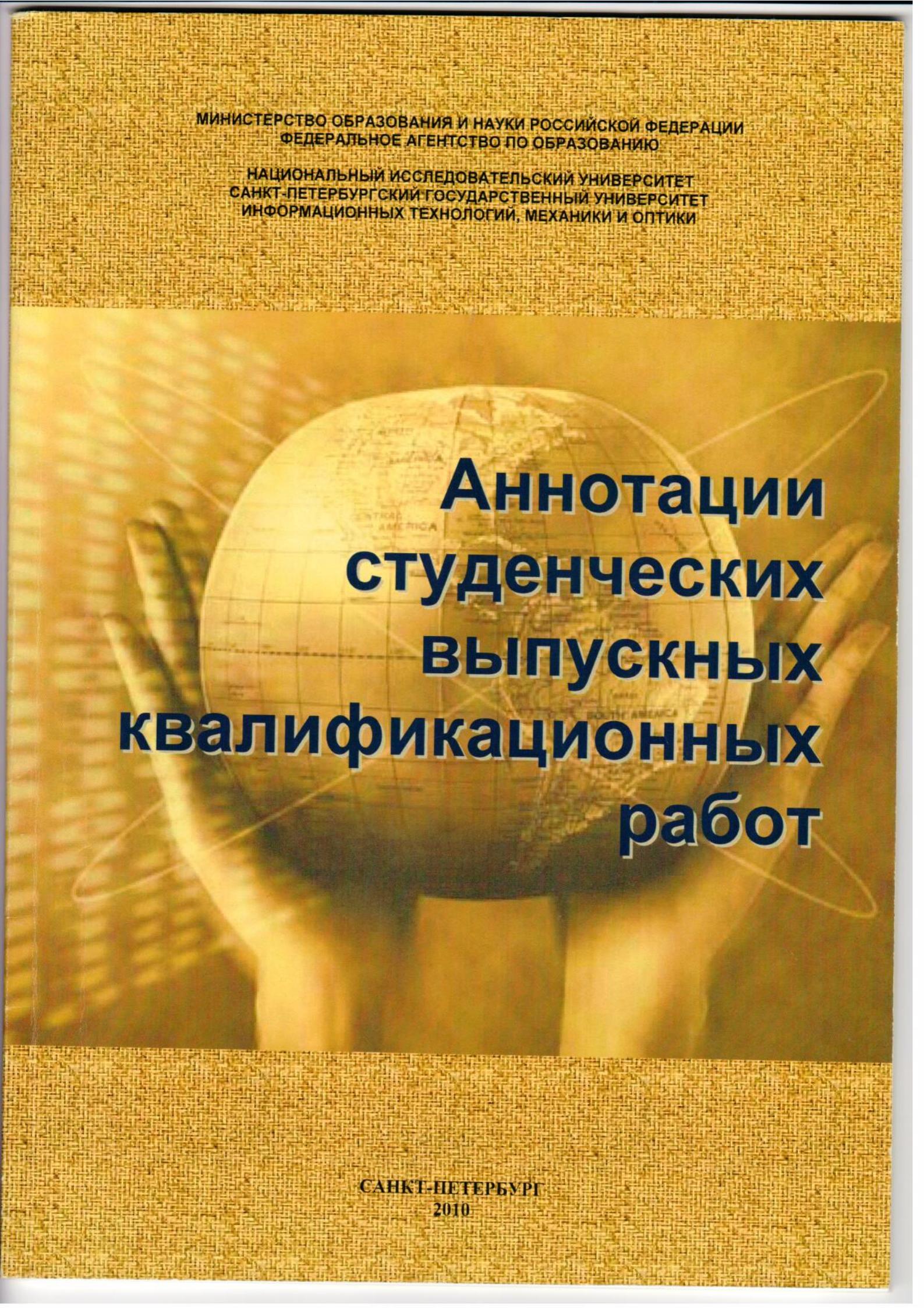


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ



Аннотации студенческих выпускных квалификационных работ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2010

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

Аттестационная комиссия по защите квалификационных работ
для бакалавриата и магистратуры
имеет право присуждать квалификации
бакалавра и магистра

8-980-777-8888

АННОТАЦИИ СТУДЕНЧЕСКИХ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ



в бакалавриатской и магистратурной образовательных программах по направлениям подготовки «Информационные технологии» и «Механика и оптика» ведется в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования, утвержденными Министерством образования и науки Российской Федерации в 2009 году.

Научно-исследовательский институт «Информационные технологии и механика» (НИИ ИТМО) был создан в 1992 году на базе кафедр информационных технологий и механики факультета физики и математики СПбГУ. В 1996 году кафедра информационных технологий была преобразована в кафедру информационных технологий и механики. В 2000 году кафедра информационных технологий и механики преобразована в НИИ ИТМО. В 2009 году кафедра информационных технологий и механики преобразована в кафедру информационных технологий и механики факультета физики и математики СПбГУ.

Санкт-Петербург
2010

Аннотации студенческих выпускных квалификационных работ /
Под ред. В.О. Никифорова. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 51 с.

ISBN 978-5-7577-0368-8

Представлены аннотации студенческих выпускных квалификационных работ, выполненных в Санкт-Петербургском государственном университете информационных технологий, механики и оптики в 2010 г.



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена Программа развития государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики» на 2009–2018 годы.

© Национальный исследовательский университет
Санкт-Петербургский университет
информационных технологий,
механики и оптики,
2010

ISBN 978-5-7577-0368-8

КАФЕДРА
ЛАЗЕРНОЙ ТЕХНИКИ И БИОМЕДИЦИНСКОЙ ОПТИКИ

УДК 535.346 : 681.7

Е. Ю. БРАГИН

РАССЕЯНИЕ ЛАЗЕРНОГО ПУЧКА НА ГРАНИЦЕ ДВУХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

Руководитель — к.т.н., доцент С.А. Смирнов, СПбГУ ИТМО

Разработана математическая модель, которая позволяет методом углового спектра решить задачу рассеяния гауссова пучка на плоской границе раздела двух однородных диэлектрических сред. Насколько нам известно, отсутствуют публикации, посвященные задаче рассеяния лазерного пучка на двумерной статистически неровной границе раздела. В настоящей работе предпринята попытка решить скалярную задачу рассеяния лазерного пучка на статистически неровной в среднем плоской границе раздела в приближении Кирхгофа.

В качестве простой модели рассеяния лазерного излучения на случайной границе раздела двух диэлектриков было рассмотрено рассеяние гауссова пучка случайнным фазовым транспарантом. Получено выражение для средней интенсивности излучения:

$$\langle I(x, y, z) \rangle = \sum_{m=0}^{\infty} A_0^2 \left(\frac{\omega_0}{\omega_m(z)} \right)^2 \frac{\exp(-\sigma_\phi^2) \sigma_\phi^{2m}}{m!} \exp \left[-\frac{2(x^2 + y^2)}{\omega_m^2(z)} \right].$$

В случае малых дисперсий фазы основной вклад дает когерентная компонента $I_0(x, y, z)$, интенсивность которой в результате рассеяния уменьшена по сравнению с интенсивностью исходного пучка. Задача рассеяния гауссова пучка на неровной границе раздела сводится к рассмотрению рассеяния s - и p -поляризованных плоских волн и исследованию интегралов суперпозиции. Выражение для амплитуды среднего поля, рассеянного статистически неровной границей раздела, имеет вид

$$\langle U^{SC}(\mathbf{R}) \rangle = R_0 \exp \left[-2(k\sigma_\zeta m_z)^2 \right] \exp \left[ik(m_x X + m_y Y - m_z Z) \right].$$

При исследовании рассеяния гауссовой моды порядка $(0, 0)$ на случайной границе раздела двух диэлектриков получены в параксиальном приближении выражения для средних значений интенсивности s - и p -поляризованных компонент

$$\begin{cases} \left\langle |E_{s,X_2}^{SC}(\mathbf{R}_2)|^2 \right\rangle = 0, \\ \left\langle |E_{s,Y_2}^{SC}(\mathbf{R}_2)|^2 \right\rangle = A_0^2 \left(\frac{\omega_0}{W_0} \right)^4 |R_s(\theta_0)|^2 \exp \left[-(2k\sigma_\zeta)^2 \right] \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{W_0}{W_n} \right)^2 \frac{(2k\sigma_\zeta)^{2n}}{n!} \exp \left[-\frac{2(X_2^2 + Y_2^2)}{W_n^2} \right], \end{cases}$$

$$\begin{cases} \left\langle \left| E_{p,X_2}^{SC}(\mathbf{R}_2) \right|^2 \right\rangle = A_0^2 \left(\frac{\omega_0}{W_0} \right)^4 \left| R_p(\theta_0) \right|^2 \exp \left[- (2k\sigma_\zeta)^2 \right] \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{W_0}{W_n} \right)^2 \frac{(2k\sigma_\zeta)^{2n}}{n!} \exp \left[- \frac{2(X_2^2 + Y_2^2)}{W_n^2} \right], \\ \left\langle \left| E_{p,Y_2}^{SC}(\mathbf{R}_2) \right|^2 \right\rangle = 0. \end{cases}$$

Полученный результат имеет большое сходство со случаем рассеяния гауссова пучка на случайном фазовом транспаранте.

При нормальной статистике отклонений границы раздела и гауссовом коэффициенте корреляции средняя амплитуда рассеянного поля имеет ту же структуру, что и при отражении от идеально плоской границы раздела. Среднюю интенсивность рассеянного поля в параксиальном приближении можно представить в виде равномерно сходящегося ряда.

Направление дальнейших исследований связано с уточнением и обобщением математического описания рассматриваемого явления при переходе от плоской (в среднем) к искривленной границе раздела, а также с рассмотрением негауссовой статистики флуктуаций профиля поверхности.

Работа выполнена в рамках госбюджетной НИР № 19082.

Литература

1. Бельский А.М., Корнейчик Т.М., Хапалюк А.П. Пространственная структура лазерного излучения. Минск: Изд-во БГУ, 1982. 198 с.
2. Бельский А.М., Хапалюк А.П. Отражение лазерного пучка от границы раздела изотропных диэлектриков // Опт. и спектр. 1973. Т. 35, вып. 1. С. 117—119.
3. Хапалюк А.П., Бельский А.М. Прохождение лазерного излучения через диэлектрическую плоскопараллельную пластинку // Квантовая электроника и лазерная спектроскопия. Минск: Наука и техника, 1974. С. 469—489.

$$[(x_2 - 1, y_2 + 1, z_2)] \cup [(-y_2, 0, 0) \cup \{y_2 = 0\}]$$

$$\delta = \left(\frac{1}{2}, \lambda, \frac{1}{2}, \lambda \right)$$

$$\left[\left(\frac{x_2 + 1}{2}, \frac{y_2 + 1}{2}, \frac{z_2 + 1}{2} \right) \right] \cup \left[\left(\frac{x_2 - 1}{2}, \frac{y_2 + 1}{2}, \frac{z_2 + 1}{2} \right) \right] \cup \left[\left(\frac{x_2 + 1}{2}, \frac{y_2 - 1}{2}, \frac{z_2 + 1}{2} \right) \right] \cup \left[\left(\frac{x_2 - 1}{2}, \frac{y_2 - 1}{2}, \frac{z_2 + 1}{2} \right) \right]$$

УДК 535.31 : 681.7

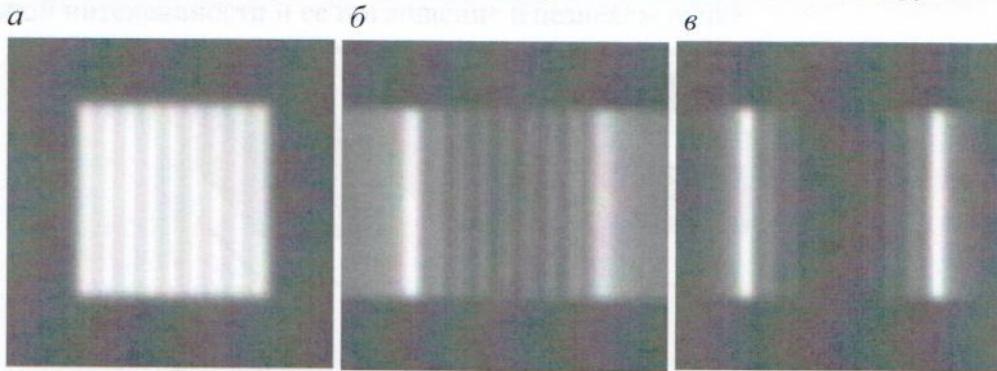
С. А. ВИХАРЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В ГИДРОДИНАМИЧЕСКОМ ПОТОКЕ

Руководитель — к.т.н., доцент С.А. Смирнов, СПбГУ ИТМО

В современной волновой оптике одной из основных задач является выделение информации об изменениях фазы волны электромагнитного излучения. Сложность этой задачи объясняется тем, что основные приемные устройства оптического сигнала реагируют на усредненную интенсивность падающего излучения, не позволяя зарегистрировать непосредственно комплексную амплитуду поля. В настоящее время проблемы эффективного и стабильного восстановления фазовых характеристик световых полей на основании данных об интенсивности связаны с разработкой оптико-электронных приборов, осуществляющих преобразование исходного светового поля, при котором проявляется зависимость интенсивности излучения в плоскости фотоприемника от искомой объектной фазовой функции.

В работе рассмотрен лазерный теневой прибор, использующий метод пространственной оптической фильтрации на основе ножа Фуко. Проектируемое устройство предназначено для регистрации и наблюдения прозрачных оптических неоднородностей в гидродинамическом потоке, проявляющихся в виде слабых градиентов показателя преломления среды. На рисунке приведены картины визуализации фазовой синусоидальной решетки с помощью различных теневых методов (*а* — метод Цернике, *б* — метод Фуко, *в* — метод Гильберта). Масштаб исследуемых неоднородностей среды — 0,3—20 мм. Рассмотрены разные варианты оптических схем прибора и обоснован принцип построения оригинальной схемы. Также были проанализированы механизмы пространственной фильтрации с использованием других методов.



