

МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

г. Новосибирск, 30 марта 2016 г.

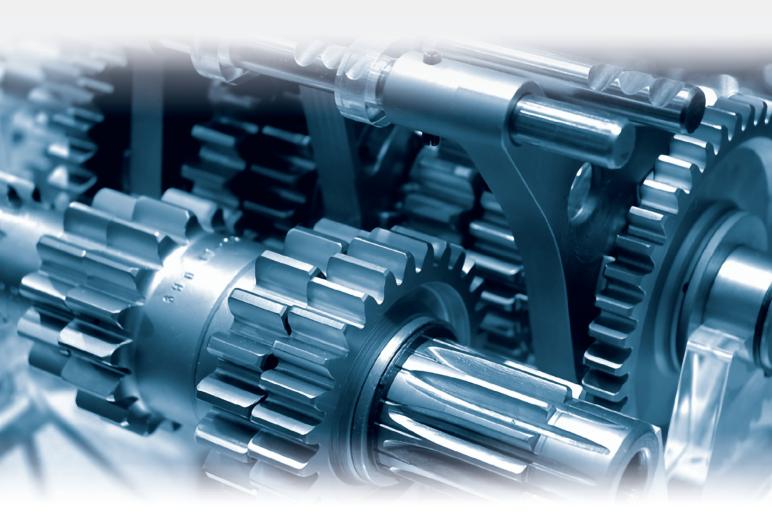
новосибирск

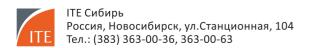


Выставка оборудования для металлообработки и сварки

29.03-01.04 2016 Россия, Новосибирск

mashex-siberia.ru







ШКОЛА МОЛОДОГО УЧЕНОГО – 2016

МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель совета

Батаев Анатолий Андреевич - доктор технических наук, профессор, почётный работник высшего профессионального образования, ректор НГТУ, г. Новосибирск (Российская Федерация)

Члены совета

Федеративная Республика Бразилия: **Альберто Морейра Хорхе**, профессор, доктор технических наук, Федеральный университет, г. Сан Карлос

Федеративная Республика Германия: Монико Грайф, профессор, доктор технических наук, Высшая школа Рейн-Майн, Университет прикладных наук, г. Рюссельсхайм, Томас Хассел, доктор технических наук, Ганноверский университет Вильгельма Лейбница, г. Гарбсен, Флориан Нюрнбергер, доктор технических наук, Ганноверский университет Вильгельма Лейбница, г. Гарбсен

Республика Беларусь: **Пантелеенко Ф.И.**, доктор технических наук, профессор, членкорреспондент НАН Беларуси, Заслуженный деятель науки Республики Беларусь, Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Украина: **Ковалевский С.В.**, доктор технических наук, профессор, Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск

Российская Федерация: Анисименко Г.Е., директор производственно-технической фирмы «Сигма-инструмент», г. Новосибирск, Атапин В.Г., доктор техн. наук, профессор, НГТУ, г. Новосибирск, Балков В.П., зам. ген.директора АО «ВНИИинструмент», канд. техн. наук, г. Москва, Батаев В.А., доктор техн. наук, профессор, НГТУ, г. Новосибирск, Буров В.Г., доктор техн. наук, профессор, НГТУ, г. Новосибирск, Кирсанов С.В., г. Новосибирск, Иванцивский В.В., доктор техн. наук, доцент, НГТУ, г. Новосибирск, Кирсанов С.В., доктор техн. наук, профессор, ТПУ, г. Томск, Коротков А.Н., доктор техн. наук, профессор, академик РАЕ, КузГТУ, г. Кемерово, Кудряшов Е.А., доктор техн. наук, профессор, Засл. деятель науки РФ, ЮЗГУ, г. Курск, Макаров А.В., доктор техн. наук, с.н.с., ИФМ УрО РАН, г. Екатеринбург, Овчаренко А.Г., доктор техн. наук, профессор, БТИ АлтГТУ, г. Бийск, Рахимянов Х.М., доктор техн. наук, профессор, НГТУ, г. Новосибирск, Сараев Ю.Н., доктор техн. наук, профессор, ИФПМ СО РАН, г. Томск, г. Барнаул, Янюшкин А.С., доктор техн. наук, профессор, БрГУ, г. Братск

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Скиба Вадим Юрьевич - доцент, канд. техн. наук

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Лобанов Дмитрий Владимирович - профессор, доктор техн. наук

Мартынова Татьяна Геннадьевна - доцент,

канд. техн. наук

Плотникова Наталья Владимировна - доцент,

канд. техн. наук

Перепечатка материалов из издания возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией; ссылка на издание при перепечатке обязательна. За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель.

Периодичность – 1 Выпуск в год

ИЗДАТЕЛЬ МАТЕРИАЛОВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет»

Адрес редакции:

630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), корп. 5, к. 137ВЦ, Скиба В.Ю. Тел. (383) 346-17-79

Сайт издания:

http://journals.nstu.ru/machine-building E-mail: machine-building@mail.ru

YOUNG SCIENTIST SCHOOL – 2016

Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference

EDITORIAL BOARD

EDITOR-IN-CHIEF:

Vadim Y. Skeeba, Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Department of Industrial Machinery Design, Novosibirsk State Novosibirsk State Technical University, *Novosibirsk*, Russian Federation

DEPUTIES EDITOR-IN-CHIEF:

Dmitry V. Lobanov, D.Sc. (Engineering), Professor, Department of Machine-building technology, Bratsk State University, *Bratsk*, Russian Federation

Tatyana G. Martynova, Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Department of Industrial Machinery Design, Novosibirsk State Novosibirsk State Technical University, *Novosibirsk*, Russian Federation

Natalia V. Plotnikova, Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Department of Material Science in Mechanical Engineering, Novosibirsk State Technical University, *Novosibirsk*, Russian Federation

EDITORIAL COUNCIL CHAIRMAN:

Anatoliy A. Bataev, D.Sc. (Engineering), Professor, Rector, Novosibirsk State Technical University, *Novosibirsk*, Russian Federation

MEMBERS:

The Federative Republic of Brazil:

Alberto Moreira Jorge Junior, Dr.-Ing., Full Professor, Federal University of Sao Carlos, Sao Carlos

The Federal Republic of Germany:

Moniko Greif, Dr.-Ing., Professor, Hochschule RheinMain University of Applied Sciences, *Russelsheim* Florian Nurnberger, Dr.-Ing., Chief Engineer and Head of the Department "Technology of Materials", Leibniz Universitat Hannover, *Garbsen*

Thomas Hassel, Dr.-Ing., Head of Underwater Technology Center Hanover, Leibniz Universitat Hannover, *Garbsen*

The Republic of Belarus:

Fyodor I. Panteleenko, D.Sc. (Engineering), Professor, First Vice-Rector, Corresponding Member of National Academy of Sciences of Belarus, Belarusian National Technical University, *Minsk The Ukraine*:

Sergiy V. Kovalevskyy, D.Sc. (Engineering), Professor, Donbass State Engineering Academy, *Kramatorsk*

The Russian Federation:

Gennadiy E. Anisimenko, Director, Scientific and Production company «Sigma-instrument», Novosibirsk; Vladimir G. Atapin, D.Sc. (Engineering), Professor, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk; Victor P. Balkov, Deputy general director, Research and Development Tooling Institute «VNIIINSTRUMENT», Moscow; Vladimir A. Bataev, D.Sc. (Engineering), Professor, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk; Vladimir G. Burov, D.Sc. (Engineering), Professor, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk; Aleksandr N. Gerasenko, Director, Scientific and Production company «Mashservispribor», Novosibirsk; Vladimir V. Ivancivsky, D.Sc. (Engineering), Associate Professor, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk; Sergey V. Kirsanov, D.Sc. (Engineering), Professor, National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk; Aleksandr N. Korotkov, D.Sc. (Engineering), Professor, Kuzbass State Technical University, Kemerovo; Evgeniy A. Kudryashov, D.Sc. (Engineering), Professor, Southwest State University, Kursk; Aleksey V. Makarov, D.Sc. (Engineering), Senior Researcher, M.N. Miheev Institute of Metal Physics, Russian Academy of Sciences (Ural Branch), Yekaterinburg;

