, такие, как разработка системы кодов, трансформация снимков и нанесение находок на план.

Ключевые слова: системы автоматизированного проектирования, географическая информационная система, камеральная обработка, археологические раскопки.

IMPROVEMENT OF THE METHOD OF PROCESSING OF GEODESIC MEASUREMENTS FOR ARCHAEOLOGICAL EXCAVATIONS AT THE «KRASNOYARSK. KRUTAYA»

Vladislav I. Kunitskiy

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Space and Physical Geodesy, phone: (913)726-58-00, e-mail: elfriob@ya.ru

Elena G. Gienko

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Space and Physical Geodesy, phone: (913)376-52-24, e-mail: elenagienko@yandex.ru

The article describes the procedures that allow improving the methodology of processing of geodetic data during archaeological excavations, such as development of a system of codes, transformation of images and drawing of findings in the plan.

Key words: computer-aided design systems, geographic information system, office processing, archaeological excavations.

Введение

Хотя в археологии все еще активно применяются традиционные для археологических работ инструменты (нивелиры, теодолиты и рулетки), в последние годы их вытесняют электронные тахеометры, которые, как показывает практика, значительно упрощают и ускоряют рабочий процесс и более того,

дают новые возможности для обработки отснятого материала. Использование нового геодезического оборудования не просто упрощает и ускоряет процесс фиксации при археологических изысканиях, но и существенно изменяет методику проведения раскопок, а самое главное, предоставляет абсолютно новые возможности для обработки и анализа представленной информации, например, создание трехмерных моделей как поверхности археологического памятника и всех открываемых в ходе работы культурных слоев и объектов, так и раскопа в целом, что позволяет выйти на новый уровень восстановления памятников. Создание трехмерной модели раскопа с рассредоточением всех находок, визуализацией культурных слоев и объектов, возможно в мощных ГИС-программах, таких как ArcGIS Desktop, ГИС «Панорама» и др. [1, 2]. Первый шаг к этому – грамотное тахеометрическое сопровождение археологических раскопок [1]. Наибольшие сложности возникают на следующем этапе – этапе обработки полученных данных, поскольку при геодезическом сопровождении археологических раскопок, в отличие от рядовой топографической съемки, необходимо фиксировать большое количество находок различных категорий, расположенных на разных горизонтах, во многих случаях с большой плотностью для отображения на плане.

Целью настоящего исследования является совершенствование камеральной обработки геодезических данных при выполнении археологических раскопок, с учетом специфики работ. Основная задача состоит в получении готовых технических решений для структуризации большого количества находок и визуализации получаемых результатов.

Оперативная камеральная обработка позволяет выявить ошибки еще в поле, а также представить целостную картину раскопа с возможностью вывода на печать [1]. В [3] рассмотрены возможности методов современной геодезии, цифровой фотограмметрии и картографии в приложении к археологическим исследованиям. Авторы [4], проанализировав принципы формирования навигационного и геодезического обеспечения археологических и этнографических исследований (НиГООАЭИ), предложили свою оригинальную методику реализации.

В статье рассмотрены процедуры, позволяющие усовершенствовать методику обработки геодезических данных при археологических раскопках, такие, как разработка системы кодов, трансформация снимков и нанесение находок на план, на примере выявленного объекта археологического наследия «Красноярск. Стоянка Крутая» в составе ООО «Красноярская Геоархеология» [5]. Общее руководство работами осуществлялось держателем открытого листа к. и. н. Артемьевым Е. В. Место проведения работ – Россия, Красноярский край, город Красноярск, Октябрьский район.

Система кодов

В настоящее время нет нормативно закрепленных правил составления системы кодов при топографической съемке археологических объектов. Перед началом археологических изысканий необходимо самостоятельно разработать простую и понятную систему кодов. Здесь важно соблюдать единообразие, что зна-

чительно упрощает сортировку и обработку материала. В качестве примера в таблице приведена система кодов, которая применялась авторами статьи на выявленном объекте археологического наследия «Красноярск. Стоянка Крутая».

Система кодов при проведении топографической съемки

Тип	Название	Описание
Культурный слой	r№_№	ks№
Стенки		rp_prof
«Кресты»	r№_obj№_№	rp_ks№
Находки	r№_f№	find_ks№

Система кодов позволяет разделить всю съемку на категории, в названии указывается основная информация, а в описании вспомогательная. В таблице 1 в названии обозначены: r№ – номер раскопа, № – порядковый номер точки, f№ – номер находки. В описании: ks№ – культурный слой или зачистка, в зависимости от задачи; find_ks№ – культурный слой на котором зафиксирована находка; rp – опознаки («кресты») на поверхности/стенках раскопа, предназначены для дальнейшей обработки фотографий. Объекты, которые требуют отдельного отображения на плане, обозначаются obj; вертикальные стенки или объекты – prof. Так описание rp_prof относится к кресту на вертикальной стенке, rp_ks№ – к кресту объекта. На рис. 1 представлена система кодов на плане.

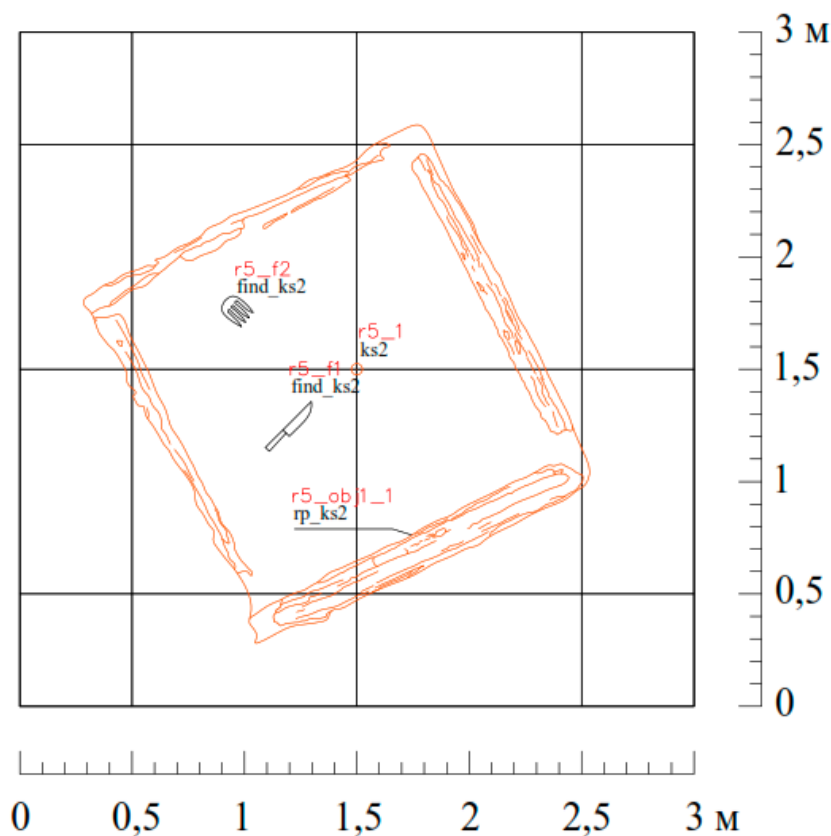


Рис. 1. Система кодов на плане

Грамотно составленная система кодов значительно упрощает дальнейшую обработку и сортировку материала по категориям. При камеральной обработке код дает необходимый минимум сведений об объекте.