С помощью разработанной программы смоделирована ситуация разьюстировки фильтра Фуко и выработаны рекомендации к точности его позиционирования в схеме лазерного теневого прибора. Также исследован вопрос распространения излучения в водной среде, что связано с областью применения оригинальной разработки. Представлены результаты экспериментов по наблюдению различных фазовых тест-объектов и рассмотрен макет лазерного теневого прибора, созданного в лабораторных условиях.

Дальнейшие исследования в этой области связаны с созданием количественной теории фазоконтрастных теневых методов, а также с разработкой измерительных приборов, использующих методы пространственной оптической фильтрации.

Работа выполнена в рамках тематического плана по госбюджетной теме № 15010.

Литература

1. Брамсон М.А., Красовский Э.И., Наумов Б.В. Морская рефрактометрия. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 247 с.
2. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1973. 720 с.
3. Васильев Л.А. Теневые методы. М.: Наука, 1968. 400 с.

УДК 535.417.2; 621.375.8

В. Г. КРАСНОВ

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ОПТИЧЕСКОЙ НАКАЧКИ АТОМОВ ЦЕЗИЯ В АТОМНО-ЛУЧЕВОЙ ТРУБКЕ

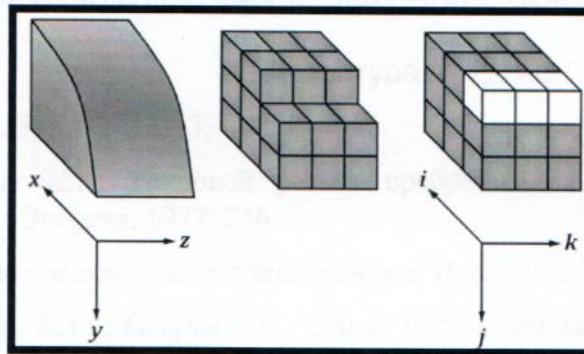
Руководитель — старший преподаватель С.А. Волков, СПбГУ ИТМО

Исследованы вопросы перераспределения атомов между сверхтонкими уровнями цезия-133 под действием лазера. Актуальность темы заключается в том, что рассмотрен один из ключевых моментов работы цезиевого стандарта частоты и времени с оптической накачкой — селекция и перераспределение атомов по сверхтонким состояниям.

В работе рассмотрены новейшие технологии измерения времени: стандарт частоты и времени на основе цезиевого фонтана [1]; оптические эталоны частоты и времени, работающие на атомах ртути, стронция или кальция [2, 3].

Цель нашей работы — теоретическое моделирование оптической накачки атомов цезия, которая приводит к перераспределению атомов между сверхтонкими состояниями $F=4$ и 3 таким образом, что происходит накопление максимального числа атомов на верхнем уровне часового перехода [$F=4; m=0$], а нижний уровень [$F=3; m=0$], наоборот, опустошается. В работе рассмотрены две модели: с одним и с двумя лазерами накачки. Каждая модель была рассмотрена при следующих значениях мощности лазеров накачки: 5, 20, 60 мВт/см². Расчеты состояли из системы 25 балансных уравнений.

Чтобы реализовать наши расчеты с приемлемой точностью, использовалась точечная модель расчетов. При использовании точечной модели цезиевый пучок разбивается на небольшие ячейки (см. рисунок). Работа с отдельными ячейками позволяет учесть распределение изначальной интенсивности и ее поглощение в цезиевом пучке.



Расчеты для модели с одним лазером показали, что разность населенностей уровней часового перехода составляет около 12,6 %. Для модели с двумя лазерами получена инверсия населенностей от 13 до 67 %. Модель оптической накачки с одним лазером менее эффективна по сравнению с моделью с двумя лазерами.

Работа выполнена в рамках тематического плана по госбюджетной теме № 19082.

Литература

- Jefferts S.R., Heavner T.P., Parker T.E., Shirley J.H. NIST Cesium Fountains — Current Status and Future Prospects // Acta Physica Polonica A. 2007. Vol. 112, N 5. P. 759—767.

2. Lombardi M.A., Heavner T.P., Jefferts S.R. NIST Primary Frequency Standards and the Realization of the SI Second. *NCSL International measure: the journal of measurement science*. 2007. Vol. 2, N 4. P. 74—89.
 3. Riehle F. Frequency Standards — Basics and Applications. Berlin: Wiley-VCH, 2004. 526 p.

УДК 6

КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕПЛОФИЗИКИ И ЭНЕРГОФИЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

УДК 621.3

*B. V. АЛЕЙКИН***ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ***Руководитель — к.т.н., доцент В.И. Егоров, СПбГУ ИТМО*

Для обеспечения надежной работы радиоэлектронной аппаратуры необходимо, чтобы температура отдельных элементов в процессе эксплуатации не превышала допустимых для них значений. Величина коэффициента теплопроводности печатной платы является существенной для определения температуры микросхем.

В работе рассмотрена конструкция современных печатных плат, теплофизические свойства материалов, из которых они изготавливаются, технологии создания печатных плат, методы расчета и различные методы измерения теплопроводности печатных плат.

Для определения теплопроводности современных многослойных печатных плат была собрана установка, с помощью которой определен коэффициент лучисто-конвективного теплообмена на поверхности плат, а также проведены измерения, позволившие определить теплопроводность печатных плат. Проведено исследование влияния величины теплопроводности современной многослойной печатной платы на температуру закрепляемых на ней элементов. Показано, что погрешность измерения коэффициента теплопроводности платы в 20 % может привести к изменению перегрева закрепленных на ней элементов до 15 %.

Литература

1. Поляк Г.П. // ЭТФ. 1935. Т. V, вып. 3. С. 436—466.
2. Ройзен Л.И., Дулькин И.Н. Тепловой расчет оребренных поверхностей / Под ред. В.Г. Фастовского. М.: Энергия, 1977. 256 с.
3. Керн Д., Краус А. Развитые поверхности теплообмена: Пер. с англ. М.: Энергия, 1977. 464 с.
4. Шарков А.В., Кораблев В.А., Макаров Д.С., Сулико В.Ю. Термометрия элементов лазерной техники // Приборы + Автоматизация. 2005. № 3. С. 32—34.
5. Дульнев Г.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре. М.: Высш. школа, 1984. 247 с.
6. Дульнев Г.Н., Шарков А.В. Системы охлаждения приборов. Л.: ЛИТМО, 1984. 82 с.
7. Дульнев Г.Н., Семашкин Э.М. Теплообмен в радиоэлектронных аппаратах. Л.: Энергия, 1968. 360 с.
8. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теллопередача. М.: Энергоиздат, 1981. 416 с.

Н. В. АНДРИЯНОВА

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ВЕРМИКУЛИТА

Руководитель — к.т.н., доцент Д.П. Волков, СПбГУ ИТМО

Справка

Вспученный вермикулит — сыпучий зернистый материал, получаемый в результате обжига природного вермикулита. Основным и наиболее ценным свойством вермикулита является способность при прокаливании резко и существенно увеличивать свой объем, который сохраняется при последующем охлаждении, что и придает материалу многие его ценные свойства. Обожженные массы вермикулита характеризуются повышенной огнестойкостью, высокой звукопоглощающей способностью, низкой теплопроводностью. В состав вермикулита входят различные окислы, их процентное содержание изменяется в зависимости от места добычи материала. В работе проводится исследование свойств четырех композитов различной плотности.

В работе исследуются теплоемкость и теплопроводность композитов. Измерение теплоемкости проводится на приборе «динамический с-калориметр» в диапазоне температур $t = 50—400^{\circ}\text{C}$. В основу работы измерителя положен сравнительный метод динамического с-калориметра с теплометром и адиабатической оболочкой. В диапазоне $t = 50—175^{\circ}\text{C}$ теплоемкость растет, затем резко уменьшается. Погрешность измерений не превышает 3 %.

Определение коэффициента теплопроводности осуществляется на измерителе ИТ-λ-400 при температуре $t = 50—400^{\circ}\text{C}$ методом монотонного нагрева. В результате экспериментов с образцами вермикулита были получены следующие зависимости: значение λ уменьшается при $t = 50—200^{\circ}\text{C}$, когда $t > 200^{\circ}\text{C}$ — возрастает. С ростом плотности λ увеличивается. Погрешность измерения составляет не более 9 %.

Исследованные образцы нашли широкое применение в строительстве для создания огнезащитных преград, теплоизоляции стен, крыш, полов, фундаментов и т.д., а также для звуковой изоляции зданий.

Литература

1. Кржисжановский Р.Е., Штерн З.Ю. Термофизические свойства неметаллических материалов: Справочная книга. Л.: Энергия, 1973. 333 с.
2. Платунов Е.С. Термофизические измерения в монотонном режиме. Л.: Энергия, 1972.
3. Эксплуатационная документация на измеритель теплоемкости ИТ-с-400.
4. Эксплуатационная документация на измеритель теплопроводности ИТ-с-400.
5. Хоменко В.П., Фаренюк Г.Г. Справочник по теплозащите зданий. К.: Будивельник, 1986. 216 с.
6. Бобров Ю.Л., Овчаренко Е.Г. Теплоизоляционные материалы и конструкции: Учебник. М.: ИНФРА-М, 2003. 260 с.

УДК 536.6

М. Н. ВОЛОВИКОВА

ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ ОДНОМЕРНЫХ ТЕЛ

Руководитель — д.т.н., профессор Н.В. Пилипенко, СПбГУ ИТМО

Исследована возможность определения погрешности измерения температуры поверхности тел с помощью дифференциально-разностных моделей (ДРМ) теплопереноса. В работе проводится сопоставление результатов, полученных численно-алгоритмическим методом, с результатами аналитического расчета, базирующегося на решении уравнений теплопроводности с использованием передаточных функций, рассмотренного в [1].

Измерение температуры поверхностей обычно проводится термопарами, металлическими или полупроводниковыми термометрами сопротивления [2—7]. В зависимости от условий измерения осуществляется выбор измерителя температуры (ИТ) и определяется его расположение на поверхности исследуемого тела. Термометр при этом прижимается или монтируется непосредственно на исследуемой поверхности тела или располагается внутри тела. В ряде случаев чувствительный элемент может и не выходить на поверхность.

Поскольку любой измеритель температуры, как бы тонок он ни был, обладает собственными тепловым сопротивлением и теплоемкостью, его температура будет отличаться от действительной температуры свободной поверхности тела. Для анализа систематических погрешностей измерения нестационарной температуры следует определить теплообмен

- 1) исследуемого тела с окружающей его средой;
- 2) системы ИТ—тело со средой.

Поставленные задачи решены на примере преобразователей теплового потока (ПТП) типа «полупространство», «вспомогательная стенка на полупространстве», «двухсоставный неоднородный градиентный ПТП».

Динамика одномерного теплопереноса в ПТП может быть описана системой обыкновенных дифференциальных уравнений. Математическая модель теплопереноса имеет вид

$$\frac{d}{d\tau} \mathbf{T}(\tau) = \mathbf{FT}(\tau) + \mathbf{GU}(\tau),$$

где \mathbf{F} — $(n \times n)$ -матрица обратных связей, \mathbf{G} — $(n \times 2)$ -матрица управления, $\mathbf{U}(\tau)$ — вектор управления.

Показано, что в целом численный метод дает более точные результаты, позволяет учитывать контактное тепловое сопротивление между элементами, а также разнородность свойств материалов.

Получены следующие основные результаты.

1. Установлена погрешность измерения температуры поверхности массивных тел с различными теплофизическими свойствами с учетом тепловых контактных сопротивлений между телом и датчиком температуры при воздействии постоянного теплового потока.
2. Исследовано влияние температуры среды, меняющейся по гармоническому закону, на точность определения температуры поверхности массивного тела, находящегося в теплообмене со средой.
3. Оценена погрешность измерения температуры поверхности тела при различном заглублении датчика температуры.
4. Исследовано температурное поле металлической стенки, а также установлена

погрешность, вносимая ИТ, в зависимости от условий воздействия теплового потока и теплообмена со средой.

5. Проведено сопоставление полученных значений температуры и погрешностей с результатом аналитического решения.

Литература

1. Ярышев Н.А. Теоретические основы измерения нестационарной температуры. Л.: Энергоатомиздат, 1990. 256 с.
2. Воронов А.А. Теория автоматического управления. Ч. 1. М.: Высш. школа, 1986.
3. Дульнев Г.Н., Тихонов С.В. Теория тепло-и массообмена. Точные методы решения задач теплопроводности и диффузии. Л., 1981.
4. Мирошник И.В., Бобцов А.А. Теория управления: анализ линейных систем. Электронный учебник по дисциплине «Теория автоматического управления». СПбГУ ИТМО.
5. Пилипенко Н.В. Методы параметрической идентификации в нестационарной теплометрии (ч. 2) // Изв. вузов. Приборостроение. 2003. № 10. С. 67—71.
6. Пилипенко Н.В., Гладских Д.А. Астатические датчики для определения нестационарного теплообмена // Науч.-технич. вестн. ИТМО. Исследования и разработки в области физики и приборостроения. 2006. № 31. С. 87—90.
7. Пилипенко Н.В., Гладских Д.А. Решение прямых и обратных задач теплопроводности на основе дифференциально-разностных моделей // Изв. вузов. Приборостроение. 2007. № 3.