Aleksandr G. Ovcharenko, D.Sc. (Engineering), Professor, Biysk Technological Institute, *Biysk*; Kharis M. Rakhimyanov, D.Sc. (Engineering), Professor, Novosibirsk State Technical University, *Novosibirsk*; Yuriy N. Saraev, D.Sc. (Engineering), Professor, Institute of Strength Physics and Materials Science, Russian Academy of Sciences (Siberian Branch), *Tomsk*;

Alexander S. Yanyushkin, D.Sc. (Engineering), Professor, Bratsk State University, Bratsk

Publication frequency - 1 volume a year

Editorial address: Novosibirsk State Technical University, Prospekt K. Marksa, 20, Novosibirsk, 630073, Russian Federation
Tel.: (383) 346-17-79

http://journals.nstu.ru/machine-building; E-mail: machine-building@mail.ru

ШКОЛА МОЛОДОГО УЧЕНОГО - 2016

ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ г. Новосибирск, 30 марта 2016 г.

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

• Новосибирский государственный технический университет, научно-технический и производственный журнал «Обработка металлов (технология • оборудование • инструменты)», г. Новосибирск, Россия

СООРГАНИЗАТОРЫ

- Высшая школа Рейн-Майн, Университет прикладных наук, г. Рюссельсхайм, Федеративная Республика Германия;
- Ганноверский университет Вильгельма Лейбница, г. Гарбсен, Федеративная Республика Германия;
- Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск, Украина;
- Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь;
- ОАО НПТ и ЭИ «Оргстанкинпром», г. Новосибирск, Россия;
- ООО НПКФ «Машсервисприбор», г. Новосибирск, Россия;
- Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия;
- Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия;
- Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул, Россия;
- Бийский технологический институт АлтГТУ им. И.И. Ползунова, г. Бийск, Россия;
- Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск, Россия;
- Томский политехнический университет, г. Томск, Россия;
- Братский государственный университет, г. Братск, Россия

почетный комитет

Члены комитета: Монико Грайф, профессор, доктор, Высшая школа Рейн-Майн, Университет прикладных наук (г.Рюссельсхайм), Томас Хассел, профессор, доктор, Ганноверский университет Вильгельма Лейбница (г.Гарбсен), Флориан Нюрнбергер, профессор, доктор, Ганноверский университет Вильгельма Лейбница (г.Гарбсен), Ковалевский С.В., профессор, д.т.н., ДГМА (г.Краматорск), Пантелеенко Ф.И., профессор, д.т.н., членкорреспондент НАН Беларуси, БНТУ (г. Минск), Афанасьев В.К., академик РАЕН, профессор, д.т.н., зав. каф. СибГИУ (г. Новосузнецк), Буров В.Г., профессор, д.т.н., НГТУ (г. Новосибирск), Вандакуров А.Н., ген. директор АО "Новосибирский механический завод "Искра", (г.Новосибирск), Герасенко А.Н., директор ООО НПФК «Машсервисприбор» (г.Новосибирск), Гурьев А.М., профессор, д.т.н., зав. каф. АлтГТУ (г.Барнаул), Кирсанов С.В., профессор, д.т.н., ТПУ (г.Томск), Марков А.М., профессор, д.т.н., зав. каф. АлтГТУ (г.Барнаул), Овчаренко А.Г., профессор, д.т.н., зав.каф. БТИ АлтГТУ (г. Бийск), Рассохин В.А., ген. директор АО "Швабе - Оборона и Защита", Рахимянов Х.М., профессор, д.т.н., зав. каф. НГТУ (г. Новосибирск), Сараев Ю.Н., д.т.н, профессор, ИФПМ СО РАН, г. Томск, Ситников А.А., д.т.н., профессор, АлтГТУ (г.Барнаул), Стецовский А.С., директор подразделения ООО «АйТиИ Экспо» (г. Новосибирск), Янюшкин А.С., профессор, д.т.н., член-корреспондент САН ВШ, академик МАН ВШ, зав. каф. БГУ (г. Братск).

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

- *Батаев А.А.*, главный редактор научно-технического и производственного журнала «Обработка металлов», профессор, д.т.н., ректор НГТУ, (г. Новосибирск), **председатель**;
- Коротков А.Н., академик РАЕ, профессор, д.т.н., КузГТУ (г. Кемерово), сопредседатель.
- *Атапин В.Г.*, зам. главного редактора журнала «Обработка металлов», профессор, д.т.н., НГТУ (г.Новосибирск), **сопредседатель**;
- <u>Члены программного комитета:</u> *Иванцивский В.В.*, , профессор, д.т.н., НГТУ (г. Новосибирск), *Ленивцева О.Г.*, к.т.н., (г.Новосибирск), *Лобанов Д.В.*, д.т.н., профессор, БГУ (г. Братск), *Трегубчак П.В.*, гл. технолог ОАО «Новосибирский стрелочный завод», (г. Новосибирск), *Янпольский В.В.*, к.т.н., доцент, декан МТФ НГТУ (г.Новосибирск).

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

• Скиба В.Ю., зам. главного редактора журнала «Обработка металлов», доцент, к.т.н., НГТУ (г. Новосибирск);

ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ

- Инновационные технологии;
- Технологическое оборудование, оснастка и инструменты;
- Материаловедение;
- Экономика и организация инновационных процессов.

YOUNG SCIENTIST SCHOOL - 2016

All-Russian Scientific and Practical Conference Novosibirsk, 30 March 2016

CONFERENCE ORGANIZERS

• Novosibirsk State Technical University, Scientific, Technical and Industrial Journal "Obrabotka Metallov", Novosibirsk, Russian Federation

CO-ORGANIZERS

- Hochschule RheinMain University of Applied Sciences, Russelsheim, Germany;
- Leibniz Universitat Hannover, Garbsen, Germany;
- Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, Ukraine;
- Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus;
- JSC Novosibirsk Technological, Designing and Experimental Institute "Orgstankinprom", Novosibirsk, Russian Federation;
- LLC Research-and-production and commercial company "Mashservispribor", Novosibirsk, Russian Federation;
- Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbatchev, Kemerovo, Russian Federation;
- Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russian Federation;
- I.I. Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russian Federation;
- Biysk Technological Institute, Branch of Polzunov Altai State Technical University, Biysk, Russian Federation;
- Institute of Strength Physics and Materials Science of the Siberian Branch of the RAS, Tomsk, Russian Federation;
- National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russian Federation;
- Bratsk State University, Bratsk, Russian Federation.

HONORARY COMMITTEE

COMMITTEE MEMBERS: Monico Greif, Professor, DSc, High School of the Rhine-Main, University of Applied Sciences (Rüsselsheim, Germany), Thomas Hassell, Professor, DSc, Wilhelm Leibniz University of Hannover (Garbsen, Germany), Florian Nürnberger, Professor, DSc, Hanover Wilhelm Leibniz University (Garbsen, Germany), Kovalevsky S.V., Professor, DSc, DSEA (Kramatorsk, Ukraine), Panteleenko F.I., Professor, DSc, member of the National Academy of Sciences of Belarus, Belarusian National Technical University (Minsk, Belarus), Afanasyev V.K., Academy of Natural Sciences, Professor, DSc, SibSIU (Novokuznetsk, Russia), Burov V.G., Professor, DSc., NSTU (Novosibirsk, Russia), Gerasenko A.N., Director of the LLC Research-and-production and commercial company "Mashservispribor" (Novosibirsk, Russia), Guriev A.M., Professor, DSc. AltSTU (Barnaul, Russia), Kirsanov S.V., Professor, DSc, TPU (Tomsk, Russia), Markov A.M., Professor, DSc. Vice Rector of AltSTU (Barnaul, Russia), Ovcharenko A.G., Professor, DSc, Head of Department in BTI AltSTU (Biysk, Russia), Rassohin V.A., General director of the JSC "Shvabe - defense and protection", Rakhimyanov Kh.M., Professor, DSc., Head of Department in NSTU (Novosibirsk, Russia), Saraev Yu.N., Professor, DSc., ISPMS SB RAS (Tomsk, Russia), Sanikov A.A., Professor, DSc, AltSTU (Barnaul, Russia), Stetsovsky A.S., Exhibition Director, «ITE Siberia" (Novosibirsk, Russia), Yanyushkin A.S., Professor, DSc, Corresponding Member SAN VSH, Academician IHEAS, Head of Department in BSU (Bratsk, Russia).