Трансформация снимков

Важное место в последующей обработке материала занимает отрисовка объектов, их представление как в плане, так и в разрезе. Для этого необходимо сделать снимки объекта с опознаками («крестами», сделанными из пленочного отражателя). Важную роль в процессе съемки играет подходящий тон и контраст. Нельзя использовать грубые, бледные, слишком плотные или малоконтрастные фотографии. Хорошая сбалансированность позволяет точно воспроизводить цвета [6]. В источнике [7] изложены основы археологической фотографии.

Современные профессиональные фотоаппараты позволяют получать качественные изображения высокого разрешения. На рассматриваемом объекте предпочтение отдавалось зеркальным фотоаппаратам Canon. Хороший фотоаппарат облегчает получение технически совершенных изображений, но в большей степени качество фиксируемого изображения зависит от уровня подготовки самого фотографа [7].

Снимки с опознаками («крестами») являются техническими, тем не менее, они служат основой при оцифровке объектов, поэтому, помимо основных правил при фотосъемке, следует обратить внимание на «кресты». Для работы с опознаками на археологических объектах рекомендуется соблюдать следующие условия:

- при фотосъемке обращать внимание на последующее распознавание крестов на снимке. Кресты должны выделяться на фоне и иметь соответствующий размер;
- на снимке должно быть не менее четырех крестов, по всему периметру объекта;
- для объединения (склейки) снимков необходимо иметь не менее двух общих точек по краям объекта.

Трансформированные снимки будут служить в качестве подложки при отрисовке объекта в плане и стенок раскопа.

Кроме того, на плане необходимо указать, с какой стороны проводилась фотосъемка, а также границы разреза. Для удобства в ПО AutoCAD можно использовать динамические блоки, то есть блоки с дополнительными параметрами (поворот, перемещение и другие). Достаточно один раз сделать эталонный пример и использовать его в дальнейшем, просто изменяя параметры.

Трансформация снимков выполняется с помощью ГИС программы Global Mapper [8], данная процедура позволяет получить реальную форму объекта, кроме этого, есть возможность объединения (склейки) нескольких снимков в одно изображение. В Global Mapper загружается dwg-файл тахеометрической

съемки и растровое изображение (растр), а затем сопоставляются точки. При экспорте растра можно задать несколько форматов хранения метаданных, для более удобной загрузки его в AutoCAD, так как именно в данном программном обеспечении создаются планы и стратиграфия. С помощью lisp-программы можно загружать один или все растры из папки по метаданным, что очень удобно при отрисовке стенок. Кроме того, при использовании данного метода, всегда будут известны высотные отметки на каждом слое или участке.

Авторами были выработаны следующие рекомендации для работы со стратиграфией:

- 1) угловые марки оставить общие, а не отдельные для каждой соседней стенки, так стенки точнее стыкуются;
- 2) склейка снимков будет точнее, если перед объединением, обрезать снимок по крестам с небольшим запасом;
- 3) фотографии стенок трансформируются отдельно, а затем последовательно загружаются в dwg-файл, для более удобной отрисовки слоев.

На рис. 2 представлен пример стыковки западной и северной стенки раскопа.

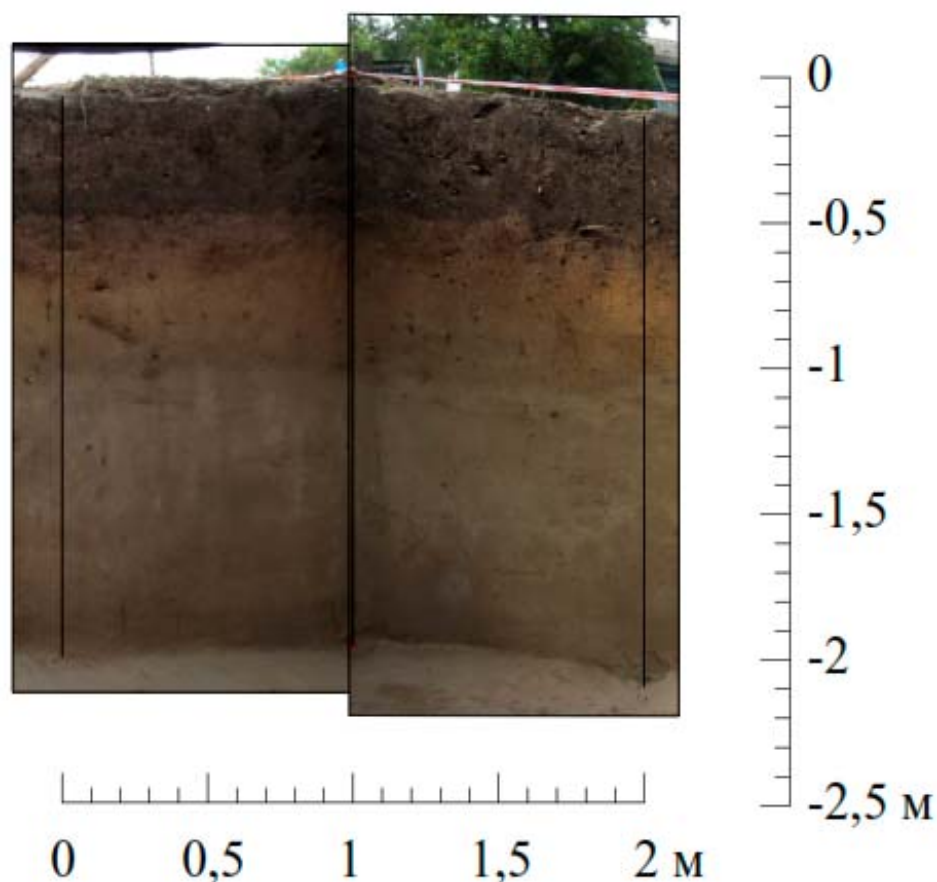


Рис. 2. Пример стыковки двух стенок

Нанесение находок на план

При нанесении находок на план в ПО AutoCAD авторами предлагается использовать блоки. На первом этапе создается блок из текстовых меток – номера находки и высоты, устанавливается требуемый стиль.

Далее понадобится небольшая утилита CadTools, предназначенная для мелких проектных работ и включающая в себя более 50 команд [9]. В данной утилите используется функция импорта/экспорта точек и рисования блоков по координатам. Это позволит значительно ускорить процесс присвоения условных знаков находкам.

Несмотря на отсутствие поддержки русского языка, утилита проста в использовании. И, что немаловажно, процесс обучения нужным в работе функциям занимает немного времени.

Текстовые обозначения находок в виде блока наносятся на план с помощью CadTools. Условные знаки наносятся отдельно, сразу для множества находок одного типа. Поэтому желательно заранее согласовать список условных обозначений, чтобы при создании описи указывался код находки, а затем присвоить значку в виде блока имя, соответствующее коду. Иначе камеральному работнику нужно будет составлять упрощенную опись находок, для последующего нанесения условных знаков на план.