УДК 697.1

С. А. КАБАКОВ

ВЫБОР И РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ

Руководитель — А.Ю. Рыбаков, ООО «ПРОЕКТНЕФТЕГАЗ», ведущий инженер по ОВ

Рассматриваются вопросы выбора и расчета систем вентиляции и отопления на примере газораспределительной станции (ГРС) в Ленинградской области. Основные задачи работы:

- 1) определение теплового баланса здания;
- 2) выбор систем отопления и вентиляции;
- 3) внедрение энергосберегающих технологий.

Расчет теплового баланса здания производился по укрупненным параметрам, с использованием компьютерного комплекса TEPLOOV, а также применялся инженерный расчет.

Помещение	Тепловой баланс, Вт		
	по укрупненным параметрам	инженерный расчет	TEPLOOV
Здание ГРС	54200	47500	45000
Помещение редуцирования	—	26147	25970

Как видно из таблицы, расчет по укрупненным параметрам можно использовать на начальных этапах проектирования; компьютерный комплекс следует применять для повышения скорости расчетов и проверки результатов инженерного расчета.

Были выбраны схемы систем отопления и вентиляции, произведены соответствующие расчеты и подобрано оборудование. В системе отопления была предусмотрена установка автоматизированного теплового пункта «Взлет», что позволит в дальнейшем снижать энергозатраты.

Литература

1. Староверов И.Г., Шиллер Ю.И. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. М.: Стройиздат, 1990.
2. Сибикин Ю.Д. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. М.: Академия, 2008.
3. Богословский В.Н., Сканави А.Н. Отопление. М.: Стройиздат, 1991.

П.А. КИРИКОВА

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ НА ОСНОВЕ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ

Руководитель — к.т.н., доцент В.А. Кораблев, СПбГУ ИТМО

Разработан проект системы охлаждения для приемопередающего модуля (ППМ) активной фазированной решетки (АФАР) с целью обеспечения нормального теплового режима последней.

Было решено, что передача теплоты от тепловыделяющих элементов к радиатору будет производиться с помощью тепловых труб.

На специальной установке были проведены исследования около 200 тепловых труб (ТТ). Расчет их тепловых сопротивлений осуществлялся с помощью следующих формул:

$$R_{TT} = \frac{\Delta T}{\Phi} = \frac{T_u - T_k}{\Phi}, \quad (1)$$

$$T_k = t_{xc} + 13,31\epsilon_5, \quad (2)$$

$$T_u = t_{xc} + 13,31(\epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3) \cdot \frac{1}{3}, \quad (3)$$

$$\Phi = UI. \quad (4)$$

Для исследования теплового режима ППМ был сконструирован макет — тепловая копия оригинала с трубами, обладающими наименьшим тепловым сопротивлением. Далее были проведены исследования самого ППМ. При анализе теплового режима учитывалось, что тепловой поток от полупроводниковой структуры проходит через большое количество тепловых сопротивлений, в том числе трижды через контакты ряда элементов.

На снижение контактных сопротивлений (КС) было обращено особое внимание.

Как показали опыты, тепловые трубы могут иметь сопротивление от 0,2 до 1 К/Вт. Суммарное тепловое сопротивление 10 трубок, установленных в ППМ, составляет $0,04 \pm 0,01$ К/Вт. Отдельно было измерено тепловое сопротивление радиатора ППМ — при расходе воздуха $25 \cdot 10^{-3}$ м³/с оно составляет 0,01 К/Вт, а суммарное сопротивление двух радиаторов — $0,05 \pm 0,01$ К/Вт. Общее тепловое сопротивление R_Σ между поверхностью скелетона и воздухом оценивалось по формуле:

$$R_\Sigma = \frac{\Delta T_{ck}}{\Phi_\Sigma}, \quad (5)$$

где ΔT_{ck} — средний перегрев поверхности скелетона в модуле, Φ_Σ — суммарная мощность тепловыделений в модуле. Расчеты показали, что значение R_Σ для 10 ППМ составило $0,17 \pm 0,02$ К/Вт.

Один из самых распространенных приемов изменения величины КС — использование термопасты, которой заполняется область контакта. Применяемая обычно для этих целей паста КПТ-8 имеет теплопроводность от 0,7 до 1 Вт/м·К, что недостаточно для обеспечения нормального теплового режима ППМ. Поэтому была разработана новая паста на основе полиметилксилоксана с наполнителем из нитрида алюминия. На специальной установке были проведены исследования теплопроводности данной пасты, также исследовались образцы с новым противокоррозионным покрытием МЕТАКОР-РОКОР для установок, работающих в

условиях моря. В результате выполненных работ снижено тепловое сопротивление между основанием СВЧ-транзисторов и воздухом в 2,1 раза.

Литература

1. Братчиков А.Н. Активные фазированные антенные решетки / Под ред. Д.И. Воскресенского, А.И. Канащенко. М.: Радиотехника, 2004. 487 с.
2. Дан П.Д., Рей Д.А. Тепловые трубы: Пер. с англ. М.: Энергия, 1979. 272 с.
3. Дульnev Г.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре. М.: Высш. школа, 1984. 247 с.
4. Дульнев Г.Н., Шарков А.В. Системы охлаждения приборов. Л.: ЛИТМО, 1984. 83 с.

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент, Баранов Евгений Николаевич
Компьютерная обработка изображений и извлечение информации о цепочке передачи радиоволн из излучаемых спутниками сигналов с помощью спектральных методов. Дата защиты: 15.06.2010 г.
Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент, Баранов Евгений Николаевич
Компьютерная обработка изображений и извлечение информации о цепочке передачи радиоволн из излучаемых спутниками сигналов с помощью спектральных методов. Дата защиты: 15.06.2010 г.

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент, Баранов Евгений Николаевич
Компьютерная обработка изображений и извлечение информации о цепочке передачи радиоволн из излучаемых спутниками сигналов с помощью спектральных методов. Дата защиты: 15.06.2010 г.

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент, Баранов Евгений Николаевич
Компьютерная обработка изображений и извлечение информации о цепочке передачи радиоволн из излучаемых спутниками сигналов с помощью спектральных методов. Дата защиты: 15.06.2010 г.

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент, Баранов Евгений Николаевич
Компьютерная обработка изображений и извлечение информации о цепочке передачи радиоволн из излучаемых спутниками сигналов с помощью спектральных методов. Дата защиты: 15.06.2010 г.

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент, Баранов Евгений Николаевич
Компьютерная обработка изображений и извлечение информации о цепочке передачи радиоволн из излучаемых спутниками сигналов с помощью спектральных методов. Дата защиты: 15.06.2010 г.

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент, Баранов Евгений Николаевич
Компьютерная обработка изображений и извлечение информации о цепочке передачи радиоволн из излучаемых спутниками сигналов с помощью спектральных методов. Дата защиты: 15.06.2010 г.

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент, Баранов Евгений Николаевич
Компьютерная обработка изображений и извлечение информации о цепочке передачи радиоволн из излучаемых спутниками сигналов с помощью спектральных методов. Дата защиты: 15.06.2010 г.

О. В. КОНОВАЛОВА

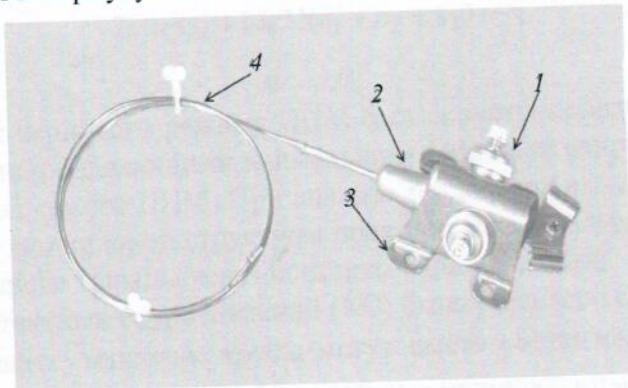
ДАТЧИК-СИГНАЛИЗАТОР ПОЖАРА ДЛЯ АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Руководитель — д.т.н., профессор Г.Н. Лукьянов, СПбГУ ИТМО

Рассмотрены системы противопожарной безопасности, используемые на современных самолетах, а также температурные датчики, подающие сигналы о перегреве двигателя и о воспламенении его участков.

Главная цель разработки — создание отечественного датчика противопожарной безопасности для двигателя самолета. Предложено устройство манометрического датчика-сигнализатора, передающего сигнал о перегреве двигателя и возникновении пожара в нем.

Датчик-сигнализатор пожара (см. рисунок) состоит из чувствительного элемента (ЧЭ) — трубы 4, герметически присоединенной к корпусу 2 с выходным контактом 1. Трубка заполнена газом — гелием — постоянного объема. Она содержит насыщенный водородом сердечник из титана, выделяющий большое количество газа при нагревании какой-либо его части выше некоторой критической температуры. Один конец чувствительной трубы запаян, а второй подсоединен к корпусу сигнализатора.



Конструкция датчика-сигнализатора

В корпусе сигнализатора трубка подсоединяется к платформе (рисунок, 3) с мембранными, чувствительными к изменению давления. При повышении температуры ЧЭ давление гелия в трубке повышается и подается сигнал о перегреве; при дальнейшем повышении температуры из титанового сердечника начинает выделяться водород и подается сигнал о пожаре.

Первый сигнал поступает при нагреве до 650°C участка ЧЭ длиной 310 мм и при нагреве участка 155 мм до 1000°C . Второй сигнал поступает по достижении температуры двигателя 180°C . Сигнал пожара поступает при разгерметизации ЧЭ датчика вследствие его механического повреждения.

При проведении испытаний на датчике были получены следующие результаты:

- время срабатывания датчика при изменении температуры среды до 650°C составляет около 20 с;

- время срабатывания датчика при изменении температуры среды до 1000°C составляет около 5—10 с.

- время возврата датчика в рабочее положение — менее 30 с.

Также были проделаны расчеты, подтверждающие уровень изменения давления в чувствительной трубке датчика.

При разработке датчика-сигнализатора были выполнены условия, поставленные техническим заданием, также были учтены требования, предъявляемые к авиационному оборудованию. По полученным результатам можно подвести итог, что разрабатываемый датчик-сигнализатор способен обеспечивать противопожарную безопасность двигателя самолета, также можно сделать вывод, что характеристики датчика-сигнализатора позволяют использовать его для оповещения о пожаре других протяженных в пространстве объектов.

Литература

1. Сосновский А.Г., Столярова Н.И. Измерение температур. М., 1970.
2. Браславский Д.А., Логунов С.С. Приборы на самолете. М.: Оборонгиз, 1947.
3. Михеева И.М., Михеев М.А. Основы теплопередачи. М.—Л.: Госэнергоиздат, 1956.
4. Дульнев Г.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре. М.: Высш. школа, 1984.

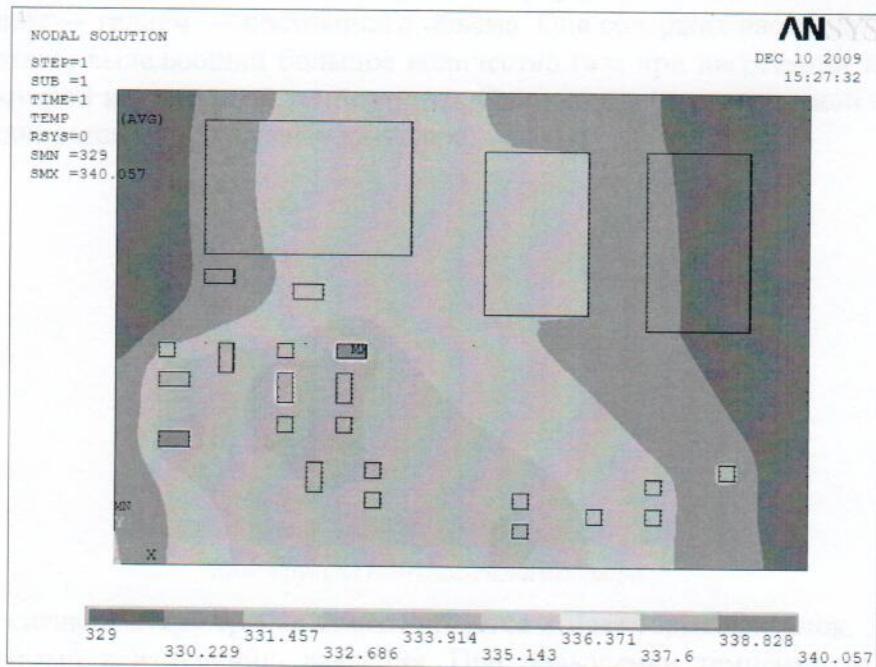
Д. В. КОРОБОВСКИЙ

ТЕПЛОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ПРИБОРА С КОНДУКТИВНЫМ ОТВОДОМ ТЕПЛА

Руководитель — Г.И. Толченицын, ФГУП НПО «Импульс»,
ведущий инженер-конструктор

Исследован тепловой режим прибора, выполненного в формате «Евромеханика 19», с помощью профессионального конечно-элементного комплекса Ansys, результаты аналитического расчета сравнивались с экспериментальными данными.

На рисунке представлено температурное поле наиболее теплонаагруженного модуля; видно, что сброс тепла с модулей происходит преимущественно с помощью медных слоев печатных плат на корпус.



Как видно из таблицы, компьютерное моделирование обеспечивает приемлемую точность расчета. В то же время аналитический расчет может использоваться для начальных, прикидочных расчетов как менее трудозатратный, а компьютерное моделирование – для полного и подробного анализа конструкции.

