

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 691.396.9

А.А. Кащеев, В.И. Кошелев, А.С. Логинов

ВЛИЯНИЕ ПРЕДНАМЕРЕННЫХ СТРУКТУРНЫХ ПОМЕХ НА ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ СИГНАЛОВ СПУТНИКОВЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Исследовано влияние преднамеренных структурных помех на помехоустойчивость сигналов спутниковых радионавигационных систем ГЛОНАСС и GPS. Получено выражение для оценки отношения сигнал - помеха на выходе коррелятора наземной аппаратуры потребителя спутниковых радионавигационных систем.

Ключевые слова: спутниковая радионавигационная система, структурные помехи, помехоустойчивость, наземная аппаратура потребителей, фазовая манипуляция.

Введение. В условиях современного информационного конфликта одной из важных задач является обеспечение помехозащищенности радиоэлектронных средств, в частности навигационной аппаратуры потребителя (АП). Широкое распространение получили станции активных помех [1], создающие на входе аппаратуры потребителя спутниковых радионавигационных систем (СРНС) структурные помехи.

Наиболее распространенным видом таких помех являются помехи с фазовой манипуляцией, модулированные М-последовательностью (ПФМП) и кодом Голда (ПФМГ), для эффективной борьбы с которыми необходимо исследовать их влияние на помехоустойчивость СРНС.

Цель работы состоит в исследовании влияния преднамеренных структурных помех (ПФМП и ПФМГ) на помехоустойчивость сигналов СРНС ГЛОНАСС и GPS.

Постановка задачи. В статье ставится задача оценки помехоустойчивости СРНС к действию структурных (сигналоподобных) помех. При оценке помехоустойчивости АП СРНС ГЛОНАСС и GPS требуется учесть следующие условия: источник помех создает на входе АП прицельную по частоте и по направлению помеху и может работать в режимах формирования ПФМП и ПФМГ; структура формируемых помех ПФМП и ПФМГ полностью совпадает с сигналами СРНС ГЛОНАСС и СРНС GPS соответственно; АП может работать как в

режиме приема сигналов СРНС ГЛОНАСС, так и в режиме приема сигналов СРНС GPS; между источником помех и АП существует прямая видимость.

Оценка помехоустойчивости сигналов СРНС ГЛОНАСС и СРНС GPS. Согласно [2] помехоустойчивость характеризуется отношением сигнал/помеха q на выходе коррелятора АП, определяемым как:

$$q = \frac{P_{nka}}{P_{ip}} = \frac{P_{prd}^{nka} G_{prd}^{nka} \eta_{prd}^{nka} D_{ip}^2}{D_{nka}^2 L_{dop}^{nka} P_{prd}^{ip} G_{prd}^{ip} \eta_{prd}^{ip} k}, \quad (1)$$

где P_{nka} - мощность сигнала на входе АП от НКА; P_{ip} - мощность помехи на входе АП от источника помех; P_{prd}^{nka} , G_{prd}^{nka} , η_{prd}^{nka} - мощность передатчика, коэффициент усиления антенны и коэффициент полезного действия антенно-фидерного тракта НКА соответственно; k - коэффициент использования мощности передатчика; L_{dop}^{nka} - дополнительное затухание сигнала от НКА; P_{prd}^{ip} , G_{prd}^{ip} и η_{prd}^{ip} - мощность передатчика, коэффициент усиления антенны и коэффициент полезного действия антенно-фидерного тракта источника помех соответственно.

Выражение (1) справедливо для действия на входе АП сигнала от одного НКА. Учитывая тот

факт, что на входе АП присутствует сигнал от нескольких НКА, выражение (1) можно представить в следующем виде:

$$q = \frac{P_{nka}}{P_{ip}} = \frac{P_{prd}^{nka} G_{prd}^{nka} \eta_{prd}^{nka} D_{ip}^2 N_{nka}}{D_{nka}^2 L_{dop}^{nka} P_{prd}^{ip} G_{prd}^{ip} \eta_{prd}^{ip} k}, \quad (2)$$

где N_{nka} - количество НКА, сигналы которых действуют на входе АП.

Считая фазоманипулированные помехи ПФМГ и ПФМП суммой произведений прямоугольных импульсов с единичной амплитудой и длительностью τ_N и манипулированных кодовой последовательностью $A = (a_1, a_2, \dots, a_N)$, комплексную огибающую спектра помехи можно представить как [2, 3]:

$$G(\omega) = U_S G_0(\omega) H(\omega), \quad (3)$$

где $H(\omega) = \sum_{k=1}^N a_k \exp(-i(k-1)\tau_0)$ - спектр кодовой последовательности A ;

$$G_0(\omega) = \tau_0 \frac{\sin\left(\frac{\omega\tau_0}{2}\right)}{\left(\frac{\omega\tau_0}{2}\right)} \cdot \exp\left(-i\frac{\omega\tau_0}{2}\right) \quad - \quad \text{спектр}$$

прямоугольного импульса; τ_0 - длительность прямоугольного импульса.