На планах фиксируются все особенности содержания культурного слоя, все выявляемые объекты с указанием нивелировочных отметок, а также находки (в соответствии с номерами полевой описи) и массовый материал [10]. Планы и стратиграфия предоставляются в формате PDF для дальнейшего формирования отчета.

Заключение

К сожалению, в археологии не существует определенных стандартов и методик геодезического сопровождения археологических раскопок, что сказывается на качестве и скорости выполнения работы. Именно поэтому поиск оптимального решения задачи занимает немало времени. Описанный в статье метод нанесения находок, по мнению авторов, является оптимальным и имеет свои преимущества, так как гораздо проще внести исправления в один блок, чем в множество текстовых меток, кроме этого, достаточно просто экспортировать координаты всех находок. Объединенные и трансформированные с учетом полученных рекомендаций фотоснимки использовались в качестве подложки при отрисовке как объекта в плане, так и стенок раскопа. Благодаря разработанной методике было значительно упрощены нанесение находок на план и последующая работа с ними. Только на одном раскопе рассматриваемого объекта было найдено более трех тысяч находок. Главной проблемой было не нанесение находок на план и присвоение условных знаков, а высокая плотность находок, из-за чего план в особо проблемных частях был вовсе нечитаемый.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зайцева О. В., Пушкарев А.А. Тахеометрическая съемка в археологических исследованиях : учеб.-метод. пособие. – Новосибирск : Новосиб. гос. ун-т, Томск. гос. ун-т, 2010. – 48 с.
2. Геодезические работы на археологическом памятнике XVII-XVIII века «Ананьино» / Л. В. Быков, Л. В. Татаурова, П. В. Орлов, А. Е. Анисимов, Р. Л. Полухин, С. В. Барте-нев // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новоси-бирск, 13–25 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т. 1. – С. 64–67.
3. Быков Л. В., Быков А. Л., Лашов М. В., Татаурова Л. В. Геодезическое обеспечение археологических исследований // Вестник Омского университета. – 2012. – № 3. – С. 85–93.
4. Вергунов Е. Г., Крейдун Ю. А., Постнов А. В. Информационное обеспечение поле-вых археологических и этнографических исследований методами археологической геоде-зии // Ползуновский вестник. – Барнаул, 2004. – № 3 – С. 42–51.
5. ООО "Красноярская Геоархеология" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rusprofile.ru/id/3152961>.
6. Шакиров З. Г. Методы фиксации в археологии. – Казань : Казан. ун-т, 2015. – 110 с.
7. Мыльников В. П., Мыльникова Л. Н. Фотография в археологии : учеб.-метод. посо-бие. – Новосибирск : Новосиб. гос. ун-т, ИАЭТ СО РАН, 2009. – 136 с.
8. Global Mapper - All-in-one GIS Software [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.bluemarblegeo.com/products/global-mapper.php>.
9. Lars Karlsson CadTools Reference Manual : руководство пользователя – Sweden, 2014. – 112 с.
10. Положение о порядке проведения археологических полевых работ (археологиче-ских раскопок и разведок) и составления научной отчетной документации // Институт архео-логии РАН. – М., 2013. – 31 с.

© В. И. Куницкий, Е. Г. Гиенко, 2018

ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ СПУФИНГУИ ПОВЫШЕНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ АППАРАТУРЫ ПОТРЕБИТЕЛЯ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ

Александр Сергеевич Толстиков

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры специальных устройств, инноватики и метрологии, тел. (383)361-07-45, e-mail: tolstikov@mail.ksn.ru

Андрей Евгеньевич Ушаков

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, магистрант кафедры защиты информации, факультет автоматики и вычислительной техники, e-mail: ushakov_andrey@mail.ru

Работа представляет собой обзор литературных источников, посвященных вопросам помехоустойчивости средств координатно-временных определений на основе технологий глобальных навигационных спутниковых систем. Рассмотрены проблемы уязвимости аппаратуры приема навигационных сигналов к спуфинговым воздействиям – специально сформированным сигналам – структурно-подобным навигационным сигналам. Обсуждаются меры по обнаружению и противодействию спуфинговым атакам. Приведены варианты расчета формирования спуфинговых атак на основе моделирования беззапросной измерительной информации.

Ключевые слова: глобальные навигационные спутниковые системы, координатно-временные определения, помехоустойчивость, спуфинг.

COUNTERING SPOOFING AND IMPROVING THE NOISE IMMUNITY OF COORDINATE-TIME DEFINITIONS OF GNSS TECHNOLOGIES

Alexander S. Tolstikov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, D. Sc., Professor, Department of Special-purpose Devices, Innovatics and Metrology, phone: (383)210-11-85, e-mail: tolstikov@mail.ksn.ru

Andrey E. Ushakov

Novosibirsk State Technical University, 20, Prospect K. Marx St., Novosibirsk, 630073, Russia, Graduate, Department of Information Security, Faculty of Automation and Computer Engineering, e-mail: ushakov_andrey@mail.ru

The work is a review of the literature on the issues of noise immunity of means of coordinate-time definitions based on Global Navigation Satellite Systems technologies. Considered the problems of the vulnerability of the equipment for receiving navigation signals to spoofing effects- specially formed signals-are structurally similar to navigation signals. Measures to detect and countering spoofing attacks are discussed. The variants of calculating the formation of spoofing attacks on the basis of simulation of non-interrogative measurement information are given.

Key words: global navigation satellite systems, coordinate-time definitions, noise immunity, spoofing attack.

Введение

Технологии спутниковой навигации, общеизвестные как ГНСС (Глобальные Навигационные Спутниковые Системы), получили широкое применение для решения задач гражданского и военного назначения. Потребитель ГНСС-технологий с помощью аппаратуры приема навигационных сигналов имеет возможность определять свои координаты в той или иной системе координат, определять параметры движения объектов и точное время. Достоверность и достаточная точность решения этих задач обеспечивается в благоприятных условиях приема навигационных радиосигналов. Однако низкая мощность и открытая структура ГНСС-сигналов сделала эти сигналы уязвимыми к намеренному искажению.

Наряду с традиционными широкополосными и узкополосными помехами особое внимание следует уделять так называемым спуфинговым (spoofing) помехам, структурно подобным самому навигационному сигналу, но отличающимися от него некоторыми параметрами [1]. Применение спуфинга позволяет не только разрушить решение основной задачи координатно-временных определений потребителя, но и навязать решение ложной задачи в интересах постановщика спуфинга.

Эти обстоятельства рождают два направления исследований помехоустойчивости ГНСС-технологий. Первое направление ориентировано на исследование возможностей обнаружения намеренных помех и компенсации действия этих помех на результат координатно-временных определений потребителя [2, 3]. Второе направление – включает в себя анализ методов организации намеренных помех и разработку методов расчета спуфинговых атак [4-6].