Сравнение данных эксперимента, аналитического расчета и моделирования

Радиоэлементы	Мощность, Вт	Нагрев, °C (эксперимент)	Нагрев, °C (расчет)	Нагрев, °C (моделирование)
СПН27-05-12-II (D1)	0,25	34,5		34
СПН27-05-12-II (D2)	0,72	32,9		32
СПН27-15-05-I (D3)	3	34	33,2	34
Сопротивление	0,23	41,1	40,2	41,5

В результате расчета нагрев наиболее теплонаагруженных элементов при максимально допустимой температуре окружающей среды для прибора +50 °C составил +66,5 °C. По тех-

ническим условиям для указанных элементов максимально допустимая рабочая температура равняется $+85^{\circ}\text{C}$. Таким образом, применение кондуктивного отвода тепла обеспечивает нормальный тепловой режим прибора. В дальнейшем требуется более детальная проверка влияния конвективного и лучистого теплообмена внутри корпуса прибора на его тепловой режим.

Литература

1. Тимохин А.П. Базовые несущие конструкции электронных средств. СПб: СПбГУАП, 2006. 75 с.
2. Тимохин А.П., Шубарев В.А., Гельгор Я.Ш. О развитии работ по базовым несущим конструкциям радиоэлектронных средств // Технологии приборостроения. 2002. 64 с.
3. Дульнев Г.Н., Парфенов В.Г., Сигалов А.В. Методы расчета теплового режима приборов. М.: Радио и связь, 1990. 312 с.
4. Дульнев Г.Н., Тарновский Н.Н. Тепловые режимы электронной аппаратуры. М.: Энергия, 1971. 248 с.
5. Фокин В.М., Бойков Г.П., Видин Ю.В. Основы технической теплофизики. М.: Машиностроение, 2004. 172 с.

Были исследованы различные способы отвода тепла от радиатора. Помимо кондуктивного теплоотвода, были изучены теплоотвод от радиатора в виде конвективного теплоотвода и лучистого теплоотвода. Для определения коэффициентов теплоотвода были использованы методы тепловых измерений и тепловизии. Для определения коэффициента конвективного теплоотвода был использован метод тепловых измерений. Для определения коэффициента лучистого теплоотвода был использован метод тепловизии.



УДК 53.087

Н. А. ПАШАНЮК

РАЗРАБОТКА ДАТЧИКОВ ДАВЛЕНИЯ

Руководитель — д.т.н., профессор Г.Н. Лукьянов, СПбГУ ИТМО

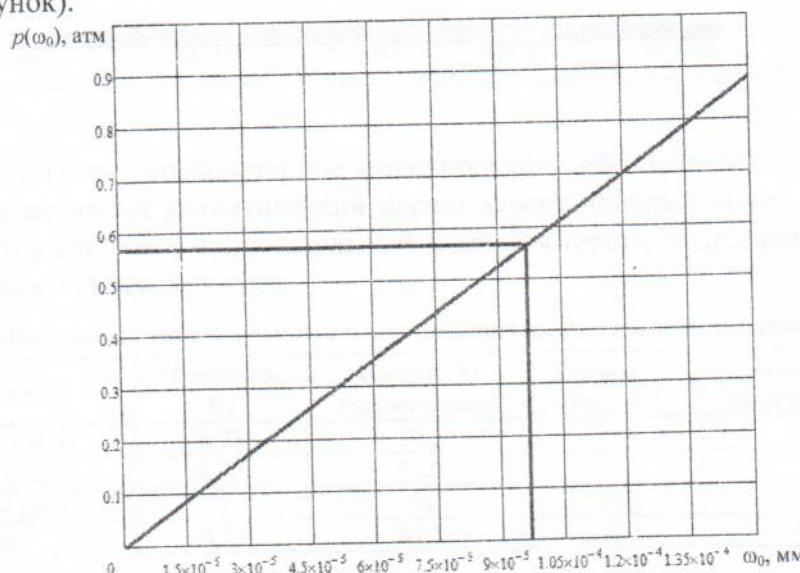
Разработан датчик давления/реле разгерметизации для пассажирского отсека самолета, исследованы характеристики датчика.

Для выполнения условий технического задания был выбран электромеханический датчик, состоящий из упругого и чувствительного элементов. В измерительных упругих элементах происходит преобразование измеряемого давления в усилие, которое деформирует упругий элемент и уравновешивается возникающими в нем упругими силами. В чувствительном элементе датчика происходит преобразование физической величины, в данном случае деформации упругого элемента, в электрический сигнал. В качестве упругого элемента была выбрана мембранный коробка, состоящая из двух герметично соединенных мембран. Каждая мембра имеет гофры, что увеличивает ее прогиб и линеаризует упругую характеристику. Такие мембранны отличаются большой надежностью и чувствительностью. По сравнению с одиночной мембранны коробкой имеет вдвое больший ход. Кроме того, процесс установки мембранны коробки в прибор значительно проще, чем одиночной мембранны.

Гофрированная мембра обладает свойствами анизотропии, обусловленными особенностями ее геометрической формы. Это позволяет рассчитывать гофрированную мембрану как плоскую анизотропную. Уравнение упругой характеристики мембраны выглядит следующим образом [1, 2]:

$$\frac{pR^4}{Eh^4} = \eta_p a_p \frac{\omega_0}{h} + \zeta_p b_p \frac{\omega_0^3}{h^3}.$$

Согласно техническому заданию, датчик давления/реле разгерметизации должен выдавать сигнал о наличии разгерметизации в салоне самолета $p_{4500} = 0,57$ атм, что отвечает «высоте» в кабине 4200—4500 м. После подстановки данных можно построить упругую характеристику (см. рисунок).



Из рисунка видно, что при $p_{4500} = 0,57$ атм величина прогиба мембраны $\omega_0 = 0,096$ мм. Также были проведены эксперименты для выяснения зависимости прогиба центра мембраны

от давления и влияния температуры на срабатывания датчика. Экспериментально при $p_{4500} = 0,57$ атм получен прогиб центра — $\omega_0 = 0,062$ мм. Также было выяснено, что температура не влияет на срабатывание датчика.

Проведенный расчет согласуется с результатами, полученными экспериментально, дальнейшие испытания показали работоспособность датчика в соответствии с требованиями технического задания.

Литература

1. Андреева Л.Е. Упругие элементы приборов. М.: Машгиз, 1962. 456 с.
 2. Пономарев С.Д., Андреева Л.Е. Расчет упругих элементов машин и приборов. М.: Машиностроение, 1980. 326 с.

С. Ю. ЧУГУНОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ЗЕРНИСТЫХ СИСТЕМ

Руководитель — к. ф.-т. н., профессор Ю.П. Заричняк, СПбГУ ИТМО

Разработаны алгоритм и программа расчета теплопроводности зернистых систем в среде MathCad 14 на основе методики, предложенной в работе [1] для прогнозирования теплопроводности зернистых систем, используемых в качестве теплозащитных засыпок, низкотемпературных и высокотемпературных изоляций, еще на этапе проектирования.

Необходимо было провести сбор данных о свойствах начальных компонентов и произвести расчеты в широком диапазоне изменения определяющих параметров.

Структура зернистых материалов включает «каркас», образованный хаотической, но относительно плотной кладкой постоянно контактирующих зерен, которую будем называть структурой первого порядка, и пространственную сеть более крупных пустот, пронизывающих каркас и образующих совместно с ним структуру второго порядка с взаимопроникающими непрерывными компонентами. Эффективная теплопроводность структуры с взаимопроникающими компонентами может быть вычислена по формуле, которая в рассматриваемом случае примет вид [1]:

$$\lambda = \lambda_k \left[C_2^2 + v_k (1 - C_2)^2 + 2v_k C_2 (1 - C_2) (v_k C_2 + 1 - C_2)^{-1} \right],$$

где $v_k = \lambda_{22}/\lambda_k$, $C_2 = \frac{\Delta_2}{L_2}$, $m_{22} = 2C_2^3 - 3C_2^2 + 1$, $m_{22} = \frac{m_2 - m_{2k}}{1 - m_{2k}}$.

Теплопроводность газовой компоненты в порах структуры II порядка складывается из молекулярной и лучистой составляющих. Весь слой зернистого материала принимается в виде полупрозрачной изотропной ослабляющей среды [2, 3]:

$$\lambda_{22} = \lambda_r \left[1 - \frac{BC_2}{3Hd(1 - C_2)} \right]^{-1} + \left(\frac{T}{100} \right)^3 \frac{0,23dY}{C_2^2(1 - C_2)(2 - \varepsilon)}.$$

Для теплопроводности газа в порах структуры I порядка принимается, что компонента в порах не ослабляет излучения [1]:

$$\lambda_2 \approx \frac{\lambda_r}{1 + \frac{B}{H\bar{\delta}_i}} + 4\varepsilon_{np}\sigma_{C-B}T^3\bar{\delta}_i.$$

Приведем выражение для эффективной теплопроводности каркаса [1]:

$$\begin{aligned} \lambda_4 = & \frac{\lambda_1}{y_4^2} \left\{ \frac{y_1^2}{0,5h_{ш} + (1 - 0,5h_{ш})\Phi} + \left\{ \frac{D}{y_3^2} + \left[\frac{A}{1 - 0,5h_{ш} - B + 0,5h_{ш}/v_{M.z.}} + \right. \right. \right. \right. \\ & \left. \left. \left. \left. + \frac{2v_r}{1 - v_r} \left(D - F + \omega \ln \frac{\omega - D}{\omega - F} \right) \right]^{-1} \right\]^{-1} + v_{2c.p.}E \right\}. \end{aligned}$$

Результаты расчетов были сопоставлены с экспериментальными данными и их анализ показал, что качественный характер изменения эффективной теплопроводности засыпок с изменением параметров, предсказываемый расчетом, совпадает с наблюдаемым в опыте во всех рассмотренных случаях. Количественное совпадение можно считать удовлетворитель-

ным во всем диапазоне изменения параметров. Погрешность расчета эффективной теплопроводности системы не превышает 12 %.

Литература

1. Дульнев Г.Н., Заричняк Ю.П. Теплопроводность смесей и композиционных материалов: Справочная книга. Л.: Энергия, 1974. С. 67—105.
2. Прасолов Р.С. К расчету теплового сопротивления зоны контакта твердых тел. М.: Атомная энергия, 1968. 236 с.
3. Polz H. Die wärmeleitfähigkeit von Flüssigkeiten III. Abhängigkeit der wärmeleitfähigkeit von der schichtdicke bei organischen Flüssigkeiten // Intern. J. of Heat and Mass Transfer. 1956. N 4. S. 609—620.

Составлено в соответствии с требованиями № 6 — Аспирантура

Изложенные в настоящем — кандидата технических наук доктором технических наук Полтевым И. В. результаты выполнены в соответствии с задачами, поставленными в научно-исследовательской лаборатории теплоизоляции и теплоизолирующих материалов ФГУП «НИИТ» по теме «Исследование теплоизолирующих материалов на основе полимерных композиций с нанодисперсионной структурой и разработка технологии их получения». Результаты выполненных исследований включены в кандидатскую диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук в Университетской аспирантуре ФГУП «НИИТ».

Научный руководитель кандидатской диссертации — профессор, заведующий лабораторией теплоизолирующих материалов ФГУП «НИИТ» Полтев И. В. Кандидатской диссертации присвоено звание «优秀» («优秀» — отличная). Кандидатской диссертации присвоено звание «优秀» («优秀» — отличная).

Руководитель кандидатской диссертации — профессор, заведующий лабораторией теплоизолирующих материалов ФГУП «НИИТ» Полтев И. В. Кандидатской диссертации присвоено звание «优秀» («优秀» — отличная). Кандидатской диссертации присвоено звание «优秀» («优秀» — отличная).

Научный руководитель кандидатской диссертации — профессор, заведующий лабораторией теплоизолирующих материалов ФГУП «НИИТ» Полтев И. В. Кандидатской диссертации присвоено звание «优秀» («优秀» — отличная). Кандидатской диссертации присвоено звание «优秀» («优秀» — отличная).

Научный руководитель кандидатской диссертации — профессор, заведующий лабораторией теплоизолирующих материалов ФГУП «НИИТ» Полтев И. В. Кандидатской диссертации присвоено звание «优秀» («优秀» — отличная). Кандидатской диссертации присвоено звание «优秀» («优秀» — отличная).

ФАКУЛЬТЕТ ТОЧНОЙ МЕХАНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

УДК 681.518; 681.3.06

М. В. БЕЛИЛЬНИКОВ

МОДУЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАНОВ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Руководитель — д.т.н., профессор Д.Д. Куликов, СПбГУ ИТМО

Автоматизация проектирования технологических процессов — важнейшее направление совершенствования технологической подготовки производства. В настоящее время существующие САПР технологических процессов обладают средним уровнем автоматизации, при котором определение структуры операции и переходов выполняется технологом в режиме диалога. Повышение уровня автоматизации разработчики связывают с использованием типовых планов обработки поверхностей (ТПО). Поэтому была поставлена задача создания модуля, позволяющего использовать ТПО в САПР технологических процессов «ТИС-Процесс».

Цель данной работы — создать параметрическую модель типового плана обработки (ТПО) и алгоритм формирования рабочего плана по ТПО; спроектировать модуль ввода, редактирования и сопровождения типовых планов и формирования рабочих планов по выбранному ТПО. Модуль должен выполнять следующие функции:

- ввод и редактирование типового плана;
- формирование рабочего плана по типовому.

Проанализированы системы параметрического моделирования деталей (система «КОД-95») и технологических процессов (система «Т-95»). На основе проведенных исследований разработана система параметрического моделирования типовых и рабочих планов обработки поверхностей и определены способы их использования в САПР «ТИС-Процесс».

Была поставлена задача по созданию программного обеспечения модуля на основе web-технологий, для этого

- проанализированы возможности, которые должны предоставляться модулем;
- проанализированы возможности различных web-технологий;
- разработан интерфейс программного модуля с учетом специфики web-приложений.

При проектировании модуля были применены технологии XML, XSL, JavaScript, HTML, CSS.

Выполнено экспериментальное заполнение базы данных для ТПО, проведена отладка разработанного модуля. Апробация модуля показала правильность предложенного подхода.