PROGRAMME COMMITTEE

- Bataev A.A., editor in chief of Scientific, Technical and Industrial Journal "Obrabotka Metallov", Professor, D.Sc. (Engineering), Rector of Novosibirsk State Technical University (Novosibirsk, Russia), Chairman;
- Korotkov A.N., Academician of RAE, Professor, D.Sc. (Engineering), KuzSTU (Kemerovo, Russia), co-chair;
- Atapin V.G., Deputy Chief Editor of "Obrabotka Metallov", Professor, D.Sc. (Engineering), NSTU (Novosibirsk, Russia), co-chair.

COMMITTEE MEMBERS: *Ivancivsky V.V.*, D.Sc. (Engineering), Associate Professor, NSTU (Novosibirsk, Russia), *Lenivtseva O.G.*, Ph.D. (Engineering), Associate Professor, NSTU (Novosibirsk, Russia), *Lobanov D.V.*, D.Sc. (Engineering), Associate Professor, BSU (Bratsk, Russia), *Tregubchak P.V.*, Manufacturing manager, JSC "Novosibirsk Switch Plant" (Novosibirsk, Russia), *Yanpolskiy V.V.*, Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Dean, Faculty of Mechanical Engineering and Technologies, NSTU (Novosibirsk, Russia).

ORGANIZING COMMITTEE

 Skeeba V.Yu., Deputy Chief Editor of "Obrabotka Metallov", Ph.D. (Engineering), Associate Professor, NSTU (Novosibirsk, Russia);

SUBJECT OF THE CONFERENCE

- Innovative Technologies;
- Technological Equipment, Machining Attachments and Instruments;
- Materials Science;
- Economics and Organization of the Business Innovative Processes in Engineering.

СОДЕРЖАНИЕ

Спектор А.А., Райфельд М.А., Морозов Ю.В., Зима Д.Н. Базовое алгоритмическое обеспечение систем пассивной сейсмической локации	7
Спектор А.А., Райфельд М.А., Быченков Д.Е. Траверзный метод определения местоположения объектов	14
Киселев А.В., Артюшенко В.В. Моделирование электромагнитных полей, отраженных распределенными объектами	20
Киселев А.В., Артюшенко В.В. Замещение механически перемещаемого излучателя электронным аналогом	24
Иванов Б.И., Пицун Д.К., Ильичев Е.В. Подготовка измерительной установки для проведения экспериментальных измерений системы кубит-резонатор	27
Иванцивский В.В., Вахрушев Н.В., Парц К.А., Ча Г.О. Энергетические характеристики процессов поверхностного упрочнения шлифованием и высокоэнергетическим нагревом	32
Рекомендации по написанию научной статьи	38
Подготовка аннотации	40
Правила для авторов	42

CONTENTS

Spector A.A., Rajfeld M.A., Morozov Y.V., Zima D.N. Basic algorithms of passive seismic location systems			
Spector A.A., Rajfeld M.A., Bychenkov D.E. Traverse method of the objects location estimation	14		
Kiselev A.V. , Artyushenko V.V. Simulation of electromagnetic fields reflected distributed objects	20		
Kiselev A.V. , Artyushenko V.V. Replacement of mechanically displaced emitter with electronic analog	24		
Ivanov B.I., Pitsun D.K., Il'ichev E.V. Preparation of a measuring system for conducting experimental measurements of the qubit-resonator system			
Ivancivsky V.V., Vakhrushev N.V., Parts K.A., Cha G.O. Energy characteristics of processes of surface hardening by grinding and high-energy heating	32		
Guidelines for Writing a Scientific Paper	38		
Abstract requirements	40		
Rules for authors	42		

УДК 519.24

БАЗОВОЕ АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ ПАССИВНОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ЛОКАЦИИ

А.А. СПЕКТОР, доктор техн. наук, профессор М.А. РАЙФЕЛЬД, доктор техн. наук, доцент Ю.В. МОРОЗОВ, канд. техн. наук, доцент Д.Н. ЗИМА, магистрант (НГТУ, г. Новосибирск)

Спектор А. А. – 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, e-mail: spektor@corp.nstu.ru

В настоящей работе анализируются проблемы, возникающие при разработке алгоритмического обеспечения для обработки сигналов в новой локационной технологии пассивной сейсмической локации. В настоящее время данная технология востребована при создании охранных систем, основанных на сейсмическом принципе. В статье приведено описание статистических методов оптимальной обработки сейсмических сигналов для обнаружения объектов и их классификации. Показаны преимущества применения спектральных признаков на основе спектральной плотности мощности и сглаженной комплексной огибающей для решения задач обнаружения и классификации объектов двух классов: одиночный человек, и крупное животное (лошадь). Предложено выполнять процедуру обнаружения непараметрическим методом путем определения количества спектральных составляющих полезного превышающих соответствующие сигнала, спектральные составляющие фона. Процедура классификации на основе принципа максимального правдоподобия позволяет с высокой достоверностью различать сигналы от человека и лошади.

Ключевые слова: сейсмическая локация, сейсмическая система охраны, статистический подход, цифровая обработка сигналов, классификация, обнаружение, статистическое оценивание, спектральный признак.

Введение

Одним из перспективных методов охраны рубежей является сейсмический метод, основанный на регистрации и анализе сейсмических колебаний, которые возбуждаются в грунте при перемещении по его поверхности какого-либо объекта-нарушителя с непрерывным или импульсным воздействием на грунт. Для этого чувствительные элементы, образующие сейсмическую антенну, погружаются в грунт, а формируемые ими сигналы по линиям связи поступают на обработку в специальный электронный блок. Здесь выполняется их усиление и преобразование в цифровую форму, что делает возможной последующую цифровую обработку, направленную на решение конкретных содержательных задач. Общепризнано [1-15], что эффективность таких систем в определяющей степени связана с математическим и программным обеспечением.

Сейсмические системы охраны рубежей направлены на решение задач автоматического анализа информации, свойственных локационным системам, таких как обнаружение объектов, их классификацию, оценку координат и параметров движения. Это

позволяет говорить о новой разновидности локационных систем – пассивной сейсмической локации (ПСЛ). Вполне естественно, базовым теоретическим инструментом ПСЛ служит статистическая теория радиолокации.

Наряду с пассивным характером, особенностями ПСЛ являются наличие в составе её оборудования большого (как правило) числа датчиков, соединённых с центром обработки посредством сети передачи данных, нестационарный и неоднородный характер сигналов с быстрыми изменениями их свойств как во времени, так и в пространстве, многолучевой характер распространения сейсмических сигналов и частотно-зависимые свойства среды распространения. Специфическими являются также помехи в ПСЛ, среди которых основная — сейсмический фон, представляющий собой суперпозицию большого числа колебаний, связанных с различными по мощности и по удалённости от точки регистрации воздействиями на грунт. Следствием суперпозиции является нормализация распределения сейсмического фона.