Уязвимости в пользовательском сегменте

Любая ГНСС-система представляет собой многоуровневую информационно-измерительную систему. Устройства приема навигационных сигналов являются первыми в системе навигации, где требуется защита от воздействий противника. Одним из недостатков систем глобального позиционирования является то, что в пользовательском сегменте невозможно проверять правильность получаемых данных. То есть, получаемый сигнал может быть уже изменен, а приемник сигнала будет показывать ложное местоположение. Данные исследования были проведены в рамках экспериментов [7].

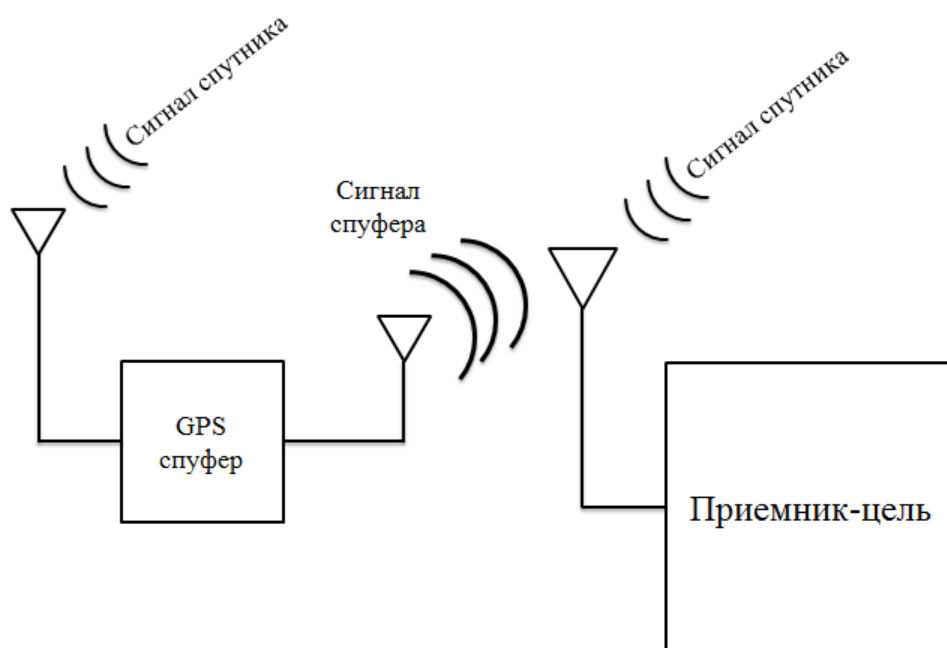
Создание помеховой обстановки, изменение или подмена передаваемой навигационной информации на приемник, может привести к большой погрешности в вычислении реального местоположения. Данные исследования в области воздействия на навигационный сигнал были проведены экспертами компании eScan. Полученные в ходе исследований результаты говорят о том, что на данный момент почти все приемники навигационного сигнала подвержены атакам. Вопросы противодействия этим атакам становятся с каждым годом все более актуальны [8, 9].

Спуфинг-атаки на ГНСС-технологии

Перечень воздействий на системы навигационного оборудования очень велик, но можно выделить два наиболее часто используемых вида атак на приемник, блокирование сигнала и подмену (спуфинг).

Если с блокированием сигнала все понятно, системы подавления сигнала применяются как в военной сфере, так и в гражданской, то понятие спуфинг, достаточно ново. Принцип данного воздействия можно представить следующим образом. Для проведения атаки, злоумышленник транслирует поддельный навигационный сигнал со схожими характеристиками, но с более высоким уровнем, чем истинный. Приемник автоматически отдает приоритет сигналам с лучшим качеством приема, таким образом, злоумышленник перехватывает управление над приемником навигационного сигнала и устройством, в котором он установлен. На основе передаваемого ложного сигнала приемник вычисляет ошибочные координаты своего местоположения. Изменение местоположения происходит постепенно, чтобы устройство не включило режим блокировки, и злоумышленник в этот момент не стал лишь передатчиком помех. Получив контроль над устройством, злоумышленник может использовать его в своих интересах.

При блокировании спутника прием данных полностью прекращается, поэтому легко можно выявить, что результаты ненадежны. Но при спуфинге определить дезинформирующий сигнал непросто, и выходные данные можно принять за надежные результаты. Таким образом, обнаружение спуфинга и методы борьбы с ним представляются очень важными. На рисунке показана одна из возможных схем реализации спуфинга.



Структура и функционирование спуфинга

В [10] спуфинг-атаки разделяются на несколько видов:

- атаки, проведенные с помощью простых спуферов (используются навигационные имитаторы сигналов, передающие несинхронизированный спуфинг-сигнал) [11];
- промежуточных спуферов (используется приемник навигационных сигналов, ретранслирующий эти сигналы без изменений или с небольшими модификациями после извлечения навигационных данных) [7, 12];
- сложных спуферов (несколько приемно-спуфинговых устройств с общим опорным генератором передают ложные навигационные сигналы синхронно друг с другом и с транслируемыми сигналами) [10].

Имитатор ГНСС-сигнала позволяет выполнить простую форму спуфинга (генерированные сигналы, по сути, не синхронизированы с реальными сигналами), которую можно обнаружить разными методами защиты от дезинформирующих помех. Усовершенствованный спуфер на базе приемника, который может использовать несколько передающих антенн, – это наиболее сложный и эффективный тип спуфинга. Однако этот вид спуфера очень сложно реализовать из-за трудности учета геометрии расположения излучающих антенн и движения атакуемого приемника [10, 11].

Способы повышения помехозащищенности

Существуют следующие виды преднамеренных помех:

1. Шумовая, или иначе маскирующая помеха с шириной спектра согласованной с полосой спектра информативного сигнала.
2. Помеха со сложным законом модуляции. По эффекту воздействия подобна шумовой помехе.
3. Сигнал с немодулированной несущей частотой.
4. Имитационная помеха. Сигнал помехи является структурно подобным навигационному сигналу.

Навигационные приемные устройства должны проектироваться с учетом необходимости противодействия помехам, как непреднамеренным, так и организованным. Примером может быть попадание в рабочую полосу частот радиоприемного устройства высших гармонических составляющих излучения передатчиков систем связи.

Методы антиспуфинга бывают двух типов: шифровальные и нешифровальные. Шифровальные методы используют непредсказуемые коды безопасности, содержащиеся в навигационных сигналах, тем самым, они более сложные и требуют изменений в структуре GPS [13]. В нешифровальных методах эти коды не применяются, они основаны на использовании изменений или различных свойств полученных сигналов. В таких методах обычно используются многоантенные и многочастотные приемники, а также дифференциальные станции [14].

Одним из отличий военных и гражданских сигналов спутника, является отсутствие возможности проверки подлинности сигнала. Если военный сигнал

имеет определенную криптографическую стойкость, то гражданский сигнал не защищен таким образом [8]. Вопрос проверки подлинности сигнала в гражданской сфере может быть решен применением электронной цифровой подписи в передаваемых сигналах. Передаваемый сигнал не будет зашифрован полностью как это происходит в военном сигнале, а в конце сообщения будет стоять уникальный идентификатор для данного устройства. Получив сообщение, приемник сигнала удостоверит принятую информацию и сигнализирует пользователю о том, что получаемые им сведения подлинны. Проверку подлинности информации, передаваемой от спутника можно осуществлять и по другим характеристикам сигнала (интенсивность, мощность).