Здесь коэффициенты a_k являются элементами кодовой последовательности A , которая представляет собой М-последовательность для ПФМП или код Голда - для ПФМГ.

Амплитудный спектр ПФМП и ПФМГ является модулем спектра комплексной огибающей спектра помехи, который после несложных преобразований выражения (3) примет следующий вид:

$$|G(\omega)| = \sqrt{2P} \cdot \tau_0 \frac{\sin\left(\frac{\omega\tau_0}{2}\right)}{\left(\frac{\omega\tau_0}{2}\right)} \times \times \sum_{k=1}^N \sum_{n=1}^N a_k a_n \cos(k-n)\omega\tau_0. \quad (4)$$

Так как помеха представляет собой фазоманипулированное колебание с частотой ω_0 , спектр помехи в окончательном виде может быть представлен как:

$$S(\omega) = \frac{1}{2} |G(\omega - \omega_0)| = \sqrt{2P} \cdot \tau_0 \frac{\sin\left(\frac{[\omega - \omega_0]\tau_0}{2}\right)}{\left(\frac{[\omega - \omega_0]\tau_0}{2}\right)} \times \times \sum_{k=1}^N \sum_{n=1}^N a_k a_n \cos(k-n)[\omega - \omega_0]\tau_0. \quad (5)$$

Приведенное выражение позволяет оценить только спектральную плотность мощности помехи с двухпозиционной фазовой манипуляцией. С учетом того, что ПФМП и ПФМГ несут характер многократной фазовой манипуляции, выражение (5) можно представить следующим образом:

$$S(\omega) = \sqrt{2P} \cdot \tau_0 \frac{\sin\left(\frac{[\omega - \omega_0]\tau_0 \log_2 m}{2}\right)}{\left(\frac{[\omega - \omega_0]\tau_0 \log_2 m}{2}\right)} \times \times \sum_{k=1}^N \sum_{n=1}^N a_k a_n \cos(k-n)[\omega - \omega_0]\tau_0, \quad (6)$$

где m - индекс фазовой манипуляции помехи.

Учитывая (6), среднюю мощность передатчика источника помех с многократной фазовой манипуляцией согласно [3] можно представить как:

$$P_{prd}^{ip} = \frac{\sqrt{2P} \cdot \tau_0 \cdot \log_2 m}{4\pi T} \times \times \int_{\omega_0 - \frac{2\pi}{\tau_0}}^{\omega_0 + \frac{2\pi}{\tau_0}} \frac{\sin\left(\frac{[\omega - \omega_0]\tau_0 \log_2 m}{2}\right)}{\left(\frac{[\omega - \omega_0]\tau_0 \log_2 m}{2}\right)} \times \times \sum_{k=1}^N \sum_{n=1}^N a_k a_n \cos(k-n)[\omega - \omega_0]\tau_0 d\omega, \quad (7)$$

где T - длительность кодовой последовательности.

В формулах (6-7) коэффициенты кодовой последовательности определяются М-последовательностью для ПФМП и кодом Голда для ПФМГ [3].

Подставляя выражение (7) в (2), получаем:

$$q = \frac{P_{prd}^{nka} G_{prd}^{nka} \eta_{prd}^{nka} D_{ip}^2 N_{nka}}{D_{nka}^2 L_{dop}^{nka} P_{prd}^{ip} G_{prd}^{ip} \eta_{prd}^{ip}} \times \times \left[\frac{\sqrt{2P} \cdot \tau_0 \cdot \log_2 m}{4\pi T} \times \times \int_{\omega_0 - \frac{2\pi}{\tau_0}}^{\omega_0 + \frac{2\pi}{\tau_0}} \frac{\sin\left(\frac{[\omega - \omega_0]\tau_0 \log_2 m}{2}\right)}{\left(\frac{[\omega - \omega_0]\tau_0 \log_2 m}{2}\right)} \times \times \sum_{k=1}^N \sum_{n=1}^N a_k a_n \cos(k-n)[\omega - \omega_0]\tau_0 d\omega \right]^{-1}. \quad (8)$$

Зависимости отношения сигнал - помеха от мощности помехи для СРНС ГЛОНАСС и GPS приведены на рисунках 1-3 для следующих условий: вид структурной помехи - ПФМП, ПФМГ; количество НКА - 1; расстояние между АП и источником помех - 200 км.