Целью настоящей работы является исследование алгоритмов обнаружения и классификацию сейсмических объектов при наличии фона с использованием спектральных признаков.

Принцип обнаружения сейсмических объектов на основе непараметрической статистики в частотной области

Подход к построению алгоритма обнаружения сигнала может зависеть от назначения системы ПСЛ, поскольку структурные свойства сигналов определяются типом сейсмически активного объекта. Если предполагается использовать систему для обнаружения объекта определенного типа (когда наличие других типов исключается условиями применения), то алгоритмы обработки, в том числе и обнаружения, целесообразно максимально согласовать с характерными свойствами сейсмического сигнала, создаваемого данным объектом. Если же в роли источника сейсмического возмущения выступают объекты различных типов с различными свойствами сигналов (в том числе и структурными), то обработка должна быть универсальной, сохраняющей высокие характеристики качества независимо от типа наблюдаемого объекта.

Рассмотрим обнаружение сигналов, образуемых на выходах сейсмических датчиков при движении одиночного человека [3]. В этом случае полезный сигнал представляет собой близкую к периодической последовательность импульсов. Примеры сигналов приведены на рис. 1: слева сильный сигнал, а справа — слабый. Огибающую сигнала в дискретном времени j, содержащего n импульсов длительности m отсчетов каждый, можно описать выражением:

$$s_{\scriptscriptstyle j} = \begin{cases} \sqrt{d_{\scriptscriptstyle 1}}\,, & \text{при } j \in \Omega(T)\\ \sqrt{d_{\scriptscriptstyle 0}}\,, & \text{при других значениях } j. \end{cases}\,,$$

где T - период следования импульсов (шагов); $\Omega(T) = \{j \subset [(k\text{-}1)T, (k\text{-}1)T + m\text{-}1], k = \overline{1,n}\}$ - множество моментов времени, включающее точки j, соответствующие участкам предполагаемого наличия сигнальных элементов (верхняя строка формулы); d_1, d_0 ($d_1 > d_0$) — дисперсии наблюдаемого сигнала на участке импульсного воздействия шага и в промежутке между шагами соответственно. На пассивных участках (между импульсами шагов) сигнал обусловлен влиянием сейсмического фона, выступающего в роли помехи.

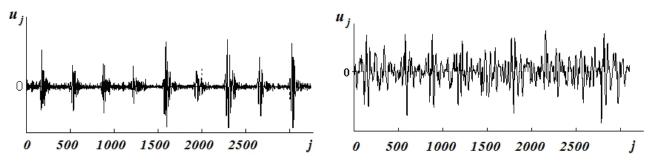


Рис. 1. Сейсмический сигнал идущего человек

При обнаружении сигналов эффективным является применение методов непараметрической статистики. Непараметрическое обнаружение, основанное на счетчике пересечений нуля, рассматривалось в статье [6].

Количество пересечений статистически снижается при появлении в наблюдаемом сигнале составляющей движущегося объекта. Обнаружение осуществляется по сигналу, получаемому после выбеливания фона. Полезный сигнал, также подвергающийся данной процедуре, остается коррелированным, из-за чего число пересечений нуля оказывается статистически меньшим, чем в присутствии только сейсмического фона. Недостатком этого обнаружения является высокие требования к качеству выбеливания, в частности, требование мгновенной адаптации при изменении характеристик сейсмического фона.

В данной работе предлагается иной подход к построению универсального непараметрического обнаружителя, основанный на непараметрическом анализе амплитудного спектра принятого сейсмического сигнала. Оцифрованные разбиваются на циклы длиной J отсчетов, для сигнала каждого цикла выполняется преобразование Фурье и вычисляется амплитудный спектр. Качественно представления сигнала в виде последовательности циклов показана на рис. 2, где Sx_n , Sy_n , $n=\overline{1,N}$ — J-элементные векторы цифровых сигналов в различных циклах наблюдения. Решение о присутствии полезного сигнала принимается в обнаружителе для группы сигналов Sy_n , $n = \overline{1, N}$, которая рассматривается как рабочая группа. Аналогичная по размеру и структуре группа Sx_n , $n=\overline{1,N}$ выполняет вспомогательную функцию и является опорной. Для каждого из сигналов Sx_n , Sy_n , $n = \overline{1, N}$ выполняется преобразование Фурье и вычисляются амплитудные спектры, в результате образуются векторы $X^{(n)} = \left\|x_j^{(n)}, \quad j = \overline{1, J}\right\|, \quad n = \overline{1, N}$ опорных и $Y^{(n)} = \left\|y_j^{(n)}, \quad j = \overline{1, J}\right\| \quad n = \overline{1, N}$ рабочих данных обнаружителя.

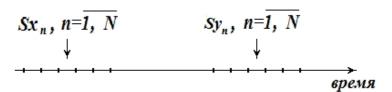


Рис. 2. Структура сигнала при обнаружении

Решающая статистика U(X,Y) формируется в соответствии с соотношением:

$$U(X,Y) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{J/2} U^{(n)}(X^{(n)}, Y^{(n)}), \tag{1}$$

а решение о наличии или отсутствии сейсмически активного объекта (САО) выносится по правилу:

$$U(X,Y) \begin{cases} \geq U_0 \implies "CAO & npucymcmsyem" \\ < U_0 \implies "CAO & omcymcmsyem" \end{cases}$$
 (2)

Принцип классификации сейсмических объектов по спектральным признакам

В настоящей работе для решения задачи классификации предлагается использовать статистический анализ спектральных компонент огибающих сейсмических сигналов. Сейсмические сигналы человека и крупного животного (лошадь), а также пучки их нормированных спектров для нормированных частот, приведены на рис.3. Относительные частоты j, в которых приведены ACO, связаны с абсолютными значениями f применительно к параметрам эксперимента соотношением f = 0.6j Гц. Спектр сигнала человека имеет ярко выраженный характер периодических спектральных зон, повторяющихся с шагом $\Delta j = 3$.

Характерные частоты свойственны и для сигнала от крупного животного, однако в целом спектральная картина существенно отличается от предыдущей.

Если для анализа используются временные циклы $m=\overline{1,\ M}$ и датчики сигналов с номерами $n=\overline{1,\ N}$, то классификатор располагает при принятии решения векторами данных: $X^{(m,n)}=\left\|x_j^{(m,n)},\ 0\leq j\leq J\right\|,\ m=\overline{1,M},\ n=\overline{1,N}$, для которых совместное распределение вероятностей каждого из классов имеет вид:

$$P_k(X) = \prod_{m,n,j} p_k(x_j^{(m,n)}), k = \overline{1,4}.$$

Здесь вектор X представляет собой объединение соответствующих векторов $X^{(m,n)}$, а вид локальных распределений $p_k(x_j^{(m,n)})$ не зависит от номеров цикла и датчика m и n . В соответствии с принципом максимального правдоподобия на каждом шаге анализа m вычисляются меры правдоподобия $P_k(X)$, $k=\overline{1,4}$ и выносится текущее решение в соответствии с максимальной из этих мер.

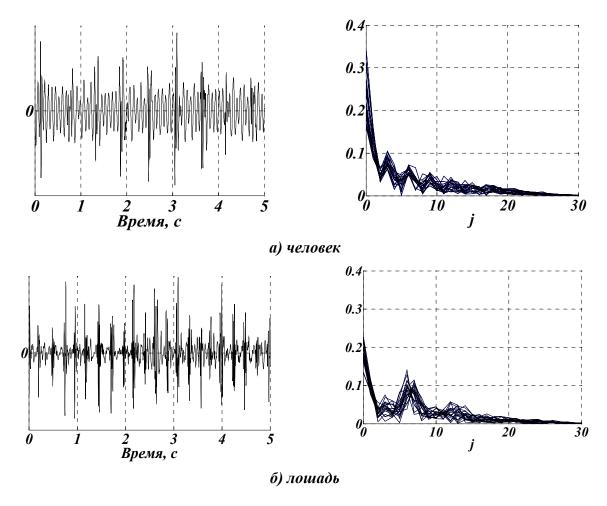


Рис. 3. Сейсмические сигналы человека и лошади и их спектры

Результаты и обсуждение

Моделирование решающей статистики обнаружения показало, что количество правильных решений о наличии объекта-нарушителя составляет не менее 90%. Моделирование классификации сигналов на основе принципа максимального правдоподобия позволило установить, что перепутывание человека с лошадью происходит не более чем в 3 из 100 решений о принадлежности объекта нарушителя классу. Преимуществом предложенного варианта классификации является возможность добавления новых классов, например, группа людей или транспортное средство, что является предметом дальнейших исследований.