Для ослабления спуфинга в нешифровальных методах обычно используются следующие приемы:

1) Контроль уровня сигнала GPS - производится наблюдение за средним уровнем принимаемого сигнала, и высокие или низкие значения позволяют судить о вероятности спуфинга [15-17].

2) Контроль изменений уровня сигнала GPS - производится отслеживание изменений уровня сигнала, их запись и сравнение с предыдущим записанным значением. Большие изменения в этих измерениях могут указывать на спуфинг-атаку [11].

3) Контроль скорости изменения псевдодальности - любые значительные и неожиданные изменения в значениях псевдодальности могут говорить о наличии спуфинг-атаки. В данной работе используется именно этот метод обнаружения спуфинг-атак [12].

4) Запись временных сдвигов - GPS-приемники имеют точные часы. По временным данным можно понять, подвергается ли GPS-сигнал спуфингу. Большая временная разница в показаниях часов приемника и спутника может говорить о вероятности спуфинга. Следует отметить, что этот метод требует более тщательного изучения [10, 12].

Повышению помехоустойчивости и точности аппаратуры ГНСС пользователей способствует одновременное использование сигналов двух ГНСС – российской GLONASS и американской GPS [10-12, 18-20].

Один из моментов, которые требуют особого внимания при комбинировании GPS и GLONASS – это структурные различия между системами. Некоторые различия касаются координатных и временных систем. Например, в GPS используется система WGS 1984 (WGS-84), а в GLONASS – система «Параметры Земли» 1990 (ПЗ-90.02). Это неизбежная и весьма важная проблема для всех интегрированных систем [13, 20].

Расчет спуфинговой атаки

В качестве иллюстрации рассмотрим вариант расчета параметров спуфинговой атаки на приемник навигационного сигнала беспилотного летательного аппарата (БПЛА) с целью изменения координат его наведения на цель.

Исходными данными для решения задач позиционирования на основе ГНСС технологий являются геометрические дальности от орбитальной группировки навигационных спутников до ресивера потребителя

$$\rho(\mathbf{u}_{R_i}, \mathbf{u}_{S_i}) = \sqrt{(x_{S_i} - x_R)^2 + (y_{S_i} - y_R)^2 + (z_{S_i} - z_R)^2}.$$

Здесь $\mathbf{u}_S^T = [x_S, y_S, z_S]$ и $\mathbf{u}_R^T = [x_R, y_R, z_R]$ - векторы текущих координат навигационных спутников и координат ресивера соответственно.

Полагая, что для наведения БПЛА используются кодовые одночастотные приемники навигационных сигналов, в качестве меры этой геометрической дальности используются кодовые псевдодальности

$$Y_i = \rho_i(\mathbf{u}_R, \mathbf{u}_{S_i}) + (\Delta T_R + \Delta T_{S_i})c + \sum_{k=1}^N q_k,$$

где Y_i – интервалы времени прохождения навигационных сигналов от навигационных спутников до ресивера потребителя,

$\Delta T_R, \Delta T_{S_i}$ - уходы часов ресивера и бортовых часов относительно эталонного времени,

q_k - факторы различной природы, влияющие на точность измерений геометрической дальности (задержки сигналов в ионосферном и тропосферном слоях, релятивистские задержки и др.).

Оценивание координат ресивера $\mathbf{u}_R^T = [x_R, y_R, z_R]$ – цели наведения БПЛА, сводится к решению линеаризованной системы алгебраических уравнений с неточно заданной правой частью

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{u}_R = \mathbf{Y} + \Delta,$$

где $\mathbf{A}$ - матрица направляющих косинусов от ресивера на навигационные спутники орбитальной группировки,

$\mathbf{Y}$ - вектор измеренных псевдодальностей,

Δ - обобщенный вектор всех влияющих факторов.

Для расчета спуфинговой атаки вводятся новые координаты ложной цели БПЛА $\mathbf{u}_{SP}^T = [x_{SP}, y_{SP}, z_{SP}]$ и для этих координат на основы системы алгебраических уравнений $\mathbf{A} \cdot \mathbf{u}_{SP} = \mathbf{Y}_{SP}$ рассчитывается вектор ложных псевдодальностей $\mathbf{Y}_{SP}$. Реализация расчетных составляющих вектора $\mathbf{Y}_{SP}$ обеспечивается путем введения коррекций в положение бортовых шкал времени ΔT_{S_i} таким образом, чтобы в сумме с измеренными псевдодальностями $\mathbf{Y}$ эти поправки составляли $\mathbf{Y}_{SP}$.

С помощью программного имитатора измерительной информации «ModBis24» и пакета «Mathcad14» в режиме имитационного моделирования были проведены исследования сформированных подобным образом спуфинг-атак на точность решения задачи позиционирования. Полученные результаты показывают, что структурно-подобные помехи, воздействуя на аппаратуру потребителя ГНСС, могут вводить большую погрешность определения координат местоположения (более 1000 м), что в некоторых случаях, может привести к критическим последствиям.

Заключение

В последнее время резко увеличилось число исследований, посвященных антиспуфингу. Большое продвижение было сделано в области обнаружения спуфинг-атак. Исследователи университета Калгари из группы определения местоположения и навигации представили итоговый обзор разных поколений спуфинга и способы противодействия ему [6, 10]. Разработанные способы противодействия спуфингу можно классифицировать с разных точек зрения.

Настоящая работа посвящена проблеме противодействия спуфингу и повышению помехоустойчивости навигационно-временных определений ГНСС. С целью решения указанной проблемы в работе проведен анализ имеющихся источников литературы, в том числе зарубежных, по данным вопросам исследования. Трудно дать конкретный совет по самозащите от подобного взлома. Можно попробовать всегда следить за показаниями сигналов GPS, ГЛОНАСС и использовать методы локации, основанные на сотовых вышках или точках доступа Wi-Fi. Но в ручном режиме делать это невозможно, а приложений для подобной сверки пока нет.

С другой стороны, для борьбы с помехами, спектр которых весьма обширный и известный, применяются методы [21]: пространственная адаптивная фильтрация; применение адаптивных режекторных фильтров в рабочей полосе частот; использование схем компенсации помех; пространственная селекция сигналов и помех.

Существует ряд технических решений, реализованных в таких устройствах и алгоритмах, но, как показал опыт, эффективных реализаций методов адаптивной фильтрации и пространственной селекции для широкого применения не разработано. Методы борьбы с помехами опираются в основном на различия между полезным и помеховым сигналом. Существует множество различных способов построения и применения адаптивных антенных систем. Наиболее эффективно они позволяют решать задачи, связанные с подавлением помех [22]. Существуют различные схемы формирования многолучевых диаграмм. При двухмерном управлении лучами наиболее перспективно применение диаграммообразующих схем [23].