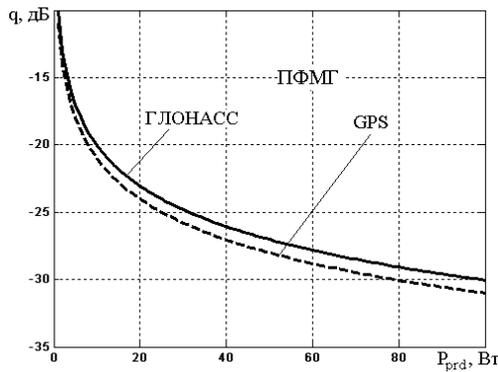


Рисунок 1- Зависимость отношения сигнал - помеха от мощности источника ПФМГ

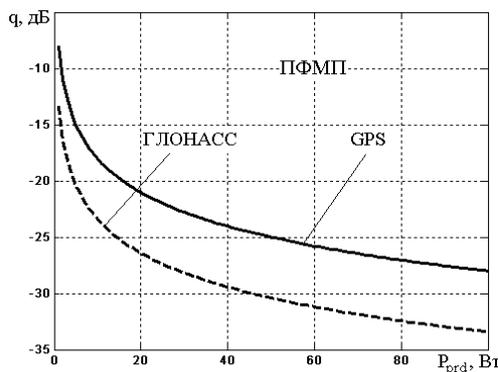


Рисунок 2 -Зависимости отношения сигнал - помеха от мощности источника ПФМП

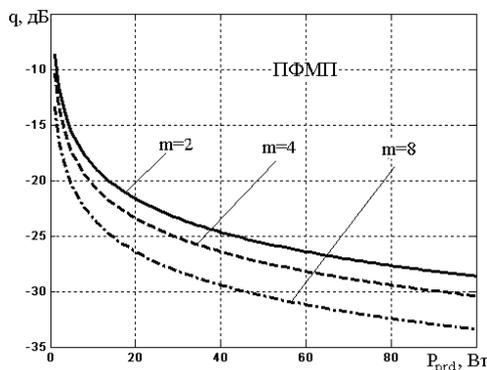


Рисунок 3 -Зависимости отношения сигнал - помеха от мощности источника ПФМП при разном индексе фазовой манипуляции

Анализ результатов и выводы. Таким образом, результаты моделирования позволяют сделать следующие выводы: помехоус-

тойчивость сигналов СРНС GPS при действии ПФМП может превышать помехоустойчивость сигналов СРНС ГЛОНАСС до 5дБ в зависимости от мощности передатчика источника помех (рисунок 2). При действии ПФМГ помехоустойчивость сигналов СРНС GPS по сравнению с СРНС ГЛОНАСС оказывается ниже приблизительно на 2 дБ. Увеличение индекса фазовой манипуляции помехи приводит к росту помехоустойчивости сигналов СРНС ГЛОНАСС и GPS (рисунок 3) пропорционально $\log_2 m$.

Полученные результаты справедливы при подавлении сигналов одного космического аппарата. Однако для срыва работы навигационной АП, как правило, требуется одновременное подавление сигналов от нескольких НКА. Частотное разделение каналов, используемое в СРНС ГЛОНАСС, с энергетической точки зрения делает ее более помехоустойчивой по сравнению с СРНС GPS, в которой применяется кодовое разделение сигналов. Наряду с этим, для более объективной оценки помехоустойчивости необходимо дополнительное проведение корреляционного анализа М-последовательностей и кодов Голда с последующей оценкой их влияния на сигналы СРНС ГЛОНАСС и СРНС GPS от нескольких НКА. В такой постановке задачи комплексная оценка помехоустойчивости сигналов СРНС ГЛОНАСС и СРНС GPS в условиях воздействия ПФМГ и ПФМП может быть рассмотрена в дальнейших исследованиях.

Библиографический список

1. *Куприянов А.И., Сахаров А.В.* Теоретические основы радиоэлектронной борьбы: Учеб. пособие. - М.: Вузовская книга, 2007. - 356 с.
2. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования/ под. ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова. Изд. 3-е, перераб. - М.: Радиотехника - 2005. - 688 с.
3. *Варакин Л.Е.* Системы связи с шумоподобными сигналами. - М.: Радио и связь, 1985. - 344 с.

УДК 621.539.216

**А.П. Авачёв, Н.В. Вишняков, Ю.В. Воробьев, Ю.В. Воробьева,
К.В. Митрофанов**

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛЕНОК GST225

В работе методами атомно-силовой микроскопии исследованы топология и особенности вольт-амперных характеристик (ВАХ) образцов пленок GST225, полученных при разных технологических режимах.

Ключевые слова: стеклообразные халькогенидные полупроводники, фазовые переходы, фазовая память, тонкие пленки, атомно-силовая микроскопия.

Введение. В настоящее время развитие электроники в области устройств памяти связано с работами, проводимыми в направлении исследований фазовых переходов, происходящих в полупроводниковых материалах под действием электрических сигналов. Устройства энергонезависимой памяти, работа которых основана на принципе обратимого фазового перехода «аморфное ↔ кристаллическое» состояние, получили название фазовых (*Phase Change Memory* или *PCM*) [1]. Научно-исследовательские работы (НИР) в этой области ведутся ведущими мировыми компаниями-разработчиками, такими как Intel, Samsung и др. Одно из направлений таких работ связано с созданием новых полупроводниковых соединений, которые бы удовлетворяли условиям работы ячеек фазовой памяти. В этой связи привлекают к себе внимание халькогенидные стеклообразные полупроводники состава $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ (GST225).