Выводы

Проведенные теоретические исследования и компьютерное моделирование показали, что предложенные составляющие алгоритмического обеспечения систем пассивной сейсмической локации позволяют обнаруживать и классифицировать сейсмические объекты в частотной области при небольшом количестве ошибок классификации.

Список литературы

- 1. *Gramann R.A., Bennett M.B., OBrien T.D.* Vehicle and personnel detection using seismic sensors // Part of the SPIE Conf. on Sensors. C31. Inform., and Train. Techn. for Law Enforcement. Boston. Massachusetts. 1998. Vol. 3577. P. 74 85
- 2. *Чистова Г.К.* Модели и методы обработки сейсмических сигналов в системах распознавания: Монография. Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2003. 196 с.
- 3. Pайфель∂ M.A., Cпектор A.A. Непараметрический метод обнаружения сигналов от сейсмически активных объектов // Автометрия. -2005. -№6. -ℂ. 88–97.
- 4. *Liang Z., Wei J., Zhao J.* The statistical meaning of kurtosis and its new application to identification of persons based on seismic signals // Sensors. 2008. Vol. 8. P. 5106 5119.
- 5. Соколова Д. О., Спектор А.А. Классификация движущихся объектов по спектральным признакам сейсмических сигналов // Автометрия. $-2012.- \text{N} \cdot \text{5}.-\text{C}.$ 112-119.
- 6. Соколова Д. О., Спектор А.А. Непараметрическое обнаружение стохастических сигналов, основанное на пересечениях с «нулем // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. − 2013. − № 1. − С. 138 − 146
- 7. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Радио и связь, 1989. 656 с.
- 8. Дудкин В.А. Варианты построения пассивных сейсмических локаторов, основанных на измерении временных задержек // Современные технологии безопасности. -2005. -№ 4. -C 15-17.
- 9. Сейсмические средства обнаружения. Теория и практика построения. Монография / Под ред. Н.И. Крюкова. М.: Радиотехника, 2014. 216 с.
- 10. *Магауенов Р.Г.* Системы охранной сигнализации: основы теории и принципы построения: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Горячая линия Телеком, 2008. 496 с.
- 11. *Мархакшинов А.Л., Спектор А.А.* Оценивание локальных характеристик движения объекта в сейсмической системе охраны // Автометрия. − 2009. − № 5. − С. 48–53.
- 12. *Peng Z., Cao C., Huang J., Liu Q.*, Seismic Signal Recognition Using Improved BP Neural Network and Confirmed Feature Extraction Method, J. Cent. South Univ., 2014, Vo. 21, pp. 1898-1906.
- 13. Акимов П.С., Бакут П.А., Богданович В.А. и др. Теория обнаружения сигналов.— М.: Радио и связь, 1984.-440 с.
 - 14. Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику. М.: Наука, 1976. Ч. 1. 494 с.
- 15. *Алямкин С.А.*, *Еременко С.И*. Алгоритм распознавания пешехода на основе анализа автокорреляционной функции сейсмического сигнала // Автометрия. 2011. №2. С. 26-32.

BASIC ALGORITHMS OF PASSIVE SEISMIC LOCATION SYSTEMS

Spector A.A., D. Sc. (Engineering), Professor, e-mail: spektor@corp.nstu.ru **Rajfeld M.A.,** D. Sc. (Engineering), Professor, e-mail: rajfeld@mail.ru **Morozov Y.V.,** Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, e-mail: yu.morozov@corp.nstu.ru **Zima D.N.,** Post-graduate Student, e-mail: zima.darya@mail.ru

Novosibirsk State Technical University, 20 Prospekt K. Marksa, Novosibirsk, 630073, Russian Federation

Abstract

The paper contains the analysis of problems that appear when algorithms for data processing in passive seismic location are developed. This technology is useful for guard systems based on the seismic signal processing principle. The paper describes the seismic signals statistical optimal processing methods for detection and classification. The advantages of spectral criterions based on power spectral density and smoothed envelope, are shown for detection and classification objects of two classes: person and big animal (horse). It is proposed to perform the detection procedure by the non-parametric method based counting the number of spectral components exceeding the corresponding components of noise. The classification procedure based on the maximum likelihood principle permits to classify person and horse signals with high reliability.

Keywords

seismic location, seismic guard system, statistical approach, digital signal processing, classification, statistical estimation, spectral criterion

УДК 621.391.2

ТРАВЕРЗНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ

А.А. СПЕКТОР, доктор техн. наук, профессор М.А. РАЙФЕЛЬД, доктор техн. наук, доцент Д.Е. БЫЧЕНКОВ, магистрант (НГТУ, г. Новосибирск)

Спектор А.А. – 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, e-mail: spektor@corp.nstu.ru

Рассматривается задача оценки местонахождения и слежение за перемещением (трассировка) сейсмически активного объекта в системе наблюдений (охранной системе), основанной на использовании сейсмического принципа и сейсмоакустических датчиков (геофонов). Указанная задача решается применением одного из навигационных методов, известного из теории радиолокации (траверзного метода). Новым является применение данного метода в системе пассивной сейсмической локации (ПСЛ).

Ключевые слова: пассивная сейсмическая локация, разностно-дальномерный метод, траверзный метод, геофон, оптимальные методы оценивания координат, триангуляция, сейсмоакустический сигнал.

Введение

В настоящее время всё более широкое применение находят автоматические системы наблюдения и охраны [5-8, 18]. Существует значительное разнообразие принципов построения подобных систем и используемых в них датчиков[8]. Системы наблюдения могут различаться по типам решаемых задач. Чем более широкий круг задач способна решить система наблюдения, тем более востребованной она оказывается на рынке охранных систем. Не менее важным является также качество и устойчивость решений, надёжность и простота настройки, низкая стоимость, степень автономности, скрытность размещения. В случае охранных систем основными считаются следующие задачи: обнаружение факта нарушения (например, проникновение на охраняемую территорию), классификация типа нарушения, в том случае если система является пространственно распределённой – определение местоположения нарушения и трассирование нарушителя (в случае его перемещения) [9-13, 15, 16]. Последняя задача является особенно важной, так как во многих случаях позволяет координировать работу групп, занимающихся предотвращением проникновения. Системы наблюдения, основанные на сейсмическом принципе (системы пассивной сейсмической локации (ПСЛ) [16]) являются одними из наиболее совершенных. Они способны решать все указанные выше информационные задачи, являясь при этом надёжными, недорогими, скрытно размещаемыми. Эти системы получили основное развитие лишь в последнее время, так как требуют довольно сложное математическое обеспечение, необходимое для обработки сейсмических сигналов.

Траверзный метод решения задачи трассировки сейсмически активного объекта

Рассмотрим далее возможный метод решения одной из наиболее сложных задач системы ПСЛ — задачи трассировки перемещающегося нарушителя [1-4,14,17,19]. Результатом её решения является получение оценки вектора скорости движения сейсмически активного объекта. Основой ее решения может служить траверзный метод, впервые предложенный при разработке математического обеспечения охранной сейсмической системы «Азимут 1» [9,10,15,16].