Разработанный модуль предполагается использовать совместно с системой «ТИС-Процесс» в учебном процессе кафедры технологии приборостроения СПбГУ ИТМО при проведении лабораторных работ и выполнении курсовых проектов. Необходимо достаточно полно сформировать базу данных для ТПО, что будет сделано в ближайшее время.

Работа выполнена как инициативная в рамках НИУ.

Литература

1. Зильбербург Л.И., Молочник В.И., Яблочников Е.И. Информационные технологии в проектировании и производстве. СПб: Политехника, 2008. 304 с.
 2. Яблочников Е.И. Методологические основы построения АСТПП. СПб: СПбГУ ИТМО, 2005. 84 с.
 3. Документация на систему кодирования технологических процессов «Т-95».
 4. Прохоренок Н.А. jQuery. Новый стиль программирования на JavaScript. М.: Вильямс, 2010.

4. Прохоренок Н.А. jQuery. Новый стиль программирования на JavaScript. М.: Вильямс, 2010.

Е. М. БРОХИН

МОДУЛЬ СОПРОВОЖДЕНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ*Руководитель — д.т.н., профессор Д.Д. Куликов, СПбГУ ИТМО*

Одним из важнейших направлений совершенствования технологической подготовки производства является использование «облачных» технологий. Поэтому на кафедре технологии приборостроения СПбГУ ИТМО была разработана САПР технологических процессов (ТП) «ТИС-Процесс», у которой в отличие от существующих САПР ТП программное ядро выполнено в виде web-сервиса, что позволяет загружать систему с помощью Интернета. Однако в системе не было программного модуля сопровождения удаленной базы данных.

Целью работы являлось создание модуля сопровождения удаленной базы данных с моделями технологических процессов (МТП), реализующего следующие функции:

- регистрации в каталоге и занесения в базу данных МТП, сформированной клиентским приложением;
- поиска МТП по заданным клиентом параметрам;
- удаления из каталога ненужной МТП.

Все эти функции были реализованы на основе технологии ASP.Net 2.0, что позволило упростить программирование модуля, компиляцию серверного приложения и асинхронное взаимодействие с клиентским приложением. Разработанный модуль выполнен в виде web-сервиса, обращение к которому осуществляется через реестр сервисов.

База данных реализована с помощью СУБД MS SQL Server 2005, при этом МТП хранятся в виде XML-документов. Так как база данных является удаленной, то обращение к ней может осуществляться из любого территориально удаленного филиала предприятия.

Для поиска технологических процессов используется каталог. В качестве поисковых признаков используется обозначение комплекта технологической документации на деталь, обозначение чертежа детали, а также классификационный код детали по классификатору ЕСКД. В базе данных возможно хранение единичных, групповых и типовых технологических процессов.

Клиентское приложение для работы с каталогом разработано с помощью JavaScript и библиотеки jQuery, имеет удобный интерфейс, позволяющий задавать условия поиска технологических процессов и отфильтровывать нужные для клиента технологические процессы.

Экспериментальная апробация модуля показала правильность предложенного подхода и выбранных решений для сопровождения удаленной базы данных с технологическими процессами.

Таким образом, модуль сопровождения базы данных с технологическими процессами, разработанный на основе современных подходов к созданию информационных систем, будет использован совместно с системой «ТИС-Процесс» в учебном процессе кафедры при проведении лабораторных работ и выполнении курсовых проектов.

Работа выполнена как инициативная в рамках НИУ.

Литература

1. Зильбербург Л.И., Молочник В.И., Яблочников Е.И. Информационные технологии в проектировании и производстве. СПб: Политехника, 2008. 304 с.
2. Прохоренок Н.А. jQuery. Новый стиль программирования на JavaScript. М.: Вильямс, 2010.

3. Кириллов В.В. Громов Г.Ю. Структуризованный язык запросов (SQL). СПб: СПбГУ ИТМО, 2008.
 4. Троелсен Э. Язык программирования C# 2005 и платформа .NET 2.0. М.: Вильямс, 2006.
 5. Эспозито Д. Знакомство с MS ASP.NET 2.0. СПб: Питер, 2006.

Н. В. ГОЛОДНЫЙ

МОДУЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРЕХОДА И ВЫБОРА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Руководитель — д.т.н., профессор Д.Д. Куликов, СПбГУ ИТМО

Современное решение проблем автоматизации технологической подготовки производства основано на подходе к созданию подсистем для решения технологических задач с использованием Интернета. Поэтому на кафедре технологии приборостроения была разработана САПР технологических процессов «ТИС-Процесс», отличительной особенностью которой являются удаленное приложение (web-сервис) и удаленная база данных (знаний). Указанный подход позволяет на 70—80 % сократить затраты на установку и сопровождение «ТИС-Процесс», так как позволяет загружать систему из Интернета. Существующие САПР технологических процессов (ТП) не обладают такими свойствами.

Была разработана первая версия системы, которая позволяла проектировать маршрутный ТП. Следующая версия системы предполагала проектирование уже и операционной технологии. Для этого необходимо было в составе других модулей разработать модуль формирования операционной технологии и вывода операционных технологических карт. Разработка данного модуля как клиентского приложения и составила содержание данной работы.

В процессе реализации модуля была полностью переработана параметрическая модель технологического процесса. Теперь она представляет собой XML-документ, что необходимо для записи ее в базу знаний. Разработанный модуль позволяет регистрировать переходы и удобными способами вводить информацию о них с использованием соответствующих классификаторов. Программа ввода содержания технологического перехода с простановкой выдерживаемых операционных размеров получилась достаточно сложной, однако позволила за счет весьма развитого интерфейса обеспечить удобство ввода и минимизацию ошибок ввода. Программирование модуля выполнено с помощью JavaScript и библиотеки jQuery.

В работе формирование операционных технологических карт выполняется в среде Excel. Поэтому была разработана на платформе Visual Basic программа, позволившая загружать модель процесса в виде XML-документа, осуществлять фильтрацию информации из модели при выполнении необходимых вычислений и заносить информацию в соответствующие поля бланка операционной карты.

Экспериментальная апробация модуля показала правильность предложенного подхода и выбранных решений для автоматизированного проектирования операционной технологии. В настоящий момент усовершенствованная система «ТИС-Процесс» используется в учебном процессе кафедры технологии приборостроения СПбГУ ИТМО при проведении лабораторных работ и выполнении курсовых проектов. Дальнейшее развитие работ в этом направлении связано с повышением функциональности системы «ТИС-Процесс» и учетом замечаний, выявленных при ее эксплуатации.

Работа выполнена как инициативная в рамках НИУ.

Литература

1. Зильбербург Л.И., Молочник В.И., Яблочников Е.И. Информационные технологии в проектировании и производстве. СПб: Политехника, 2008. 304 с.
2. Яблочников Е.И. Методологические основы построения АСТПП. СПб: СПбГУ ИТМО, 2005. 84 с.

3. Прохоренок Н.А. jQuery. Новый стиль программирования на JavaScript. М.: Вильямс, 2010.
 4. [Электронный ресурс]: <XML 1.1. standard, <http://www.w3.org/TR/xml11/>>.
 5. [Электронный ресурс]: <XQuery 1.0 standard, <http://www.w3.org/TR/xquery/>>.

Д. В. ДАНИЛКОВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СКЛАДСКОГО УЧАСТКА ЛИНИИ СБОРКИ МИКРООБЪЕКТИВОВ

Руководитель — В.А. Архипов, преподаватель, СПбГУ ИТМО

При многономенклатурном производстве сложно организовать обработку различных партий деталей в едином ритме, поэтому складские участки кроме традиционных функций выполняют роль промежуточных буферов, позволяющих обеспечить непрерывность и своевременность снабжения производственных участков деталями и сборочными единицами. При автоматизации производственных процессов складские системы принимают участие в координации и выравнивании времени ожидания от запросов оборудования [1].

В работе описаны функции автоматизированного склада линии автоматизированной сборки оптических изделий и узлов, а также перечислены основные виды складских грузопотоков. Определены требования к конструкциям стеллажей и складской таре [2]. Рассмотрена конструкция мобильного склада TETRA и представлен перечень работ по его монтажу.

Проанализировано взаимодействие оборудования, входящего в состав складского участка линии автоматизированной сборки, в том числе робота IEF Werner GmbH (Германия), транспортной линии Montech AG (Швейцария), мобильных складов TETRA (Германия) [3, 4]. Рассмотрено взаимодействие складского участка с другими станциями.

Созданы трехмерные модели оборудования, входящего в состав складского участка (с помощью системы Catia), создана кинематическая трехмерная модель станции для имитационного моделирования (с помощью CAD-системы Delmia), а также приведено описание этапов создания моделей [5].

Представлен алгоритм работы складского участка. В полученную модель возможно загружать входные данные, формируемые программой виртуальной сборки, с целью дальнейшей оптимизации транспортных операций и согласованной работы всех станций. Средствами Delmia скомпилирована управляющая программа для робота IEF Werner.

В рамках работы были получены материалы и модели, которые планируется использовать в учебном процессе.

Работа выполнена в рамках развития научно-исследовательского направления «Интегрированные компьютерные технологии проектирования и производства приборов и систем».

Литература

1. Митрофанов С.П. Групповая технология машиностроительного производства. Т. 1. Организация группового производства. Л.: Машиностроение, 1983. 407 с.
2. Падун Б.С. Техническое задание на разработку учебно-научной лаборатории автоматизации сборки оптических изделий и узлов. 2007. 21 с.
3. [Электронный ресурс]: <Benutzerhandbuch Montrac-Configurator PX5. Version: 0.9. Montech AG, 2006>.
4. [Электронный ресурс]: <www.delmia.ru>; <www.ief-werner.de>; <www.intuit.ru>; <www.montech.com>.
5. Басов К.А. CATIA V5. Геометрическое моделирование. М.: ДМК Пресс, 2008. 269 с.

Н. В. ЗАМАРАЕВ

**МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СТАНЦИИ КОМПЛЕКТАЦИИ ЛИНЗ В ОПРАВУ
ДЛЯ ЛИНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СБОРКИ МИКРООБЪЕКТИВОВ**

Руководитель — В.А. Архипов, преподаватель, СПбГУ ИТМО

Моделирование работы станции комплектации линз в оправу для линии автоматизированной сборки микрообъективов позволяет не только оптимизировать сборочные процессы в пределах одной станции, но также способствует организации технологических процессов на остальных производственных участках [1].

Представлено краткое описание характеристик и функций оборудования, входящего в состав станции комплектации линз в оправу, в том числе: трехкоординатного робота-манипулятора Festo, автоматической линии комплектации линз в оправу OptiCentric [2]. Проанализировано взаимодействие оборудования и технологического оснащения станции [3]. Рассмотрено взаимодействие станции со складским участком.

Описаны материальные потоки перемещения деталей и сборочных единиц, используемых на станции. Разработана планировка станции комплектации.

Построены трехмерные модели декартова робота-манипулятора и робота-перекладчика Festo. Построены модели технологического оснащения станции, в том числе схватывающего устройства, тары для хранения, перемещения и идентификации деталей, секций для линз и оправ, рабочего стола станции. Кинематическая твердотельная модель станции для имитационного моделирования построена средствами Delmia [4]. Разработан укрупненный алгоритм работы станции и входящего в ее состав оборудования. Трехмерные модели построены с помощью системы Catia. Представлено описание этапов создания моделей [5]. Полученную модель возможно загружать входными данными, формируемыми программой виртуальной сборки, с целью дальнейшей оптимизации операций комплектации и согласованной работы всех станций.

Средствами Delmia скомпилирована управляющая программа для декартова робота-манипулятора Festo.

В рамках работы были получены материалы и модели, которые планируется использовать в учебном процессе.

Работа выполнена в рамках развития научно-исследовательского направления «Интегрированные компьютерные технологии проектирования и производства приборов и систем».

Литература

1. Падун Б.С. Техническое задание на разработку учебно-научной лаборатории автоматизации сборки оптических изделий и узлов. СПб: СПбГУ ИТМО, 2007. 21 с.
2. Латышев С.М. Конструирование точных (оптических) приборов. СПб: СПбГИТМО (ТУ), 1999. 80 с.
3. Алексеев П.И., Герасимов А.Г., Давыденко Э.П. и др. Гибкие производственные системы сборки. Л.: Машиностроение, 1989. 349 с.
4. Басов К.А. CATIA V5. Геометрическое моделирование. М.: ДМК Пресс, 2008. 269 с.
5. Зильбербург Л.И., Молочник В.И., Яблочников Е.И. Информационные технологии в проектировании и производстве. СПб: Политехника, 2008. 304 с.

Н. Е. ИСАЕВА

ВЫБОР ПРИПУСКОВ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ С ПОМОЩЬЮ ТАБЛИЧНОГО ПРОЦЕССОРА

Руководитель — д.т.н., профессор Д.Д. Куликов, СПбГУ ИТМО

Одно из важнейших направлений совершенствования технологической подготовки производства (ТПП) — это повышение адаптивных свойств подсистем ТПП, что необходимо из-за быстрых изменений проблемной среды [1]. Недопустимо постоянно адаптировать систему под условия конкретного предприятия специалистами от разработчика. Решение этой проблемы связано с использованием экспертных систем и программ-оболочек, позволяющих создавать и эксплуатировать базы знаний. В этом случае работающий на конкретном предприятии инженер по знаниям может, не являясь программистом, легко сопровождать базу знаний.

На кафедре технологии приборостроения разработан табличный процессор «ТИС-Таб» и реализован в виде web-сервиса. Необходимость в таком процессоре вызвана тем, что многие технологические справочники содержат сотни таблиц с нормативно-справочной информацией, которую трудно представить в реляционном виде. В частности, на базе «ТИС-Таб» была создана система расчета режимов резания.