Данная работа ведется научным коллективом в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007 – 2012 годы» по теме «Проведение поисковых исследований наноструктурированных и неупорядоченных материалов для создания энергонезависимой памяти». В исследованиях применяются методы атомно-силовой микроскопии (АСМ), которые позволяют проводить измерение тока и модификацию локальных областей пленок. Исследования по данной теме проводятся в несколько этапов, одним из которых является исследование образцов, состоящих из пленок GST с разной толщиной и материалом нижнего электрода.

Структура образцов представлена на рисунке 1. Образцы были получены в Институте общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова. Данные об образцах представлены в таблице 1.

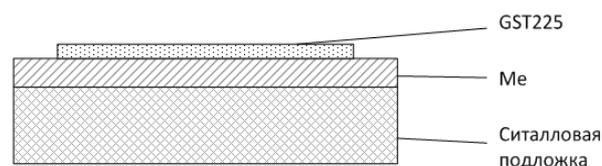


Рисунок 1 – Схематичное изображение структуры образца

Фазовые переходы в полупроводниковых пленках возможны при обеспечении нескольких условий. Основные из них: требуемый разогрев области под действием протекающего тока, теплоотвод в верхней и нижней областях ячейки, тип и конструкция зонда и др.

Таблица 1

№ образца	Толщина пленки GST, нм	Материал нижнего контакта	Температура подложки, °С	Время осаждения, мин
1	40-50	Al	610	5
2		Mo		
3		TiN		
4		Ti		
5	100	Mo	610	5
6		Ti		
7	200	Al	630	5
8		Mo		
9		TiN		
10		Ti		
11	450	CrAu	630	8
12		Ti		
13		TiN		
14	500-550	Al	610	10
15		Ti		

Целью работы на данном этапе выполнения НИР является обоснованный выбор токопро-

водящей структуры: зонд – пленка GST – нижний электрод по такому параметру, как плотность тока через эту структуру. Максимальное значение тока может служить критерием выбора той структуры образцов, которые могут быть исследованы на дальнейших этапах НИР, где планируется осуществить эффект переключения на образцах выбранной конструкции. Результатом проведенных исследований будет являться разработка рекомендаций об использовании в устройствах фазовой памяти тех или иных тонкопленочных структур на основе GST225.

Объект и методика экспериментов. Исследовались пленки GST225, напыленные на подложки из ситалла с разными материалами нижнего контакта при различных технологических режимах.

При проведении исследований было получено более 60-ти карт распределения тока по поверхности и изображений топологии каждого образца GST225. Данные были получены при различных напряжениях, подаваемых на зонд, и с использованием различных зондов для выявления искомым зависимостей.

Для измерения плотности тока через образец и его распределения по поверхности осуществлялись следующие действия:

- проводилось сканирование области поверхности образца размером 3×3 мкм для получения карты распределения тока;
- с помощью инструмента обработки АСМ-сканов «Nova Image Analysis» устранялись искажения, связанные с неточностью позиционирования образца по отношению к зонду и нелинейностью сканера АСМ, а также скачкообразные сдвиги изображения;
- на изображении выбирался наиболее однородный участок размером 1×1 мкм (разрешение 85×85 точек) и проводилось вырезание его из общей карты распределения с целью исключения влияния на результаты исследования случайных скачков тока или неоднородностей;
- на выбранном участке определялось среднее значение плотности тока.

Результаты экспериментов. В таблицах 2 и 3 представлены сводные данные о результатах исследований зависимости плотности тока через пленку GST225 от ее толщины.

В таблице 2 приведена средняя плотность тока (нА/мкм^2) через образцы GST225 различной толщины при напряжении зонд – образец 3В (в скобках указан материал нижнего контакта).

При напряжении 5 В средняя плотность тока изменилась до значений, представленных в таблице 3.

Таблица 2

Тип зонда	Толщина пленки, нм				
	50	100	200	450	500
W2C	2,07 (Ti) 0,23 (Al)	–	–	–	–
DCP20	2,13 (Ti) 0,64 (Al)	9,89 (Ti) –	7,48 (Ti) 14,3 (Al)	2,79 (Ti) –	9,73 (Ti) 16,83 (Al)
TiN	0,49 (Ti) 0,17 (Al)	0,67 (Ti) –	2,57 (Ti) 1,66 (Al)	2,34 (Ti) –	3,58 (Ti) 0,37 (Al)

Таблица 3

Тип зонда	Толщина пленки, нм				
	50	100	200	450	500
W2C	6,92 (Ti) 0,44 (Al)	5,70 (Ti)	7,83 (Ti) 5,85 (Al)	6,29 (Ti)	7,00 (Ti) 7,68 (Al)
DCP20	6,76 (Ti) 1,08 (Al)	11,0 (Ti)	7,49 (Ti) –	1,19 (Ti)	5,22 (Ti)
TiN	0,68 (Ti) 0,23 (Al)	3,85 (Ti)	7,53 (Ti) 3,39 (Al)	8,16 (Ti)	9,96 (Ti)
Au	–	–	14,03 (Ti)	–	25,18 (Ti)

По результатам исследований, представленным в таблицах 2 и 3, были построены следующие графические зависимости (рисунки 3 – 6).