Рассмотрим его кинематическую сущность, иллюстрируемую рис.1. Его основным допущением является предположение о прямолинейности и равномерности движения объекта в пределах отдельно взятого измерительного треугольника сейсмических датчиков. Задачей траверзного метода при этом является определение угла, характеризующего положение вектора скорости движения объекта, и его модульного значения.

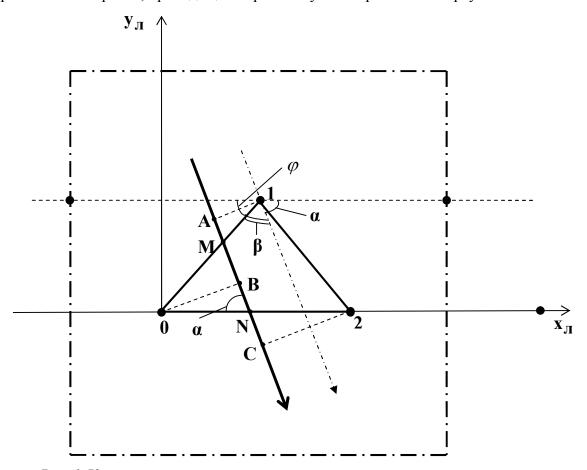


Рис. 1. К сущности траверзного метода измерения вектора скорости.

Оцениванию подлежат угол наклона α вектора скорости объекта к оси x_n локальной системы координат и модуль скорости движения объекта V. При движении объекта вдоль прямой, указанной этим вектором, он последовательно проходит через точки А, В и С, являющиеся точками минимального удаления (точками траверза) относительно датчиков 1, 0 и 2 соответственно.

Рассмотрим несколько простых геометрических соотношений. Для треугольников А1М и В0М имеем:

$$\cos \beta = \frac{AM}{M1} = \frac{BM}{M0} = \frac{AM + BM}{M1 + M0} = \frac{AB}{d_{10}},\tag{1}$$

где предпоследнее равенство получено суммированием числителей и знаменателей двух первых равенств, при котором, как нетрудно видеть, сохраняется отношение. Аналогично для треугольников B0N и C2N запишем:

$$\cos \alpha = \frac{BN}{N0} = \frac{CN}{N2} = \frac{BN + CN}{N0 + N2} = \frac{BC}{d_{20}}.$$
 (2)

В соотношениях (1) и (2) d_{10} и d_{20} - расстояния между датчиками в измерительном треугольнике, которые являются известными параметрами системы. Поскольку $\alpha + \beta + \varphi = \pi$, то вместо (1) можно записать:

$$-\cos(\alpha + \varphi) = \frac{AB}{d_{10}}. (3)$$

Обозначим через $\delta t_{10} = t_0 - t_1$ промежуток времени, в течение которого объект перемещается из траверзной точки A, в которой он находится в момент времени t_1 , в траверзную точку B, где он оказывается в момент времени t_0 (т.е. из точки минимального сближения с датчиком 1 перемещается в точку минимального сближения с датчиком 0). Аналогично введем обозначения для временных промежутков $\delta t_{02} = t_2 - t_0$ $\delta t_{12} = t_2 - t_1$. Учитывая предположение о равномерности и прямолинейности движения со скоростью V, перепишем равенства (2) и (3) в виде:

$$\cos \alpha = \frac{V \cdot \delta t_{02}}{d_{20}},\tag{4}$$

$$\cos \alpha = \frac{V \cdot \delta t_{02}}{d_{20}},$$

$$-\cos \alpha \cos \varphi + \sin \alpha \sin \varphi = \frac{V \cdot \delta t_{10}}{d_{10}}.$$
(4)

Разделив далее равенство (5) на равенство (4), получаем:

$$tg\alpha = \frac{\delta t_{10}}{\delta t_{02}} \cdot \frac{d_{20}}{d_{10}} \cdot \frac{1}{\sin \varphi} + ctg\varphi \cdot \tag{6}$$

Из (4) находим:

$$V = \frac{d_{20}}{\delta t_{02}} \cdot \cos \alpha \,. \tag{7}$$

Соотношения (6), (7) составляют основу траверзного метода. При помощи (6) вычисляется угол α , а затем из (7) находится модуль вектора скорости V. Реализация этих процедур требует измерения временных задержек δt_{10} и δt_{02} . Основой этих измерений может служить анализ текущих интенсивностей сигналов при перемещении объекта, и определение моментов времени, когда эти интенсивности максимальны.

Период функции $tg\alpha$ равен π , а область однозначности обратной функции определяется интервалом $-\frac{\pi}{2} \le \alpha \le \frac{\pi}{2}$. Рис.2 иллюстрирует два возможных положения линии движения объекта для положительного и отрицательного значений угла α . С учетом этого можно утверждать, что соотношение (6) охватывает все практически возможные варианты траекторий движения. Однако при этом остается открытым вопрос o направлении движения объекта — на рис.2 вверх по изображенным линиям, или вниз? Ответ на этот вопрос дается путем дополнительного логического анализа измеряемых временных задержек. Очевидный алгоритм решения представлен данными табл.1.

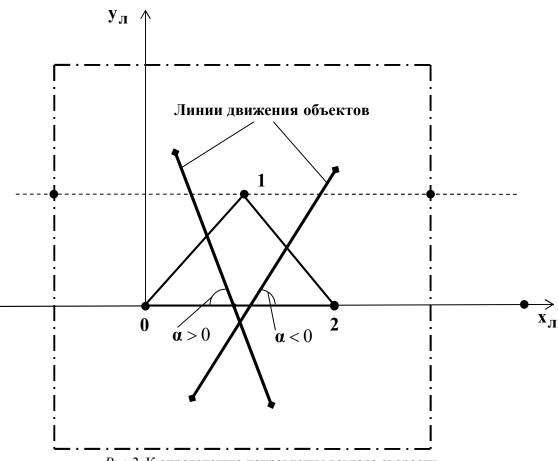


Рис. 2. К определению направления вектора скорости

Критерии определения направления вектора скорости

Таблица 1

Topin one agreement manipulation of the exception		
Значение угла α	Значение критерия	Направление стрелки
		вектора скорости V
$\alpha > 0$	$\delta t_{02} > 0$	Стрелка вниз
	$\delta t_{02} < 0$	Стрелка вверх
$\alpha < 0$	$\delta t_{02} > 0$	Стрелка вверх
	$\delta t_{02} < 0$	Стрелка вниз
$\alpha = \pi/2$	$\delta t_{10} > 0$	Стрелка вниз
	$\delta t_{10} < 0$	Стрелка вверх
$\alpha = 0$	$\delta t_{02} > 0$	Стрелка вправо
	$\delta t_{02} < 0$	Стрелка влево

Выводы

Траверзный метод может быть использован в комбинации с получением локальных оценок координат на основе триангуляционного метода. При движении человека регистрация каждого шага позволяет получать последовательность локальных оценок на основе измерения разностей времен прихода импульсного сигнала на различные датчики активной группы. Из-за высокого уровня сейсмического фона локальные оценки координат имеют большой разброс. Применяя траверзную оценку, можно осуществить сглаживание первичных оценок, представив итоговый результат в виде прямолинейной траектории движения.

Некоторым недостатком траверзного сглаживания, как и траверзного метода в целом, является задержка в выдаче результата, который не может быть сформирован раньше, чем объект пройдет через последнюю по ходу движения точку траверза (точку C на рис.1). В действительности для получения качественной оценки траверзного момента времени t_2 ее получение должно быть задержано настолько, чтобы интенсивности сигналов на всех датчиках заметно снизились по сравнению с максимальными значениями. Данная особенность метода может снизить его конкурентоспособность в сравнении с другими методами, что, однако, не исключает возможности его эффективного применения в тех случаях, когда задержка в определенных пределах не является важной.