Таким образом, разработка научно-методического аппарата защиты навигационных приемников от внешних программно-аппаратных воздействий является важной научно-практической задачей и требует дальнейшего развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Anonymous, Vulnerability assessment of the transportation infrastructure relying on the Global Positioning System. 2001, John A. Volpe National Transportation Systems Center.
2. Wen, H., Huang, P.Y., Dyer, J., Archinal, A., Fagan, J., Countermeasures for GPS Signal Spoofing, ION GNSS 2005. Long Beach, CA, 2005, pp. 1285-1290.
3. Warner, J.S. and Johnston, R.G., GPS spoofing countermeasures. Homeland Security Journal, 2003.vol. 25, no. 2, pp.19-27.
4. Shepard, D., Bhatti, J.A. and Humphreys, T.E., Drone Hack: Spoofing Attack Demonstration on a Civilian Unmanned Aerial Vehicle. GPS World, 2012, vol. 23, no.8, pp. 30.
5. Cameron, A., Spoofer and Detector: Battle of the Titans at Sea. GPS World, Aug. 5, 2014.
6. Kerns, A.J., Shepard, D.P., Bhatti, J.A., Humphreys, T.E., Unmanned Aircraft Capture and Control via GPS Spoofing. Journal of Field Robotics, 2014. vol. 31, no. 4, pp. 617 - 636.
7. Мухортов В.В., Королев И.Д., Шкуринский С.В. Защита систем спутниковой навигации от внешних программно-аппаратных воздействий // Инновации в науке: сб. ст. по матер. LV междунар. науч.-практ. конф. № 3(52). Часть II. – Новосибирск: СибАК, 2016. – С. 102-108.
8. Навигация 2.0: как обманывают GPS и восстанавливают истину: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.computerra.ru/79133/gps-spoofing/>
9. eScan: эксперименты по атакам на навигационные системы – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.avescan.ru/company/media/akhillesova-pyata-sistemy-gps-11574.html>
10. Humphreys T.E., Ledvina B.M., Psiaki M.L., O'Hanlon B.W., and Kintner P.M. Assessing the spoofing threat: Development of a portable GPS civilian spoofer // Proceedings of 21st International Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation, USA. 2008. P. 2314-2325.
11. Jahromi A.J., Broumandan A., Nielsen J., and Lachapelle G. GPS vulnerability to spoofing threats and a review of anti -spoofing techniques // International Journal of Navigation and Observation. 2012. Vol. 2012. P. 1-16.
12. Baziar A.R., Moazedi M. and Mosavi M.R. Analysis of single frequency GPS receiver under delay and combining spoofing algorithm // Journal of Wireless Personal Communications. 2015. Vol. 83. No. 3. P. 1955-1970.
13. Angrisano A., Gaglione S., and Gioia C. Performance assessment of GPS/GLONASS single point positioning in an urban environment // Journal of Acta Geodaetica et Geophysica. 2013. Vol. 48. No 2. P. 149-161.
14. Jin M.H., Han Y.H., Choi H.H., Park C., Heo M.B., and Lee S.J. GPS spoofing signal detection and compensation method in DGPS reference station // Proceedings of 11th International Conference on Control, Automation and Systems. Korea, 2011. P. 1616-1619.
15. Blanch J., Walter T., and Enge P. Satellite navigation for aviation in 2025 // Proceedings of the IEEE. 2012. Vol. 100. Special Centennial Issue. P. 1821-1830.
16. Angrisano A., Gaglionend S., and Gioia C. Performance assessment of aided global navigation satellite system for land navigation // IET Journals on Radar, Sonar and Navigation. 2013. Vol. 7. No 6. P. 671-680.
17. Bakula M., Przestrzelski P., and Kazmierczak R. Reliable technology of centimeter GPS/GLONASS surveying in forest environments // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 2015. Vol. 53. No 2. P. 1029-1035.
18. Marais J., Nahimana D.F., Viandier N., and Duflos E. GNSS accuracy enhancement based on pseudo range error estimation in an urban propagation environment // Journal of Expert Systems with Applications. 2013. Vol. 40. No.15. P. 5956.
19. Kuusniemi H., and Lachapelle G. GNSS signal reliability testing in urban and indoor environments // Proceedings of ION NTM Conference. San Diego, CA. 2004. P. 1-15.

20. Cai C., and Gao Y. A combined GPS/GLONASS navigation algorithm for use with limited satellite visibility, *Journal of Navigation*.2009. Vol. 62.No 4. P. 671-685.
21. «Адаптивная компенсация помех в каналах связи» / Под.ред. Ю.И. Лосева. // М. : Радио и связь, 2000. – 208 с.
22. Монзинго Р.А., Миллер Т.У., «Адаптивные антенные решетки» // М.: Радио и Связь. 1986, 448 с.
23. Баранов Г.Л., Скорик Е.Т., «Анализ принципов и алгоритмы построения средств автокомпенсации помех контрольно-корректирующей станции спутниковой радионавигации» // Киев, 2009 УДК 621.396.98

© А. С. Толстиков, А. Е. Ушаков, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

1. <i>И. Р. Вагазов, Д. А. Лосев, И. Я. Барлиани.</i> Информационное и аналитическое обеспечение работ по развитию минерально-сырьевой базы региона на основе данных дистанционного зондирования	3
2. <i>А. Ю. Матясов, А. В. Шабурова.</i> Инновационные процессы развития производственного предприятия	11
3. <i>А. С. Штейзель, И. Н. Карманов.</i> Вакуумная микроэлектроника: преимущества, проблемы, перспективы	19
4. <i>Г. С. Парфентьева, А. В. Шабурова.</i> Проблема снижения производительности труда на приборостроительных предприятиях России	25
5. <i>А. С. Тадюкова, И. В. Минин.</i> Источники появления ошибок в учете электроэнергии индукционных счетчиков	30
6. <i>Е. И. Буймова, О. В. Минин.</i> Исследование метрологических характеристик портативных GPS-приемников	33
7. <i>А. В. Владимиров, А. Д. Зонова.</i> Сравнительный анализ полимерных материалов для изготовления гибких накладных датчиков теплосчетчика	37
8. <i>Ч. О. Оюн, Е. В. Попантонопуло.</i> Объекты критической информационной инфраструктуры	45
9. <i>К. С. Позднякова, О. В. Минин.</i> Организация процесса контроля качества на производстве	50
10. <i>Е. В. Спивак, О. В. Минин.</i> Метрологическое обеспечение ИК средств теплового контроля	53
11. <i>И. Н. Шарыпова, Г. В. Симонова.</i> Оценка влияния температуры на спектральные характеристики тонких пленок	56
12. <i>Н. А. Гурин, Р. С. Алтухов.</i> Применение антиотражающего покрытия на пленках хрома для прямой лазерной записи угловых шкал на фоторезисте	60
13. <i>М. А. Мамонов, А. В. Шабурова.</i> Маркетинговая стратегия как инструмент повышения конкурентоспособности предприятия	66
14. <i>Д. А. Радостев, Т. Н. Хацевич.</i> Анализ оптических приборов с дискретной сменой увеличения	74
15. <i>Д. М. Шматов.</i> Пьезоэлектрическое возбуждение колебаний и упругих волн в тонкопленочных волноводах	85
16. <i>А. Л. Пазоев, С. А. Шойдин.</i> Преобразование Френеля в моделировании голограмм	90
17. <i>А. Л. Пазоев, С. А. Шойдин.</i> Быстрое преобразование Френеля в среде Matlab	95
18. <i>И. О. Томилов, Е. В. Грицкевич.</i> Анализ актуальных киберугроз и средств защиты от них	99