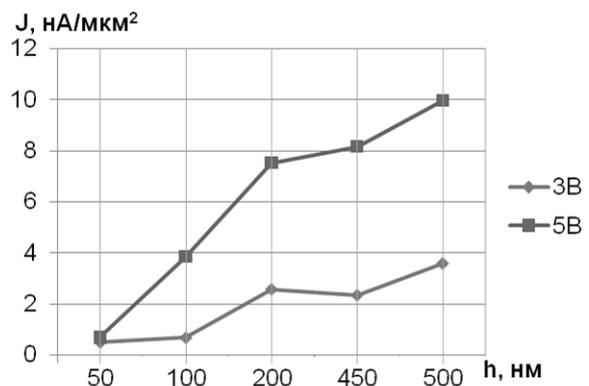


Рисунок 3 – Зависимости плотности тока от толщины пленки при различных значениях напряжения (зонд с покрытием TiN, образец с нижним контактом из титана)

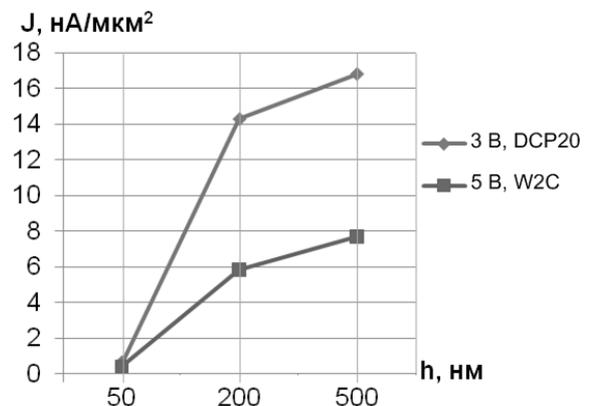


Рисунок 4 – Зависимости плотности тока от толщины пленки для разных материалов покрытия острия зонда и значений напряжения (образец с нижним контактом из алюминия)

Плотность тока через пленку образца растет с повышением толщины пленки. Так как в полученной халькогенидной пленке неизбежно наличие как аморфной, так и кристаллической фазы, то при малых значениях толщины материала в областях контакта могут находиться либо только высокоомная (аморфная фаза), либо только низкоомная. Наиболее вероятно наличие совокупности разделенных нанобъемов, находящихся в разных фазовых состояниях. Однако чем больше толщина пленки, тем большее влияние оказывает наличие кристаллической фазы, так как протекание тока осуществляется по этим участкам. Таким образом, зависимость плотности тока от толщины халькогенидной пленки объясняется тем, что с ее ростом число и размеры находящихся в ней кристаллитов увеличиваются, что ведет к росту проводимости. Полученные зависимости свидетельствуют о неоднородности фазового состава исследуемых халькогенидных пленок.

Рисунки 5 и 6 показывают, что проводимость пленок зависит от типа нижнего электрода. Это объясняется тем, что в токопереносе преобладают токи, ограниченные пространственным зарядом, на которые влияют параметры материала контакта [2].

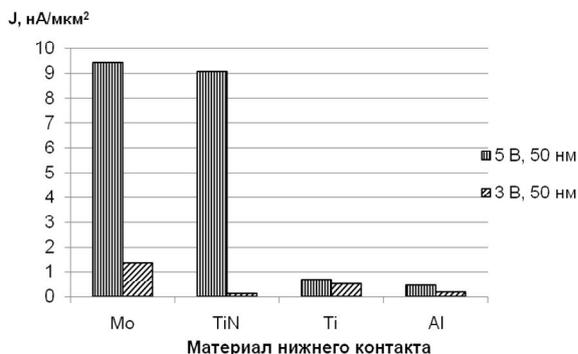


Рисунок 5 – Диаграмма зависимости плотности тока от материала нижнего контакта (толщина пленки 50 нм, зонд с покрытием TiN) при различных значениях напряжения

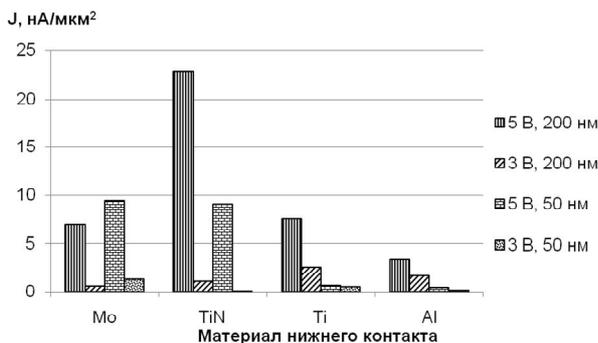


Рисунок 6 – Диаграмма зависимости плотности тока от материала нижнего контакта при толщинах пленки 200 нм и 50 нм и напряжении 5 В и 3 В (зонд с покрытием TiN)

Этот эффект необходимо учитывать при проектировании устройств энергонезависимой памяти на основе GST225. Также обнаружено, что образцы с нижним контактом из Mo имеют обратную зависимость проводимости от толщины пленки.