Список литературы

- 1. Алямкин С.А., Нежевенко Е.С. Сопровождение нескольких объектов в сейсмических системах обнаружения // Автометрия. 2013. т.49. №2. С.49-56.
- 2. Алямкин С.А., Нежевенко Е.С. Сравнительный анализ эффективностей фильтра Калмана и фильтра частиц при решении задачи сопровождения объекта в сейсмической системе обнаружения // Автометрия.- 2013.- т.50. №1. С.66-73.
- 3. Беляевский А.С., Новиков В.С., Олянюк П.В. Обработка и отображение радионавигационной информации. М.: Радио и связь. 1990. 232c.
- 4. *Бендат Дж.*, *Пирсол А.* Прикладной анализ случайных данных. М.: Мир, 1989. 540 с.
- 5. Дудкин В.А. Варианты построения пассивных сейсмических локаторов, основанных на измерении временных задержек // Современные технологии безопасности, 2005. № 4. С 15-17.
- 6. *Иванов В.А.*, *Онуфриев Н.В*. Развитие принципов адаптации сейсмических средств охраны участков местности //Радиотехника. 2005. №3. С.97-99.
- 7. Крюков И.Н. Математическая модель подсистемы обнаружения сейсмических средств обнаружения территориально-распределенных радиотехнических систем охраны // Радиотехника. 2005. №3. С.84-87.
- 8. Магауенов Р.Г. Системы охранной сигнализации: основы теории и принципы построения. Учеб. пособие. М.: Горячая линия Телеком, 2008. 496 с.
- 9. *Мархакшинов А.Л., Райфельд М.А., Спектор А.А.* Корреляционное измерение навигационных параметров в сейсмической системе охраны // Научный вестник НГТУ. 2010. № 3(40). С. 161-166.
- 10. *Мархакшинов А.Л., Спектор А.А.* Оценивание локальных характеристик движения объекта в сейсмической системе охраны // Автометрия. -2009 τ .45. №5. С.48-53. *Marhakshinov A. L., Spektor A. A.* Estimating local characteristics of object motion in a seismic

monitoring system //Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing. $-2009. - T. 45. - N_{\odot}. 5. - C. 419-423.$

- 11. *Мархакшинов А.Л., Спектор А.А.* Оценивание параметров движения человека в сейсмической системе охраны при неоднородном характере первичных данных // Научный вестник НГТУ. 2011. \mathbb{N} 4(45). C.171-175.
- 12. Райфель∂ M.А., Коробов B.В. Оценка координат в сейсмической системе наблюдений при неточном знании скорости распространения сигнала в грунте // Доклады академии наук высшей школы Российской Федерации. -2012. -№2(19). -C. 87-94.
- 13. Райфельд М.А., Спектор А.А. Обнаружение сигналов движущегося человека в сейсмической системе наблюдения // Автометрия. 2005. №6. С. 88-97.
- 14. *Сейдж Э., Мелс Дж.* Теория оценивания и ее применение в связи и управлении. / Пер с англ. Под ред. Б.Р. Левина Связь 1976. 476 с.
- 15. Спектор А.А., Филатова С. Γ . Оценка временного положения импульсов в сейсмических системах наблюдения на основе марковской фильтрации // Автометрия. 2008 . т.44. №4. С. 68-74.
- 16. Спектор А.А. Пассивная сейсмическая локация: аппаратное и базовое программное обеспечение./Д.О. Соколова, М.А. Райфельд /«Вычислительные технологии», 2016, № 1(21), с. 116 126.
- 17. Справочник по радиолокации / Под ред. М. Сколника. Пер. с англ. (в четырех томах) под общей ред. К.Н. Трофимова. Том 4. Радиолокационные станции и системы. М. «Сов. Радио. 1978. 376с.
- 18. *Чистова Г.К.* Модели и методы обработки сейсмических сигналов в системах распознавания. Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2003. 196 с.
- 19. *G. Cautes, S. Nastac* Mathematical model for frequency-dependent soil propagation analysis // The annals of "Dunarea de jos" university of galati fascicle xiv mechanical engineering, ISSN 1224–5615, 2002

TRAVERSE METHOD OF THE OBJECTS LOCATION ESTIMATION

Spector A.A., D.Sc. (Engineering), Associate Professor, e-mail: spektor@corp.nstu.ru **Rajfeld M.A.,** D.Sc. (Engineering), Associate Professor, e-mail: rajfeld@corp.nstu.ru **Bychenkov D.E.,** Post-graduate Student, e-mail: omg250@mail.ru

Novosibirsk State Technical University, 20 Prospekt K. Marksa, Novosibirsk, 630073, Russian Federation

Abstract

The problem of seismically active object location estimation and estimating its track by the observation system (security system), based on the seismic principle and seismic sensors (geophones) is considered. This problem is solved using one of the navigation methods known from the theory of radar (traverse method). New moment consist in application this method to the system of passive seismic location (PSL).

Keywords

passive seismic location, difference-long-range method, traverse method, geophone, optimal methods for estimating coordinates, triangulation, seismic signal.

УДК 621.396.96

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ, ОТРАЖЕННЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ

А.В. КИСЕЛЕВ, доктор техн. наук, профессор В.В. АРТЮШЕНКО, аспирант (НГТУ, г. Новосибирск)

Киселев А.В. – 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, e-mail: nil rtu@ngs.ru

Рассмотрен подход к моделированию отражений распределенных объектов на основе двухточечной модели со случайными сигналами. Такой подход позволяет избежать использования сложной системы механического перемещения и коммутации большого количества измерительных антенн. Приведены соотношения, позволяющие определить параметры сигналов, подводимых к излучателям модели, для достоверного моделирования отражений.

Ключевые слова: отражения распределенных объектов, измерительные системы, моделирование, двухточечная модель.

Введение

При разработке радиотехнических систем важной задачей является моделирование отражений от распределенных объектов (например, земной поверхности). Отражения от распределенных объектов оказывают влияние на работу многих радиотехнических устройств, выступая как в качестве полезного сигнала, так и в качестве помех [1]. В теории радиолокации принято представлять распределенный объект совокупностью «блестящих» точек – точечных отражателей, сигналы которых являются статистически независимыми [2, 3].

При проведении экспериментальной проверки радиотехнической системе на апертуре ее приёмной антенны необходимо моделировать электромагнитные поля, отраженные «блестящими точками», попадающими в область взаимодействия радиоизлучения с участком распределенного объекта. Количество «блестящих» точек может быть очень велико. При этом требуется большое количество измерительных антенн, располагаемых в дальней зоне приемной антенны радиотехнической системы, и сложные системы их механического перемещения и коммутации. Очевидно, что такая конструкция достаточно дорогостоящая и ненадежная.

Вместе с тем, возможно другое решение, основанное на использовании известной двухточечной модели, к излучателям которой подводятся случайные сигналы.

Теория замещения распределенного объекта двухточечной моделью со случайными сигналами

Двухточечная модель со случайными сигналами излучателей проставляет собою два неподвижных излучателя, располагаемых в дальней зоне приемной антенны

радиотехнического устройства. Излучатели не должны разрешаться по угловым координатам. В результате интерференции сферических волн от источников в точке приема, приемная антенна определит направление на некую мнимую точку, получившую название – кажущийся центр излучения (КЦИ). Если соотношение между амплитудами и фазами сигналов, излучаемых точками модели, будет изменяться случайным образом, по угловое положение КЦИ начнет флуктуировать относительно некоторого положения, что приведет к возникновению ошибок определения координат объекта. Флюктуации такого рода получили название шумов угловых координат (ШК). Данное явление наблюдается во многих задачах, в которых возникают отражения от распределенных объектов.