19. П. А. Звягинцева, Р. О. Максименко. Шпионское программное обеспечение и методы защиты от него	106
20. А. А. Бубнова, Г. А. Сырецкий, Е. В. Грицкевич. Исследование эффективности методов защиты информации в интернете вещей	113
21. С. В. Камышев, И. Н. Карманов. Проблемы DDoS-атак в современной IT-индустрии и методы защиты от них	121
22. С. В. Лехнович, А. В. Шабурова. Совершенствование кадровой политики высокотехнологичных предприятий	126
23. М. В. Тере, Д. А. Штепа, Е. В. Грицкевич. Влияние случайных искажений сигналов на адекватное представление информации в информационных системах	130
24. А. В. Чебатков, Е. В. Грицкевич. Идентификация поверхности объекта наблюдения с помощью оптико-электронной системы	137
25. А. Э. Эйдалова, О. В. Грицкевич. Показатели экономической эффективности функционирования предприятия при реализации экологических программ	143
26. А. А. Дмитриева. Разработка методики измерения формы волновых фронтов лазерного излучения, отраженного элементами МОЭМС	147
27. А. А. Андросов, И. Н. Карманов. Активные фазированные антенные решетки (АФАР)	153
28. А. А. Андросов, А. С. Штейзель. Метод измерения волновых фронтов активных фазированных антенных решеток (АФАР)	158
29. А. А. Ильченко, И. О. Скоропупов, И. Н. Карманов. Исследование надежности и безопасности в работе фотоприемников систем контроля изображения	167
30. А. С. Борцов, И. О. Михайлов. Принципиальная схема устройства системы защиты органов зрения от поражающих факторов яркой вспышки	173
31. С. А. Корягин, Е. В. Грицкевич. Анализ методов и средств организации инфраструктуры информационной безопасности с использованием системы управления конфигурацией	181
32. Р. С. Алтухов, Н. А. Гурин. Просветляющее покрытие для стекол с высоким показателем преломления	187
33. И. Н. Калинина, Д. В. Чесноков. Сравнительный анализ лазерных интерференционных методов формирования микро- и наноразмерных поверхностных брэгговских решеток	192
34. Д. А. Лебедев, С. А. Шойдин. Разработка программного обеспечения для выявления утечек исходного кода в целях соответствия стандартам Secure SDLC	204
35. А. М. Майковский, И. О. Михайлов. Конструктивное решение стенда автоматизированного контроля оптических характеристик телескопических систем	210
36. Е. С. Машков, О. В. Грицкевич. Особенности планирования сервисного обслуживания основных фондов предприятия	217

37. Т. Ю. Минина, О. К. Ушаков. Системы ввода светового сигнала в поле зрения военно-оптических приборов.....	222
38. Г. Д. Калдекенова, А. С. Толстиков. Формирование шкалы времени группового хранителя.....	225
39. М. А. Зальцзейлер. Анализ рынка лизинговых услуг в России.....	232
40. А. В. Мусеев, Е. О. Ушакова. Разработка рекомендаций по совершенствованию управления разработкой и внедрением инновационных технологий на предприятии	237
41. Е. В. Булава, Е. О. Ушакова. Эффективность использования медицинского оборудования.....	241
42. А. С. Красных, Т. Н. Хацевич, Н. Н. Мордвин. Направления разработки объективов оптико-электронной аппаратуры для SWIR диапазона спектра.....	246
43. М. А. Михалюта, Т. Н. Хацевич, Е. В. Дружкин. Разработка серии широкоугольных светосильных объективов для тепловизионных приборов.....	255
44. Е. А. Кочетова, О. Н. Мороз. Геоинформационное обеспечение экономического анализа в рамках управления территориями	265
45. А. И. Шаповалова, В. Ф. Канушин, Д. Н. Голдобин. Проблема редуцирования наблюденного значения ускорения силы тяжести.....	270
46. В. М. Куркин, В. Ф. Канушин, Д. Н. Голдобин, И. Г. Ганагина. Модели аномального гравитационного поля для коррекции инерциальных навигационных систем	277
47. Т. А. Соловьева, Т. Ю. Бугакова. Исследование возможности применения мультиагентного подхода в задачах определения пространственно-временных состояний техногенных объектов	284
48. Н. В. Цындеева, Я. Г. Пошивайло. Создание раздела тематических карт на геопортале СГУГиТ с использованием технологий «Scanex Web-GIS Geomixer»	293
49. Д. Н. Рычкова, Я. Г. Пошивайло. Картографические методы поддержки программ доступности объектов городской инфраструктуры Республики Казахстан.....	304
50. В. И. Куницкий, Е. Г. Гиенко. Совершенствование методики обработки геодезических измерений при проведении археологических раскопок на объекте «Красноярск. Стоянка крутая».....	312
51. А. С. Толстиков, А. Е. Ушаков. Противодействие спуфингу повышение помехоустойчивости аппаратуры потребителя глобальных навигационных спутниковых систем	319

CONTENTS

1. <i>I. R. Vagazov, D. A. Losev, I. Ya. Barliani.</i> Information and Analytical Support for the Development of the Regional Mineral and Raw Materials Based on Remote Sensing Data	3
2. <i>A. Yu. Matyasov, A. V. Shaburova.</i> Innovative Development of Industrial Enterprises	11
3. <i>A. S. Shteizel, I. N. Karmanov.</i> Vacuum Microelectronics: Advantages, Problems, Prospects.....	19
4. <i>G. S. Parfenteva, A. V. Shaburova.</i> Problem of Decreasing the Productivity of Labor at Instrument-making Enterprises of Russia	25
5. <i>A. S. Tadyukova, I. V. Minin.</i> Sources of Errors Appearing in the Accounting of Electricpower of Induction Meters.....	30
6. <i>E. I. Buymova, O. V. Minin.</i> Study of Metrological Characteristics of Portable GPS Receivers	33
7. <i>A. V. Vladimirov, A. D. Zonova.</i> Comparative Analysis of Polymer Materials for Manufacturing of Flexible Sensors Heat Exchanger.....	37
8. <i>C. O. Oyun, E. V. Popantonopulo.</i> Objects of Critical Information Infrastructure	45
9. <i>K. S. Pozdnyakova, O. V. Minin.</i> Organization of Quality Control Process at the Enterpris	50
10. <i>E. V. Spivak, O. V. Minin.</i> Metrological Support of IR Heat Monitors	53
11. <i>I. N. Sharipova, G. V. Simonova.</i> Assessment of Temperature Impact on Spectral Characteristics of Thin Films	56
12. <i>N. A. Gurin, R. S. Altukhov.</i> Application of Antireflective Coating on Chrome Films for Direct Laser Recording of Angular Scale on Photoresis	60
13. <i>M. A. Mamonov, A. V. Shaburova.</i> Marketing Strategy as a Tool of Increasing Competitiveness of the Enterprise.....	66
14. <i>D. A. Radostev, T. N. Khatsevich.</i> Analysis of Optical Devices with Discrete Change of Magnification	74
15. <i>D. M. Shmatov.</i> Piezoelectric Excitation of Oscillations and Elastic Waves in Thin-film Waveguides.....	85
16. <i>A. L. Pazoev, S. A. Shoydin.</i> Frenel Transformation in Hologram Modeling.....	90
17. <i>A. L. Pazoev, S. A. Shoydin.</i> Fast Frenel Transformation in Matlab.....	95
18. <i>I. O. Tomilov, E. V. Gritskevich.</i> Analysis of Current Cyber Threats and Protection Against Them.....	99
19. <i>P. A. Zviagintcheva, R. O. Maksimenko.</i> Spyware and Methods Against It	106