Эксперименты показали, что на величину плотности тока влияет тип зонда (рисунок 7). При использовании зонда с золотым покрытием достигается значительно большая плотность тока (в 2 – 3 раза выше по сравнению с другими материалами). Для других покрытий значения плотности примерно одинаковые.

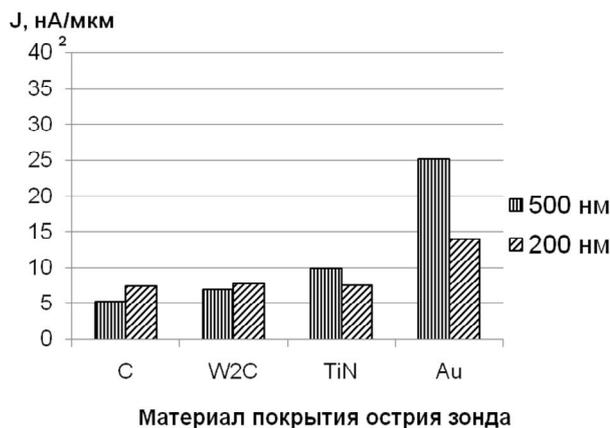


Рисунок 7 – Диаграмма зависимости величины плотности тока через образцы с разной толщиной халькогенидной пленки (200 нм и 500 нм) от типа зонда (напряжение зонд – образец 5В)

На рисунке 8 приведены зависимости величины плотности тока от напряжения зонд – образец при различных значениях толщины пленки.

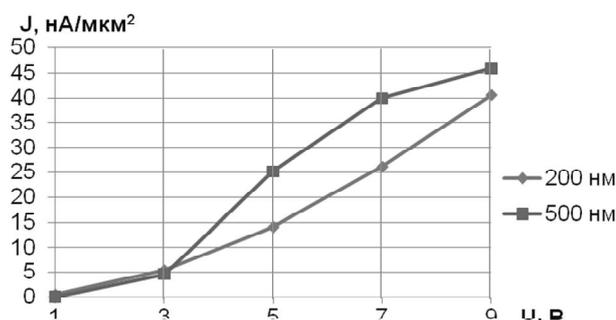


Рисунок 8 – Зависимости величины плотности тока от напряжения зонд – образец для пленок разной толщины (материал нижнего контакта – алюминий, зонд с золотым покрытием)

Отсутствие экстремумов на данных зависимостях говорит о том, что на переходе зонд – образец не возникает заметный потенциальный барьер. Объясняется это тем, что GST225 имеет преимущественно дырочную проводимость. Однако барьеры могут возникать в местах локаль-

ных неоднородностей поверхности. Поэтому исследования ВАХ халькогенидных пленок являются методом контроля их качества.

В ходе измерений распределения потенциала по поверхности образцов методом зонда Кельвина была исследована зависимость поверхностного потенциала от толщины пленки, типа нижнего контакта и других параметров образца. Использовался зонд марки DCP20. Для каждого образца выбиралось изображение с наименьшим количеством артефактов, и на нем изучался поверхностный потенциал. Пример изображений приведен на рисунке 9.

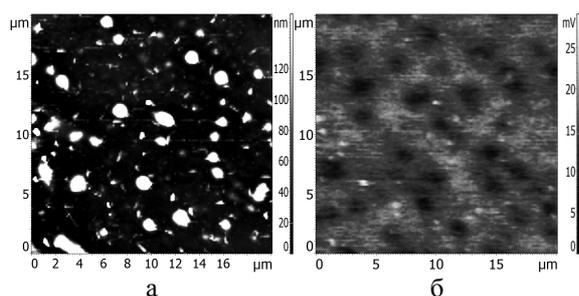


Рисунок 9 – Изображения топологии (слева) и распределения потенциала по поверхности (справа) образца GST225

Влияние материала контактного слоя иллюстрируется рисунком 10.



Рисунок 10 – Величина поверхностного потенциала U для образцов толщиной 200 нм с разным материалом контактного слоя

Из рисунка следует, что величина поверхностного потенциала не имеет четкой корреляции с толщиной образца и с типом нижнего контакта. А для всех образцов она составляет примерно 0,2 В. Разброс потенциала связан с неоднородностью образца.

Закключение. В ходе выполнения исследований была выявлена и изучена зависимость величины плотности тока через пленки образцов халькогенидных стеклообразных полупроводников $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ (GST225) от их толщины, материала нижнего контакта, материала покрытия АСМ-зонда и подаваемого на зонд напряжения. На основании этого может быть сделан следующий вывод: достижение наибольшей для используемых структур плотности тока обеспечивается при использовании образцов с толщиной пленки GST – 500 нм, материалом нижнего контакта – Ti и зондов с покрытием из Au. Следует также учитывать теплоотвод, происходящий через GST225, и материал нижнего контактного слоя: при большей толщине пленки теплоотвод ниже, что приведет к осуществлению перехода при меньшей плотности тока.