Целью данной работы являлось создание системы определения припусков при механической обработке заготовок с использованием справочника [2], проведен анализ

- таблиц этого справочника, определены правила принятия решений по этим таблицам;
- возможностей (применительно к таблицам с припусками), которые могут предоставляться табличным процессором;
- необходимости доработки «ТИС-Таб» для учета особенностей таблиц с припусками.

На базе анализа была откорректирована программная часть табличного процессора. В частности, появилась возможность вывода эскизов заготовок, а также возможность вывода не одного, а нескольких решений. Был сделан ряд интерфейсных улучшений «ТИС-Таб».

В базу знаний было введено около 50 основных таблиц из справочника по припускам, это позволяет утверждать, что создана автоматизированная система определения припусков, которую можно загрузить из Интернета. Система позволяет в режиме диалога вводить исходные данные и автоматически получать величину припуска и ее предельные отклонения.

Экспериментальная апробация модуля показала правильность предложенного подхода и выбранных решений для автоматизированного определения припуска.

Созданную систему предполагается использовать совместно с системой «ТИС-Процесс» в учебном процессе кафедры технологии приборостроения СПбГУ ИТМО при проведении лабораторных работ и выполнении курсовых проектов.

Работа выполнена как инициативная в рамках НИУ.

Литература

1. Зильбербург Л.И., Молочник В.И., Яблочников Е.И. Информационные технологии в проектировании и производстве. СПб: Политехника, 2008. 304 с.
2. Харlamov Г.А., Тарапанов А.С. Припуски на механическую обработку: Справочник. М.: Машиностроение, 2006. 256 с.

УДК 381.53.08.519

В. В. МЕДУНЕЦКИЙ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОГЕОМЕТРИИ
В ПРОЦЕССЕ ТРЕНИЯ-СКОЛЬЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ПРИБОРОВ**

Руководитель — д.т.н., профессор В.А. Валетов, СПбГУ ИТМО

С трением связана одна из самых острых проблем современности — износ изделий. Расходы на восстановление изделий в результате износа огромны, причем ежегодно они увеличиваются. Следует отметить, что до сих пор во многих случаях пользоваться результатами экспериментальных исследований не представляется возможным, т.к. условия эксперимента далеко не всегда совпадают с реальными условиями эксплуатации изделий. Достоверно известно, что трение и износ деталей в значительной степени зависят от микрогеометрии их поверхностей. Поэтому в рамках работы было исследовано изменение микрогеометрии поверхностей образцов в процессе их трения-скольжения.

В процессе данного исследования выполнено повторение эксперимента профессора Крагельского И. В., в ходе которого было исследовано изменение микрогеометрии поверхностей образцов в процессе их трения-скольжения в период «установившейся шероховатости» при помощи как стандартных, так и непараметрических критериев оценки шероховатости.

В ходе эксперимента были изготовлены опытные образцы, которые испытывались на машине трения. Полученные в процессе трения поверхности измерялись на нескольких профилометрах. Использование нескольких профилометров позволило исключить зависимость полученных результатов от измерительной техники. Результаты приведены в таблице.

Периоды износа	Длительность испытания при нагрузке в 100 Н, с	Количество циклов	Параметр Ra, мкм	Параметр Rz, мкм
Период притирки	55	30	4,570	26,196
	320	180	4,421	24,418
Период установившегося износа, или «установившейся шероховатости»	585	330	3,962	21,803
	850	480	3,920	21,812
	1390	780	3,941	21,765

Результатом исследования стало доказательство изменяемости микрорельефа в процессе трения-скольжения в период «установившейся шероховатости». Данное исследование дает основание для проведения новых экспериментов с большим количеством опытных образцов, а также для проверки гипотезы профессора В.А. Валетова о циклическом изменении микрорельефа трущихся поверхностей.

Литература

1. Валетов В.А., Мурашко В.А. Основы технологии приборостроения. СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. 180 с.
2. Мусалимов В.М., Валетов В.А. Динамика фрикционного взаимодействия. СПб: ПИМаш, 2006. 168 с.
3. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. М.: Машиностроение, 1977. 344 с.

И. Ю. ОСАДЧИЙ

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Руководитель — к.т.н., доцент Е.И. Яблочников, СПбГУ ИТМО

При создании новых приборов все большее значение приобретают современные формы кооперации компаний-разработчиков, в том числе виртуальные предприятия (ВП). Обычные формы организации предприятий предполагают, что производители стараются наиболее выгодно для себя подобрать заказы под имеющиеся у них ресурсы. Участники ВП, напротив, стремятся оптимальным образом подобрать ресурсы под имеющиеся заказы [1]. Информация о технологических ресурсах потенциальных участников ВП должна быть актуальной и доступной для заказчика. В связи с этим существует потребность в разработке базы данных, которая содержала бы достаточно полную информацию о ресурсах компаний различных отраслей промышленности. Кроме того, должна обеспечиваться согласованная работа различных участников над одним проектом [2—4]. На сегодняшний день не существует готового решения, отвечающего описанным требованиям.

Построена база данных информационных и технологических ресурсов (БД ТР) кафедры ТПС на базе PDM-системы SmarTeam. Разработка такой БД как сложной информационной системы сопровождалась проведением исследований по различным направлениям [5]. Ключевые объекты БД ТР выявлены на основе моделирования бизнес-процессов решения инженерных задач с применением оборудования лабораторий кафедры. Для описания бизнес-процессов использовалась система Adonis. Построенная БД ТР позволяет хранить различного рода информацию о проектах и используемых технологических ресурсах и дает возможность оперативно получать ответы на многие вопросы, например, как часто и в каких задачах использовался тот или иной ресурс, для каких проектов требовалось привлекать сторонних исполнителей. Таким образом, БД ТР должна стать основным инструментом при решении задачи определения требуемых ресурсов для реализации заказов.

Апробация работы выполнена в рамках проекта «Производство модуля сканирующего зондового микроскопа, адаптированного к технологиям сфокусированных и ионных пучков», она показала, что БД ТР позволяет хранить информацию о проектах, осуществлять поиск объектов, организовывать просмотр документов, сохранять историю реализации проектов, регламентировать права доступа пользователей. Территориальная распределенность лабораторий кафедры и совместное использование их ресурсов позволяет сравнивать их со своего рода кооперацией в рамках ВП, а созданная БД ТР может являться прототипом БД системы управления проектами, реализуемыми в рамках промышленных кластеров или виртуальных предприятий.

Литература

1. Яблочников Е.И., Молочник В.И., Фомина Ю.Н., Саломатина А.А., Гусельников В.С. Методы управления жизненным циклом приборов и систем в расширенных предприятиях. СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. 148 с.
2. Яблочников Е.И., Молочник В.И., Фомина Ю.Н. Реинжиниринг бизнес-процессов проектирования и производства. СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. 152 с.

3. Яблочников Е.И., Фомина Ю.Н., Молочник В.И. Методы использования PLM-решений при проектировании технологических процессов // Матер. 6-й Междунар. конф. «CAD/CAM/PDM-2006». М.: Ин-т проблем управления РАН, 2006. С. 101—104.
 4. Якобсон А., Буч Г., Рамбо Дж. Унифицированный процесс разработки программного обеспечения. СПб: Питер, 2002. 496 с.

УДК 681.586; 621.3.087.92

В. А. ПОГОРЕЛЫЙ

**ПРИМЕНЕНИЕ RFID-ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ЛИНИИ СБОРКИ**

Руководитель — В.А. Архипов, преподаватель, СПбГУ ИТМО

Радиочастотная идентификация — метод автоматической идентификации объектов посредством передачи и приема радиоволн, RFID (Radio Frequency IDentification) позволяет автоматизировать процессы сборки и обработки информации бесконтактным способом, при котором данные считываются или записываются на RFID-метки или транспондеры. Области применения метода очень обширны, поскольку он позволяет идентифицировать, отслеживать, обрабатывать информацию о большом количестве объектов различных форм и размеров, а также людей, животных, документов, транспортных средств, контейнеров и т.д. [1].

В работе рассмотрена возможность применения RFID-технологий для управления производственными процессами автоматизированной линии сборки оптических изделий и узлов. Рассмотрен переход от централизованной системы управления линией к децентрализованной с помощью RFID-технологий и предложена возможная структура базы данных [2, 3].

Разработаны алгоритмы работы станций линии с использованием RFID. Проведены испытания RFID-системы, имеющейся в Университете. В состав системы входили пассивные RW метки фирмы Tagstar Systems GmbH (Германия), работающие по стандартам ISO 14443/15693 на частоте 13,56 МГц; ридеры, антенны, контроллеры, ПО «ID ISO Start» фирмы FEIG ELECTRONIC GmbH (Германия).

В результате работы были сделаны выводы о возможном использовании

— RFID-технологий в качестве инструмента для перехода от централизованной системы управления технологическими процессами автоматизированной линии сборки оптических изделий и узлов к децентрализованной;

— памяти транспондеров для записи и передачи актуальной информации, доступ к которой может осуществляться оперативно, без обращения к более высоким уровням управления или удаленным базам данных.

Работа осуществлялась с помощью оборудования, установленного в Учебно-научной лаборатории автоматизированной сборки оптических изделий и узлов. В процессе работы был получен материал, который планируется использовать в учебном процессе.

Работа выполнена в рамках развития научно-исследовательского направления «Интегрированные компьютерные технологии проектирования и производства приборов и систем».

Литература

1. Лахири С. RFID. Руководство по внедрению. М.: КУДИЦ-ПРЕСС. 2007. 312 с.
2. Яблочников Е.И., Маслов Ю.В. Автоматизация ТПП в приборостроении. СПб: ИТМО, 2003.
3. Дикунян В.Л., Шаньгин В.Ф. Электронная идентификация. Бесконтактные электронные идентификаторы и смарт-карты. М.: ACT, 2004. 695 с.

**КАФЕДРА
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ**

УДК 001.891.53

А. В. КУЗЬКИН

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ТОЧНОСТЬ
МАЛОГАБАРИТНОГО ОПТИЧЕСКОГО СТАНДАРТА ЧАСТОТЫ**

Руководитель — к.т.н., доцент Ю.Г. Захаренко,

заместитель начальника отдела ФГУП ВНИИМ им. Д. И. Менделеева

Проведено метрологическое исследование характеристик малогабаритного оптического стандарта частоты. Исследовано воспроизведение частоты невозмущенного F -перехода компоненты метана задающего генератора. Изучены факторы, приводящие к сдвигам частоты. Проведено сличение частоты лазера, входящего в состав малогабаритного оптического стандарта частоты, гетеродинным методом [1].

В работе представлены результаты исследований сдвигов и определения воспроизведимости частоты исследуемого лазера — это наиболее важные характеристики лазера с точки зрения применения его в метрологических измерениях [2]. Особое внимание удалено воспроизведению «предельной» частоты лазера.

Рассмотрены два вида факторов, приводящих к сдвигам частоты. Сдвиги частоты так называемого технического характера обусловлены точностью настройки лазера на вершину спектральной линии и конструкцией отдельных его узлов (к ним относятся сдвиги из-за наличия четных гармоник в излучении лазера, «паразитной» амплитудной модуляции). Поскольку эти сдвиги могут достигать значительной величины (порядка 10^{-11} Гц [3]), они рассмотрены в первую очередь. Вторая группа сдвигов вызвана факторами, которые воздействуют непосредственно на сам резонанс мощности (насыщающая мощность, кривизна волнового фронта, температура поглощающего газа).

Главным результатом исследований явилось определение воспроизведения частоты невозмущенного F -перехода компоненты метана $5 \cdot 10^{-13}$. Относительная погрешность сличений при десятисекундных интервалах усреднения не превышает 10^{-14} .

Существуют пути повышения стабильности частоты, например, за счет сужения резонанса мощности и совершенствования системы автоматики.

Литература

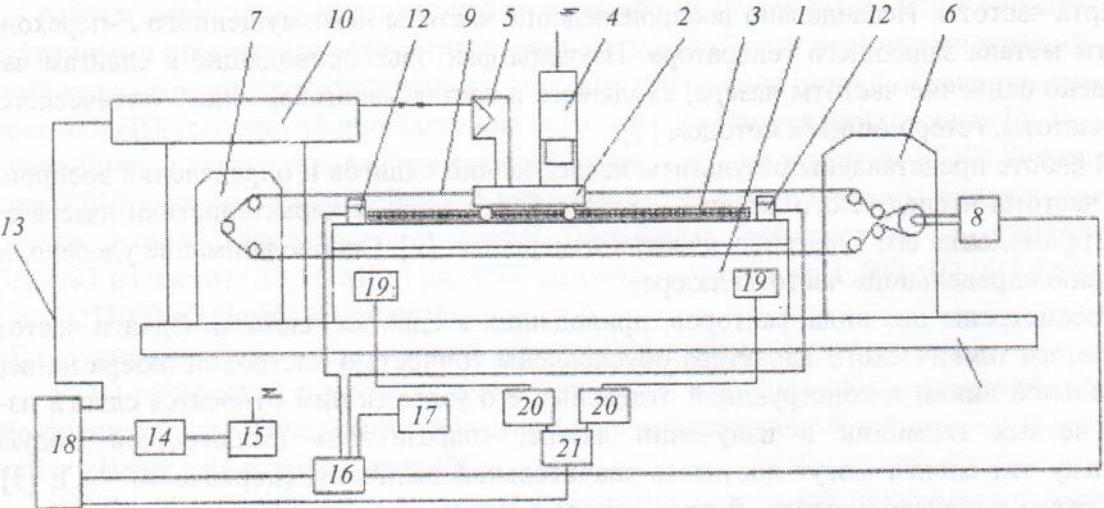
1. Летохов В.С., Чеботаев В.П. Нелинейная лазерная спектроскопия сверхвысокого разрешения. М.: Наука, 1990. 512 с.
2. Хэни Т.В. Страсть к точности // УФН. 2006. Т. 176, № 12. С. 1368.
3. Ораевский А.Н., Яровицкий А.В., Величанский В.Л. Стабилизация частоты излучения полупроводникового лазера модой шепчущей галереи // Квант. электроника. 2001. Т. 31, № 10. С. 897—903.