20. <i>A. A. Bubnova, G. A. Syretsky, E. V. Gritskevich.</i> Research the Effectiveness of the Information Protection Methods in the Internet of Things	113
21. <i>S. V. Kamyshev, I. N. Karmanov.</i> Problem of DDoS Attacks in Modern IT-industry and Methods of Protection Against Them	121
22. <i>S. V. Lehnovich, A. V. Shaburova.</i> Improving Personnel Policy of High-techn Terprises	126
23. <i>M. V. Tere, D. A. Shtepa, E. V. Gritskevich.</i> Influence of Signal Random Distortion on the Adequate Presentation of Information in Information Systems.....	130
24. <i>A. V. Chebatkov, E. V. Gritskevich.</i> Identification of Surface of Object of Observation with the Help of Electro-optical System	137
25. <i>A. Eynalova, O. V. Gritskevich.</i> Indicators of Economic Efficiency of Enterprise Functioning While Implementing Environmental Programs	143
26. <i>A. A. Dmitrieva.</i> Development of the Method of Measuring of Theshape of Wave Front of Laser Radation Reflected by the Elements of Moems.....	147
27. <i>A. A. Androsov, I. N. Karmanov.</i> Active Phased Array Antenna (APAA)	153
28. <i>A. A. Androsov, A. S. Shteizel.</i> Method for Measuring Wavefronts of Active Phased Array Antenna (APAA).....	158
29. <i>A. A. Ilchenko, I. O. Skoropupov, I. N. Karmanov.</i> Research of Reliability and Security in the Operation of Photodetectors of Image Control Systems	167
30. <i>A. S. Bortsov, I. O. Mikhailov.</i> Liquid Optical Element in the System of Protection From the Destructive Factors of the Bright Flare of Light	173
31. <i>S. A. Koryagin, E. V. Gritskevich.</i> Analysis of Methods and Means of the Organization of the Information Security Infrastructure Using Configuration Management System.....	181
32. <i>R. S. Altukhov, N. A. Gurin.</i> Anti-reflective Coating for Glasses with High Refraction Indicator.....	187
33. <i>I. N. Kalinina, D. V. Chesnokov.</i> Comparative Analysis of Laser Interferential Methods for Creation of Micro- and Nanosize Surface Bragg Reflectors.....	192
34. <i>D. A. Lebedev, S. A. Shoydin.</i> Software Development for Source Code Leakage Detection for Compliance with Secure SDLC Standards	204
35. <i>A. M. Maikovskij, I. O. Mikhaylov.</i> Constructive Solution of the Automated Control Stand for Telescopic Systems of Optical Characteristics	210
36. <i>E. S. Mashkov, O. V. Gritskevich.</i> Peculiarities of Service Maintenance Planning of Company Fixed Funds.....	217
37. <i>T. Yu. Minina, O. K. Ushakov.</i> Systems of Enterying the Light in the Field of View of Military Optical Devices.....	222
38. <i>G. D. Kaldekenova, A. S. Tolstikov.</i> Formation of Time Scale Group of the Storage	225
39. <i>M. A. Zaltszeyler.</i> Russian Leasing Service Market Analysis	232

40. <i>A. V. Moiseev, E. O. Ushakova.</i> Development of Recommendations for Improving the Management of Development and Implementation of Innovative Technologies at the Enterprise.....	237
41. <i>E. V. Bulava, E. O. Ushakova.</i> Efficiency of Using Medical Equipment.....	241
42. <i>A. S. Krasnykh, T. N. Khatsevich, N. N. Mordwin.</i> The Trends in the Development of Lenses for Swir Spectral Range	246
43. <i>M. A. Mikhaluta, T. N. Khatsevich, Ye. V. Druzhkin.</i> Series of Wide-angle High-aperture Lenses for Thermal Imaging Devices.....	255
44. <i>E. A. Kochetova, O. N. Moroz.</i> Geoinformation Support of Economic Analysis Within the Management of Territories.....	265
45. <i>A. I. Shapovalova, V. F. Kanushin, D. N. Goldobin.</i> The Problem of Reducing the Observed Value of Accelerating the Strength of Gravity	270
46. <i>V. M. Kurkin, V. F. Kanushin, D. N. Goldobin, I. G. Ganagina.</i> Models of Anomal Gravitational Field for Correction of Inertial Navigation Systems	277
47. <i>T. A. Solovieva, T. Y. Bugakova.</i> Investigation of the Possibility of Application of Multiagent Approach in Problems of Determination of Spatio-temporal States of Technogenic Objects	284
48. <i>N. V. Tsyndeeva, Ya. G. Poshivailo.</i> Creation of Thematic Maps on Geoportal of SSUGT with Using «Scanex web Geomixer-GIS» Technologies.....	293
49. <i>D. N. Rychkova, Ya. G. Poshivailo.</i> Cartographic Methods to Support Programs of Availability of Urban Infrastructure in Republic of Kazakhstan	304
50. <i>V. I. Kunitskiy, E. G. Gienko.</i> Improvement of the Method of Processing of Geodesic Measurements for Archaeological Excavations at the «Krasnoyarsk. Krutaya».....	312
51. <i>A. S. Tolstikov, A. E. Ushakov.</i> Countering Spoofing And Improving the Noise Immunity of Coordinate-Time Definitions of GNSS Technologies	319

Научное издание

ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ

XIV Международный научный конгресс и выставка

Магистерская научная сессия

«ПЕРВЫЕ ШАГИ В НАУКЕ»

Сборник материалов

Материалы публикуются в авторской редакции

Компьютерная верстка *Н. Ю. Леоновой*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 27.06.2018. Формат 60 × 84 1/16.

Усл. печ. л. 19,41. Тираж 100 экз. Заказ 89.

Гигиеническое заключение

№ 54.НК.05.953.П.000147.12.02. от 10.12.2002.

Редакционно-издательский отдел СГУГиТ

630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ

630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 8.