Данные рекомендации целесообразно учитывать при разработке устройств энергонезависимой памяти на основе структур GST225, что существенно снизит затраты на проектирование и повысит процент выхода годных приборов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ на оборудовании РЦЗМкп РГРТУ.

Библиографический список

1. Козюхин С.А., Шерченков А.А. Перспективы применения халькогенидных сплавов в элементах фазовой памяти // Вестник РГРТУ № 4. – Рязань: РГРТУ, 2009. – С. 53-59.
2. Авачев А.П., Климов Н.С., Митрофанов К.В. Особенности температурных зависимостей электрических характеристик структур $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$, измеренных с использованием методов атомно-силовой микроскопии // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2010. Вып. 31. С. 64–68.

УДК 004.9:681.518

В.В. Солдатов, О.В. Солдатова, Р.В. Тишкин

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ РЕГИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА КОСМИЧЕСКИХ УСЛУГ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Определены цели и задачи Регионального центра космических услуг Рязанской области (РЦКУ) и программы подготовки высококвалифицированных специалистов по космической тематике. Представлен пакет региональных проектов, ориентированных на специфику Рязанского региона.

Ключевые слова: картография, технологии ГЛОНАСС/GPS, инвентаризация сельхозугодий и лесов, навигационная информация, дистанционное обучение, мониторинг критически важных объектов.

Введение. В рамках Федеральной космической программы России на 2006 - 2015 годы, Федеральной целевой программы «Глобальная навигационная система» на период 2002 - 2011 годы», других программ в России реализуются новые масштабные космические проекты. На основе Соглашения Правительства Рязанской области и ОАО НПК «РЕКОД» (головной организации Роскосмоса по внедрению результатов космической деятельности в регионы) на базе Рязанского радиотехнического университета в 2010 году создан Региональный Центр космических услуг Рязанской области.

Цель создания РЦКУ – это реализация комплексного информационно-навигационного обеспечения, мониторинг в интересах Рязанской области в комплексе с другими информационными системами области и предоставление информационно-аналитических услуг конечным пользователям на базе использования результатов космической деятельности.

Задачи РЦКУ

- Разработка систем и технологий обработки данных дистанционного зондирования Земли.
- Разработка и внедрение геоинформационных систем различного целевого назначения.
- Создание систем мониторинга критически важных объектов.
- Разработка систем дистанционного обучения различным космическим информационным технологиям.

Техническую основу РЦКУ составляют структура Типового регионального центра космических услуг и базовое программное обеспечение, разработанные ОАО НПК «РЕКОД». РЦКУ - ключевой элемент в реализации различных геоинформационных технологий в Рязанском регионе на основе использования результатов космической деятельности.

РЦКУ обеспечивает информационную поддержку решения следующих основных задач.

- Мониторинг пожарной обстановки, наводнений и других стихийных бедствий в интересах ГО ЧС.
- Инвентаризация сельскохозяйственных и лесных ресурсов.
- Контроль за расстановкой сил и средств УВД, нарушениями и преступлениями.
- Картографирование территорий в заданных масштабах.
- Составление земельного кадастра.

- Мониторинг инженерных коммуникаций (тепловых и электрических сетей, нефте- и газопроводов).

- Мониторинг природной среды.
- Контроль за транспортной обстановкой.
- Создание средств дистанционного обучения космическим технологиям.

В рамках ряда государственных и международных космических проектов в РГРТУ (НИИ «Фотон») впервые в отечественной практике спроектированы уникальные системы и информационные технологии обработки данных ДЗЗ. Многие из них сегодня находятся в эксплуатации на зарубежных, федеральных, отраслевых и региональных Центрах приема и обработки космической видеoinформации, которые, по отзывам заказчиков, соответствуют мировому уровню.

Подготовка в РГРТУ высококвалифицированных специалистов по космической тематике. Результаты научных исследований по космической тематике широко используются в РГРТУ в образовательной деятельности на ряде выпускающих кафедр.

По заказу Корпорации «Российские космические системы» в РГРТУ разработана автоматизированная система дистанционного обучения в области ГЛОНАСС, которая предназначена для подготовки и повышения квалификации специалистов в учебном центре по использованию отечественной системы спутниковой навигации ГЛОНАСС [1].

Обучение ведется по следующим направлениям: состояние и развитие глобальных навигационных систем, применение спутниковой навигации в геодезии, строительстве, на транспорте и в других сферах; менеджмент в сфере использования ГЛОНАСС.

Разработанная система дистанционного обучения предназначена для создания единой среды обучения, взаимодействия обучаемых с преподавателем и между собой, организации различных видов обучения, контроля компетенции, проведения регулярных тренингов и аттестаций, автоматизации входного и выходного тестирования.