Э. А. МИНГАЛИЕВА

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРИДЦАТИМЕТРОВОГО ЛАЗЕРНОГО ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОГО КОМПАРАТОРА

Руководитель — К.В. Чекирда, начальник отдела геометрических измерений,
ВНИИМ им. Д. И. Менделеева

Цель работы — исследование метрологических характеристик (диапазона и погрешности) 30-метрового лазерного интерференционного компаратора, высокоточного средства для измерения расстояния до 30 м, с абсолютной погрешностью измерений 31 мкм. Компаратор разработан во ВНИИМ им. Д. И. Менделеева в 2008 г. Он используется для поверки эталонных средств 2-го и 3-го разрядов и рабочих средств измерений сличением при помощи компаратора и методом прямых измерений [1].



На рисунке приведена схема компаратора (1 — прецизионные направляющие, 2 — подвижная каретка, 3 — поверяемая лента, 4 — микроскоп с CCD-камерой и радиопередатчиком, 5 — отражатель интерферометра, 6 — узел привода каретки, 7 — обратный узел, 8 — шаговый двигатель, 9 — приводной трос, 10 — интерферометр перемещений лазерный, 11 — основание, 12 — концевые выключатели, 13 — соединительный кабель, 14 — модуль видео-захвата, 15 — приемник радиосигнала, 16 — блок управления шаговым двигателем, 17 — блок питания шагового двигателя, 18 — компьютер, 19 — датчики «Поликон», 20 — температурные модули, 21 — интерфейсный модуль измерения температуры).

Были определены факторы, влияющие на точность измерений: влияние флюктуаций излучения лазера; влияние турбулентности воздушной среды; влияние угловой расходимости луча лазера; погрешность воспроизведения длины волны лазера; погрешность определения абсолютного показателя преломления воздуха; влияние искривления фронта волны лазера и дифракции; погрешность передачи размера единицы длины [2]. Они учтены при измерении эталонной ленты 3-го разряда.

Исследования проводились при соблюдении следующих условий:

- помещение закрыто, исключены все виды тепловых потоков, обеспечена стабилизация окружающих условий воздуха;
- температура окружающего воздуха — 20,5 °C;

- относительная влажность — 65 %;
- амплитуда вибраций при 1 Гц не превышала 1 мкм.

Представлены и проанализированы полученные результаты экспериментальных данных. Рассчитано СКО на расстоянии 20 м — 0,0319 мм. В настоящее время исследования компаратора опытного образца продолжаются.

Литература

1. Руководство по эксплуатации 30-метрового лазерного интерференционного компаратора. СПб: ВНИИМ им. Д. И. Менделеева, 2008.
 2. Федорин В.Л., Кононова Н.А., Мельников Н.А., Чекирда К.В., Захаренко Ю.Г. Современное состояние воспроизведения единицы длины — метра // Приборы. 2007. № 8 (86). С. 35—37.

УДК 004.65

М. В. РУЛЕВ

**РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ
«ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ»**

Руководитель — к.т.н., доцент А.О. Казначеева, СПбГУ ИТМО

Систематизированы материалы для разработки теоретической части виртуальной лабораторной работы [1—3], содержащей данные о функциональных возможностях приборов, необходимых в производстве и в быту, принципах их действия, включающей перечень основных технических характеристик. Проведена классификация осциллографов и мультиметров, представлен аналитический обзор рынка современных цифровых измерительных приборов. Показана актуальность разработки обучающей системы для повышения уровня практической подготовки инженеров в области измерительной техники.

На основе анализа требований к виртуальным обучающим средам, рассмотрения этапов их проектирования и типовых структурных схем предложена структура виртуальной лабораторной работы. Обоснован выбор языка программирования C# в качестве программной платформы для решаемых задач (проведено сравнение с платформами Java, C++) [4], проведена систематизация наиболее важных для создания виртуальных обучающих сред функций [5], рассмотрены основы организации баз данных.

На основании выполненного обзора современных приборов наиболее известных производителей (Agilent, Technologies, FLUKE, GOODWILL, GWINSTEK, LeCroy, Tektronix, APPA) разработаны база данных, структурная схема и интерфейсы теоретической и практической частей пакета. База данных содержит характеристики приборов, выпускаемых 9 фирмами (в том числе 11 характеристик осциллографов, 8 характеристик мультиметров). Разработан модуль, содержащий фотографии представленных моделей. Виртуальная лаборатория проста в использовании, она может быть модернизирована путем подключения дополнительных модулей и дополнения базы данных.

Для закрепления теоретических знаний разработан набор ситуационных задач, предназначенных для самостоятельного анализа студентом возможностей изучаемых приборов с целью решения прикладных измерительных задач в различных областях.

Созданная виртуальная лабораторная работа также может использоваться в ходе лекционных занятий, что повысит эффективность и качество обучения. После изучения теоретического материала по измерительным приборам студент имеет возможность проверить и закрепить свои знания в практической части виртуальной лабораторной работы. В комплект лабораторной работы входит набор учебно-методических материалов.

Литература

1. Дьяконов В.П. Современная осциллография и осциллографы. М.: СОЛООН-Пресс, 2005. 320 с.
2. Садченков Д.А. Современные цифровые мультиметры. М.: СОЛООН-Пресс, 2002. 112 с.
3. Муханин Л.Г. Схемотехника измерительных устройств. СПб: Лань, 2009.
4. Троелсен Э. C# и платформа .NET. Библиотека программиста. СПб: Петербург, 2002. 795 с.
5. Краснова Г.А., Беляев М.И., Соловов А.В. Технологии создания электронных средств. М.: МГИУ, 2001. 224 с.

УДК 681.2.082

М. Е. СУХАЯ

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ЛАЗЕРНОЙ ЭТАЛОННОЙ УСТАНОВКИ
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В НАНОМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ**

Руководитель — к.т.н., доцент Ю.Г. Захаренко, заместитель начальника отдела геометрических измерений ВНИИМ им. Д. И. Менделеева

Единство измерений, которое является одной из главных задач метрологии [1], обеспечивает привязка результатов измерений к эталону длины, воспроизводящему единицу длины — метру.

Исследованы метрологические характеристики (диапазон, погрешность) макета лазерной эталонной установки для измерения перемещений в нанометровом диапазоне. Диапазон измерений 1—300 нм, погрешность измерений 0,5 нм.

Установка состоит из эталонного лазера, перестраиваемого лазера, аппаратуры смешения и измерения разностной частоты, компьютера. Элементом, который задает наноперемещение, является пьезокерамика [2], входящая в состав перестраиваемого лазера.

В работе описаны факторы, влияющие на погрешность измерений, и выделены наиболее важные [3]: тепловое расширение резонатора, давление, вибрация. Способы уменьшения влияния этих факторов: терmostатирование лазера, замена инваровых стержней стержнями из специального кварца, помещение лазера в газонепроницаемую камеру.

В эксперименте найдена зависимость между изменением частоты лазера и напряжением на пьезокерамике, равная $K_3=0,777\pm 0,001$ нм/МГц, а также изменением длины пьезокерамики и изменением частоты лазера, равная $K_3=0,777\pm 0,001$ нм/МГц. Была получена погрешность измерений $\pm 0,4$ нм.

Проведены измерения и построен график, отображающий суммарное изменение во времени частоты лазера под влиянием всех факторов. Также была проведена калибровка интерферометра.

На основе всех полученных экспериментальных данных сделан вывод, что частотный метод может быть использован для измерения наноперемещений, лазерная эталонная установка может быть использована для калибровки и поверки средств нанометрового диапазона.

Литература

1. Тодуа П.А. Метрология в нанотехнологии // Нанообзоры. 2007.
2. Пьезоэлектрическая керамика: принципы и применение / Пер. с англ. С.Н. Жукова. Минск: ООО «ФУ Аинформ», 2003. 112 с.
3. Демтредер В. Лазерная спектроскопия. Основные принципы и техника эксперимента. М., 1985.

А. А. ШИЛОВА

МЕТОДИКА ВЫБОРА КОМПЛЕКТУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИБОРОВ ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

*Руководитель — С. С. Гвоздев, старший преподаватель,
руководитель СПИБ, СПбГУ ИТМО*

Разработана методика выбора комплектующих элементов приборов измерения геометрических величин. Подобная методика необходима в учебном процессе для максимально скоординированной и эффективной работы студента. С помощью методики из обширной номенклатуры возможно выбрать необходимые элементы, согласно требованиям к ним. Предложен пошаговый алгоритм, руководствуясь которым, без дополнительных затрат времени можно решить задачу выбора комплектующих элементов приборов измерения геометрических величин.

Для формирования алгоритмов выбора основных комплектующих элементов (датчиков и средств отображения информации) необходимо создать базы данных этих элементов.

Шаг 1 алгоритма: анализ технического задания (которое должно содержать необходимые и достаточные требования для разработки).

Шаг 2 алгоритма: ввод запроса в поисковую систему.

Фирмы представляют комплектующие элементы, основанные на различных физических принципах, основными критериями выбора компаний-производителей датчиков являются возможность использования датчика в приборах измерения геометрических величин, диапазон измеряемых величин (определен техническим заданием), положительная репутация на рынке первичных преобразователей. Таким образом, сформирована большая база данных, из которой по определенным параметрам будут выбраны комплектующие элементы.

При выборе датчика учитываются следующие параметры: диапазон измеряемых величин, линейность, класс защиты, рабочая температура, габариты, разрешение [1]. При выборе устройств отображения учитываются: тип индикатора, размеры области отображения, яркость, рабочие температуры, габариты, диагональ. Алгоритмы составлены таким образом, что от процедуры к процедуре номенклатура выбираемых средств ограничивается, находятся несколько моделей, из которых выбирают единственную модель комплектующего элемента.

Разработаны обобщенные функциональные схемы приборов измерения геометрических величин, приведены классификации их основных комплектующих элементов [2], приведен пример применения разработанных алгоритмов для задачи контроля геометрических параметров трапецидальной резьбы, рассчитаны показатели надежности выбранного варианта [3]. Все результаты работы были сведены в соответствующие блок-схемы для удобства использования. Результаты работы могут использоваться в учебном процессе.

Литература

1. Сорочкин Б.М. Автоматизация измерений и контроля размеров деталей. Л.: Машиностроение, 1990. 365 с.
2. Измерения в промышленности: Справочник / Под ред. П. Профоса. М.: Металлургия, 1990. Т. 1. Теоретические основы. 486 с.
3. Методические указания к лабораторному практикуму по дисциплине «Надежность электронных средств»: Учебное пособие / В. В. Жаднов. М.: МИЭМ (ТУ), 2009. 80 с.

КАФЕДРА МЕХАТРОНИКИ

УДК 681.5.08

Академическое звание профессор кафедры Мехатроники

А. Ю. БУРАК

ПРИВОД ПОВОРОТА АНТЕННЫ СКВАЖИННОГО ПРИБОРА «СКАНЕР 2009»

Руководитель — к.т.н., доцент М.А. Ноздрин, СПбГУ ИТМО

Разработан привод поворота антенны скважинного прибора, позволяющий производить сканирование сводов подземных камер. Скважинный прибор совместно с наземной аппаратурой используется для определения геометрических параметров подземных камер при разработке различных месторождений, а также мониторинга хранилищ газонефтепродуктов [1].

Проанализированы существующие системы, выявлены аналоги прибора [2], разработана схема привода поворотного устройства [3]; выбрана принципиальная схема редуктора и шагового электродвигателя, необходимого для использования в блоке поворота антенны [4].

Разработана конструкция поворотного механизма, на котором располагается антenna, выбран электродвигатель [5]. Рассчитаны параметры редуктора, выходного вала, произведен расчет зубчатых колес и червячной передачи. На основе полученного результата разработаны чертежи деталей прибора.

Разработано приспособление, обеспечивающее сохранность прибора при транспортировке. Для этих целей был разработан транспортировочный тубус, в котором предусмотрено жесткое крепление прибора. В пакете программ «КОМПАС» создана трехмерная модель тубуса.

Проведен экономический анализ разрабатываемого прибора и рассмотрены вопросы охраны труда при его эксплуатации.

Литература

1. Справочник конструктора точного приборостроения / Г.А. Веркович, Е.Н. Головенкин, В.А. Голубков и др. Л.: Машиностроение, 1989. 792 с.
2. Егоров О.Д., Подураев Ю.В. Конструирование мехатронных модулей. М.: ИЦ МГТУ «СТАНКИН», 2004. 362 с.
3. Technical Conference Paper «Ultrasonic monitoring of oil and product storage caverns applying a newly developed slim sonar tool». Solution Mining Research Institute, Kansas, USA, 2004.
4. Официальный сайт компании «Электропривод» [Электронный ресурс]: <www.electroprvod.ru>.
5. Официальный сайт компании Socon [Электронный ресурс]: <www.socon.com>.

УДК 681.39

В. С. ЖУМЕНКОВ

**РАЗРАБОТКА СЕЙСМИЧЕСКОГО БЛОКА
ДЛЯ СЕЙСМОРАЗВЕДЫВАТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ ПОДВОДНОГО БАЗИРОВАНИЯ**

Руководитель — к.т.н., профессор Б.П. Тимофеев, СПбГУ ИТМО

Разработан трехкомпонентный блок сейсмоприемников для автономной донной станции. Данный прибор предназначен для обеспечения приема сейсмической информации по трем компонентам волнового поля (X, Y, Z).