Основными функциями и задачами системы являются:

- формирование электронных учебных курсов;
- организация средств коммуникаций;
- планирование учебного процесса;
- проведение дистанционных занятий;

- организация тестирования.

В последнее время Правительству Рязанской области представлен целый пакет региональных геоинформационных проектов. Представленные работы обеспечивают мониторинг сельскохозяйственных, лесных и водных ресурсов, чрезвычайные ситуации, составление многозональных космических карт на заданные регионы. Спутниковые навигационные системы используют ГЛОНАСС/GPS для сопровождения слабовидящих людей и прошли экспериментальную отработку на реальных материалах аэрокосмической съемки Рязанской области и могут составить основу для их промышленного внедрения.

Первый проект – это система мониторинга лесных пожаров, которая прошла экспериментальную отработку в 2010 г. (июль - август). Ее отличительной особенностью от известных систем, спроектированных в МЧС России и Россельхозе, являются использование широкозахватной аппаратуры для глобального обзора лесных территорий, так и высокодетальное наблюдение очагов возгорания. Безусловно, для этого требуется соответствующая группировка спутников, обеспечивающая оперативный и детальный мониторинг.

Второй проект - система мониторинга лесных насаждений, разработанная НИИ «Фотон» РГРТУ. До настоящего времени основным инструментом лесников являлись: компас, рулетка и план лесных насаждений, который не обновлялся 10 и более лет. В итоге лесники часто выходили к делянкам и не находили их. На примере Криушинского лесокомбината (лесничества Белоборское, Вандовское, Криушинское, Малиновское) прошла экспериментальную отработку принципиально новая технология, основу которой составляют регулярная высокодетальная спутниковая съемка, постоянно обновляемая картографическая основа и средства высокоточного определения координат лесных делянок по данным ГЛОНАСС/GPS.

Проект «Социальный ГЛОНАСС». Рождается по инициативе Корпорации «Российские космические системы». Он ориентирован на информационную поддержку слабовидящих людей. Для этого создается специальная аппаратура, позволяющая с высокой точностью определить их местоположение с использованием навигационной системы ГЛОНАСС.

В эту аппаратуру заносятся типовые маршруты движения: магазин, аптека и т.д.; на этих маршрутах отмечаются реперные точки, человек находясь в них, получает звуковое сообщение о том, где он находится. Данный проект вынесен

на обсуждение наблюдательного совета Агентства стратегических инициатив, во главе с В.В. Путиным. РГРТУ поручается в рамках этого проекта создание средств картографической и звуковой поддержки.

Международный проект MEDEO [2]. Цель проекта – создание к концу этого года информационной системы, которая обеспечивает европейским государствам получение данных из российских баз ДЗЗ, а российской стороне – доступ к европейским базам ДЗЗ. Участники проекта: Берлинский техуниверситет, Греческая фирма Aratos, Самарский ракетно-космический центр «ЦСКБ-Прогресс» и РГРТУ. Эта система позволит повысить частоту обновления информации по той или иной территории.

Следующий проект – это построение региональных космокарт по материалам разновременной съемки. Такая технология, на которую получен патент [3], разработана в РГРТУ. Потребность в таких картах имеет каждый регион. С их использованием может эффективно решаться ряд важнейших региональных задач: мониторинг паводка рек, лесных и сельских угодий, учет месторождений полезных ископаемых, прогноз развития и последствий техногенных аварий и т.п.

Еще один проект - это информационное обеспечение Рязанского Гидрометцентра. На крыше нашего университета установлена антенна, обеспечивающая прием информации с гидрометеорологических спутников. Данные, поступающие от нее, обрабатываются в Региональном центре космических услуг университета и по высокоскоростному каналу передаются в Гидрометцентр, где используются по назначению.

Есть еще ряд предложений по использованию результатов космической деятельности в Рязанском регионе.

Выводы. К сожалению, научно-технический задел, накопленный в РГРТУ в рамках Космических программ России, на региональном уровне используется в недостаточной степени. Работы практически не финансируются из местных бюджетов. Хотелось бы, чтобы наш университет получил финансирование в рамках ФЦП по использованию результатов космической деятельности в Российской Федерации и регионах. В этом случае наиболее вероятно софинансирование работ из местных бюджетов.

Библиографический список

1. Бриндикова И.В., Гуров В.С. и др. Системно-функциональное построение автоматизированной системы дистанционного обучения по направлению

«Глонасс» // Вестник РГРТУ. № 3 (выпуск 33). Рязань, 2010. С. 82-89.

2. *Ветров А.А., Кочергин А.М., Кузнецов А.Е.* Принципы построения геопортала спутниковых изображений, разрабатываемого в рамках международного проекта MEDEO // Цифровая обработка сигнала.

лов. 2011. № 3. С. 36-44.

3. Патент RU 2171499 С1. Способ формирования изображений / В.К. Злобин, В.В. Еремеев, А.Е. Кузнецов, Ю.М. Урличич, М.В. Новиков. Оpubл. 2001. Бюл. № 21.