Решены все поставленные задачи.

1. Выполнено проектирование сейсмического блока:

- выбран сейсмоприемник (геофон),
- сконструирован карданный подвес.

2. Выполнены сборочный чертеж сейсмического блока и чертежи деталей.

3. Проведены проверочные расчеты.

Результаты работы будут учтены при разработке рабочего проекта прибора для изготовления и внедрения в эксплуатацию.

Литература

1. Детали и механизмы приборов: Справочник / Б.М. Уваров, В.А. Бойко, В.Б. Подаревский, Л.И. Власенко. К.: Технажа, 1987. 343 с.
2. Егоров О.Д., Подураев Ю.В. Конструирование мехатронных модулей: Учебник. М.: ИЦ МГТУ «СТАНКИН», 2004. 360 с.
3. Элементы приборных устройств (Основной курс): Учеб. пособие для студентов вузов / Тищенко О.Ф., Киселев Л.Т., Коваленко А.П. и др. М.: Высш. школа, 1982. 304 с.
4. Брицкий В.Д., Рыбаков В.И. Разъемные соединения деталей приборов. Л.: ЛИТМО, 1991. 74 с.

УДК 625.144

Н. Е. КОЧУГУРОВ

**РАЗРАБОТКА ДАТЧИКА СКОРОСТИ
ДИСКРЕТНОГО УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ СКОЛЬЖЕНИЯ КОЛЕСНЫХ ПАР ДУКС-4**

Руководитель — О.О. Николаев, инженер, СПбГУ ИТМО

В работе поставлены и решены следующие задачи.

1. Проведен обзор аналогов датчиков угловой скорости.
2. Выбрана конструкция датчика, обеспечивающая отсутствие механической связи ротора и оси колесной пары.
3. Представлены чертежи разработанного датчика угловой скорости.
4. Проведен расчет механических характеристик деталей датчика угловой скорости.
5. В качестве бесконтактного датчика выбрана высокочувствительная интегральная микросхема дифференциального датчика Холла.

В результате проведенной работы выполнены все условия, поставленные в техническом задании. Разработанный прибор, по сравнению с аналогом, отличается более простой конструкцией, надежностью, долговечностью, меньшей массой, имеет большую чувствительность.

Литература

1. Левин И.Я. Справочник конструктора точных приборов. М.: Машиностроение, 1967.
2. Алексеев Г.П., Мазовер И.С. Справочник конструктора-машиностроителя (Формулы и расчеты). Л.: Государственное Союзное изд-во судостроительной промышленности, 1961.
3. Мягков В.Д. Краткий справочник конструктора. М.—Л., 1962.
4. Гузенков П.Г. Краткий справочник к расчетам деталей машин. М.: Высш. школа, 1964.
5. Динник А.Н. Справочник по технической механике. М.: ОГИЗ, Гостехиздат, 1949.

УДК 681.39

А. Д. МАКАРОВ

**БЛОК ОРИЕНТАЦИИ СЕЙСМОРАЗВЕДЫВАТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ
ПОДВОДНОГО БАЗИРОВАНИЯ**

Руководитель — д.т.н., профессор Б.П. Тимофеев, СПбГУ ИТМО

Разработан блок ориентации сейсморазведывательной станции, предназначенный для определения положения в пространстве находящейся на дне сейсморазведывательной станции.

В ходе работы были спроектированы блок, включающий в себя приводы разворота чувствительных элементов (гироскоп-акселерометр) вокруг продольной и поперечной осей, а также вращающееся контактное устройство, необходимое для электропитания и обмена информацией между подвижными и стационарными частями блока. Разработаны сборочный чертеж, спецификация, изготовлены чертежи деталей. Были выбраны электродвигатель и планетарный редуктор, рассчитана зубчатая передача, проведены проверочные расчеты на прочность.

Литература

1. Ковчин С.А., Сабини Ю.А. Теория электропривода. СПб: Энергоатомиздат, 2000.
2. Политавкин А.М. Несущие элементы конструкций приборов. Л., 1976.
3. Политавкин А.М., Шалобаев Е.В. Зубчатые передачи в приборах: Учеб. пособие. Л.: ЛИТМО, 1985.
4. Богданов В.Н., Малежик И.Ф. Справочное руководство по черчению. М.: Машиностроение, 1989.

УДК 681.39

Д. Н. СОЛОВЬЕВ

**МАЛОГАБАРИТНЫЙ МОНИТОР СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ
ГЛУБОКОВОДНОГО ВОДОЛАЗНОГО КОМПЛЕКСА**

Руководитель — к.т.н. Б.И. Коротин, главный инженер ЗАО НПП «АМЭ»

Разработана конструкция малогабаритного монитора для системы видеонаблюдения глубоководного водолазного комплекса. Проектируемый монитор предназначен для отображения графической информации, поступающей с видеокамеры в режиме реального времени.

Основные требования к видеомонитору — надежность, ударозащищенность, а также возможность работать в сетях Ethernet [1, 2].

В ходе работы была спроектирована конструкция видеомонитора, включающая в себя корпус, матрицу, платы инвертора, контроллера и видеодекодера. Разработаны сборочный чертеж, спецификация, а также схема электрических соединений устройства. Проведен расчет безотказной работы прибора. В связи с особенностями эксплуатации была рассчитана собственная частота колебаний корпуса прибора, для этого была выполнена трехмерная модель устройства в программе Kompas 3D v.10, а затем экспортирована в среду Ansys Workbench [3]. Также был произведен проверочный расчет на ударные нагрузки защитного стекла монитора в программе Лира v.9 [4].

Был выполнен экономический анализ разрабатываемого прибора и рассмотрены вопросы охраны труда при его эксплуатации.

Проведенные исследования и найденные конструкторские решения будут применены в разработке реального видеомонитора.

Литература

1. Иванов И.А. Резервирование промышленных сетей Ethernet на втором уровне OSI: стандарты и технологии // Современные технологии автоматизации. 2009. № 3. С. 16—20.
2. Мухин И.А. Современные плоскопанельные отображающие устройства // Телевидение и радиовещание. 2004. № 1(37). С. 43—47.
3. Учебные пособия по ANSYS [Электронный ресурс]: <<http://cae.ustu.ru/>>.
4. Биргер И.А., Мавлютов Р.Р. Сопротивление материалов. М.: Наука, 1986.

Е. Н. ТИХОНОВ

УСТРОЙСТВО ЦЕНТРАЛЬНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ УЦС-МТ-32

Руководитель — А.Н. Горбачев, старший инженер ООО «НТЦ Механотроника»

Разработано устройство центральной сигнализации УЦС-МТ-32, предназначенное для установки на щитах управления, панелях и в шкафах релейных залов и пультов управления электростанций и подстанций, а также на объектах газовой и нефтяной промышленности. Устройство УЦС-МТ-32 может использоваться на тяговых подстанциях метрополитена и электрифицированных железных дорог, на подстанциях промышленных предприятий, а также при организации сигнализации в системах управления технологическими процессами. Устройство УЦС-МТ-32 предназначено для сбора информации об объекте контроля, поступающей на дискретные входы, и ее визуального отображения, а также выдачи сигнала обобщенной сигнализации (реле «Вызов»).

Аналогами разрабатываемого устройства [1] являются:

- блок микропроцессорный центральной сигнализации НТЦ Механотроника;
- Сириус-ЦС фирмы «Радиус-автоматика»;
- блок микропроцессорный релейной защиты БМРЗ-100 НТЦ Механотроника.

При выполнении поставленной задачи основное внимание уделялось минимизации массогабаритных показателей прибора в сравнении с аналогами за счет применения современной элементной базы [2], позволяющей свести к минимуму объемный монтаж, отдав предпочтение планарному. Были исключены аналоговые входы, шины сигнализации и уменьшено количество дискретных выходов до двух, чего вполне достаточно для большинства случаев. Количество дискретных входов и светодиодов было увеличено до тридцати двух, что позволило, в свою очередь, увеличить число объектов контроля.

За счет применения современного контроллера AT91SAM7S256 фирмы Atmel серии ARM7 [3] удалось уменьшить число дополнительных элементов на схеме, а также использовать полноскоростной последовательный интерфейс передачи данных USB 2.0 [4].

Разработана универсальная дискретная входная ячейка, выполнены расчеты основных показателей ячейки, также разработана схема управления реле «Вызов» и «Отказ» [5].

Себестоимость устройства оказалась значительно ниже себестоимости ближайших аналогов, улучшены массогабаритные показатели, увеличено число дискретных входов и светодиодов, осуществлен переход на современную элементную базу. Введен принцип свободно программируемой логики, который позволяет заказчику редактировать алгоритмы устройства, что необходимо для адаптации прибора к нетривиальным системам и объектам контроля.

Литература

1. Захаров О. Г., Козлов В.Н. Цифровые устройства центральной сигнализации. М.: НТФ Энергопрогресс, 2009.
2. [Электронный ресурс]: <www.efind.ru>.
3. [Электронный ресурс]: <www.atmel.com/literature>.
4. Гук М. Аппаратные интерфейсы ПК. СПб: Питер, 2003.
5. Карр Д. Справочник инженера электронной техники. М.: Додэка-XXI, 2005.

УДК 681.39

СВАРКА ДЛЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Д. Г. ЦЫБИН

РАЗВЕДОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НА АВТОНОМНОЙ ДОННОЙ СТАНЦИИ*Руководитель — к.т.н., профессор Б.П. Тимофеев, СПбГУ ИТМО*

Разработан привод гироскопа в блоке ориентации для автономной донной станции, предназначенной для разведки полезных ископаемых и мониторинга земной коры и донных осадков путем регистрации сейсмических явлений на морском дне. Блок ориентации предназначен для определения местоположения станции, когда она находится на дне. Привод предназначен для передачи движения на гироскоп.

В работе выполнены все поставленные задачи, а именно:

- спроектирован привод гироскопа;
- выполнены сборочный чертеж и чертежи деталей;
- проведены проверочные расчеты.

В процессе выполнения работы были обеспечены требования технического задания, проведены необходимые вычисления, разработан набор чертежей, а также создана трехмерная модель блока.

Результаты работы будут учтены при создании рабочего проекта прибора для изготовления и внедрения в эксплуатацию.

Литература

1. Бугаенко Б.А. Динамика судовых спускоподъемных операций. Киев: Наукова думка, 2004.
2. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка. М.: АИС, 2006.
3. Васюхин О.В., Голубев А.А. Экономическая часть дипломных разработок. СПб: СПбГИТМО (ТУ), 1998.
4. Морская сейсморазведка / Под ред. А.Н. Телегина. М.: ООО ГеоИнформарк, 2004.
5. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для вузов. 1989.

А. А. ШМАРГУН

МЕТОД ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС НА ФРЕЗЕРНОМ СТАНКЕ С ЧПУ

Руководитель — д.т.н., профессор Б.П. Тимофеев, СПбГУ ИТМО

Разработан метод изготовления зубчатых колес при помощи современной системы CAD/CAM и трехкоординатного фрезерного станка с ЧПУ, зубчатое колесо изготавливается на универсальном станке универсальным инструментом, без использования специализированного зубонарезного оборудования.

В условиях современного высокоточного прецизионного оборудования, основанного на цифровом управлении, появилась возможность вернуться к методу копирования, в основу которого положено компьютерное проектирование с последующей обработкой идеально точно построенной трехмерной модели зубчатого колеса в CAD/CAM-системе. Для создания траектории обработки инструментом программа CAMWorks использует идеально точную геометрию трехмерной модели, а современные станки обладают приемлемой точностью для выполнения программы изготовления зубчатого колеса.

Основным ограничивающим фактором метода являются возможности оборудования и инструмента. Так, возможность изготовления прямозубых или косозубых зубчатых колес зависит от технических возможностей фрезерного станка, а именно от того, сколько у него рабочих координат и каков диапазон перемещений по каждой координате. В работе рассматривались возможности применения трехкоординатного фрезерного станка с ЧПУ для изготовления только прямозубых зубчатых колес.

Для отработки методики произведен геометрический расчет экспериментального зубчатого колеса, расчет размеров для контроля взаимного положения разноименных профилей зубьев (расчет измерительных роликов).

Построение трехмерной модели зубчатого колеса осуществлялось в CAD-системе Компас 3D_V11 с помощью приложения gears5.5.07, после чего модель сохранялась в трансляторе IGEAS, для того чтобы без потери точности ее можно было транслировать в CAD/CAM-систему SolidWorks2009/CAMWorks2009 с целью последующей реализации программы изготовления зубчатого колеса.

Разработана технология обработки профиля зуба и произведен расчет режимов резания инструмента для обеспечения точности изготовления.

СОДЕРЖАНИЕ

ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра лазерных технологий и экологического приборостроения.....	3
Кафедра компьютерной теплофизики и энергофизического мониторинга....	9

ФАКУЛЬТЕТ ТОЧНОЙ МЕХАНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра технологии приборостроения.....	24
Кафедра измерительных технологий и компьютерной томографии	37
Кафедра мехатроники	43

Бесценко П.П. – автор

Зиминцев В.М. – автор и подпись кандидата наук

Зиминцев В.М. – кандидат

Научный руководитель магистратурой – кандидат

Издательство Университета

Адрес: г. Самара, ул. Ставропольская, 10

660000, Самара, тел. 8(843) 220-10-00

**Аннотации студенческих
выпускных квалификационных работ**

Редактор Л.Г. Позднякова

Компьютерный набор и верстка: М.В. Герасимова

Дизайн: М.В. Герасимова

Зав. редакционно-издательским отделом Н.Ф. Гусарова

Подписано к печати 02.11.10 г.

Отпечатано на ризографе

Тираж 100 экз. Заказ № 2286

ISBN 978-5-7577-0368-8



9 785757 703688