Вполне очевидно, что решить задачу моделирования ШК с помощью большого количества антенн со сложной системой коммутации и управления параметрами излучаемых сигналов достаточно сложно. Однако такая модель может быть замещена двухточечной моделью. При этом в качестве сигналов, излучаемых точками, следует использовать некоррелированные узкополосные случайные процессы с амплитудами, распределенными по закону Рэлея, и фазами, распределенными по равномерному закону:

$$w(U_{1}) = \frac{U_{1}}{\sigma_{1}^{2}} \exp\left(\frac{-U_{1}^{2}}{2\sigma_{1}^{2}}\right), U_{1} > 0,$$

$$w(U_{2}) = \frac{U_{2}}{\sigma_{2}^{2}} \exp\left(\frac{-U_{2}^{2}}{2\sigma_{2}^{2}}\right), U_{2} > 0,$$

$$w(\psi) = \frac{1}{2\pi}, -\pi \le \psi < \pi,$$
(1)

где σ_1 , σ_2 – среднеквадратическое отклонение сигналов излучателей.

Мгновенные значения такого сигнала, как известно, распределены по нормальному закону [2].

В этом случае, плотность распределения вероятностей ШК будет описываться следующим законом (см. Рис. 1):

$$w(\Delta \gamma) = \frac{\mu}{2 \cdot (1 + \mu^2 \cdot (\Delta \gamma)^2)^{3/2}},\tag{2}$$

где $\Delta \gamma = \gamma - m_{\gamma}$ — мгновенное значение отклонения КЦИ от математического ожидания m_{γ} , μ — параметр, определяющий эффективную «ширину» распределения.

На рис. 1 показана плотность распределения вероятностей ШК при разных соотношениях параметров распределения. Параметр μ характеризует меру различия отражающих свойств точек модели, при замещении двухточечной моделью распределенного объекта. При $\mu \to 1$ две точки модели приблизительно одинаковы по своим отражающим свойствам, а распределение имеет наибольшую эффективную «ширину».

Математическое ожидание распределения (2) m_{γ} для моделируемого объекта можно получить по следующему выражению [2]:

$$m_{\gamma} = \frac{\int_{\gamma} \gamma F_r(\gamma) d\gamma}{\int_{\gamma} F_r(\gamma) d\gamma},\tag{3}$$

где $F_r(\gamma)$ – функция, характеризующая распределение по объему распределенного объекта плотности интенсивности сигналов его «блестящих» точек.

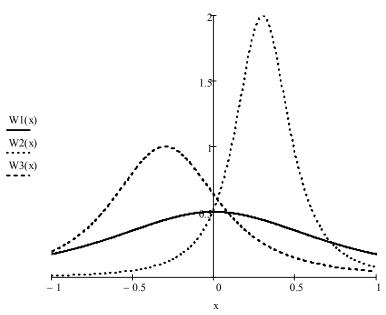


Рис. 1. Плотность распределения вероятностей ШК при разных соотношениях параметров распределения ($\mu_1=1, m_{\gamma 1}=0$; $\mu_2=4, m_{\gamma 2}=0.3$; $\mu_3=2, m_{\gamma 3}=-0.3$).

Параметр $\mu[2]$:

$$\mu = \frac{\sigma_H}{\sigma_B},\tag{4}$$

где:

$$\sigma_H^2 = \int_{\gamma} F_r(\gamma) d\gamma, \tag{5}$$

$$\sigma_B^2 = \int_{\gamma} (\gamma - m_{\gamma})^2 F_r(\gamma) d\gamma. \tag{6}$$

Для двухточечной модели функция, характеризующая распределение интенсивностей излучаемых сигналов (рис. 2):

$$F_r(\gamma) = \sigma_1^2 \delta(\gamma + 1) + \sigma_2^2 \delta(\gamma - 1),$$
 (7)

где $\delta()$ – дельта-функция.

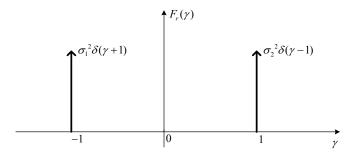


Рис. 2. Вид функции распределения интенсивностей сигналов двухточечной модели

Параметры распределения согласно (3) и (4) определяются следующими выражениями:

$$m_{\gamma} = \frac{1 - v^2}{1 + v^2} \ , \tag{8}$$

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{1 - v^2}{1 + v^2}\right)^2}},\tag{9}$$

где $v = \sigma_1/\sigma_2$.

Для достоверного моделирования ШК необходимо обеспечить равенство параметров $m_{_{\gamma}}$ и μ для имитируемого объекта и модели.

Выводы

Таким образом, двухточечная модель со случайными сигналами, формируемыми с предложенным подходом, позволяет замещать моделировать отражения реального распределенного объекта. Такой подход позволяет избежать при разработке радиотехнической системы использования сложной системы механического перемещения и коммутации измерительных антенн.

Список литературы

- 1. Радиоэлектронные системы: Основы построения и теория. Справочник. Изд. 2-е, перераб. и доп. /Под ред. Я. Д. Ширмана. М.: Радиотехника, 2007. 512 с.
- 2. Островитянов P. B., E A. Статистическая теория радиолокации протяженных целей. M.: Радио и связь, 1982. 232 с.
- 3. *Фельдман Ю.И., Мандуровский И.А.* Теория флуктуаций локационных сигналов, отраженных распределенными целями. Под ред. Ю.И. Фельдмана. М.: Радио и связь, 1988. 272 с.

SIMULATION OF ELECTROMAGNETIC FIELDS REFLECTED DISTRIBUTED OBJECTS

Kiselev A.V., D.Sc. (Engineering), Professor, e-mail: nil_rtu@ngs.ru. **Artyushenko V.V.**, Post-graduate Student, e-mail: artushenkomail@mail.ru.

Novosibirsk State Technical University, 20 Prospekt K. Marksa, Novosibirsk, 630073, Russian Federation

Abstract

Approach to the modeling of distributed objects reflections using two-point model with random signals is considered. This approach avoids the use of a complex system of mechanical movement and switching of a large number of measuring antennas. The relations that allow determining the parameters of the signals supplied to the emitters of the model for reliable modeling of reflections are presented.

Keywords

reflections of distributed objects, measuring systems, modeling, two-point model.

УДК 621.396.96

ЗАМЕЩЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИ ПЕРЕМЕЩАЕМОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ ЭЛЕКТРОННЫМ АНАЛОГОМ

А.В. КИСЕЛЕВ, доктор техн. наук, профессор В.В. АРТЮШЕНКО, аспирант (НГТУ, г. Новосибирск)

Киселев А.В. – 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, e-mail: nil_rtu@ngs.ru.

Рассмотрено замещение механически перемещаемой каретки с радиочастотным излучателем сигналов системой из двух неподвижных излучателей. Такая система, размещенная в дальней зоне антенны радиотехнического устройства, может восприниматься последней как некий кажущийся источник излучения, характеризующийся некоторым угловым положением. Приведены соотношения, показывающие связь этого положения с амплитудами и фазами сигналов, подводимым к излучателям.

Ключевые слова: измерения углового положения, радиосигналы, двухточечная модель.

Введение

При радиотехнических измерениях широко используются технологии, использующие механически перемещаемые антенны-излучатели тестовых и измерительных сигналов [1]. Для перемещения используют рельс, по которому движется каретка с измерительной антенной. По сути, при этом моделируется изменение направления прихода сигнала к антенне радиотехнического устройства.

Недостаток данного технического решения вполне очевиден и заключается в использовании механически перемещаемых элементов.

Ниже рассматривается альтернативное решение, основанное на замещении перемещаемого точечного источника системой из двух неподвижных антенн.

Теория замещения точечного излучателя системой неподвижных антенн

В литературе описано применение в качестве математической модели точечного излучающего объекта двухточечной геометрической модели [2, 3]. Кратко рассмотрим основные принципы, лежащие в основе этой модели.

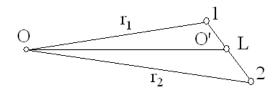


Рис. 1. Двухточечная модель протяженного объекта

Двухточечная модель протяженного объекта представляет собою два не разрешаемых в пространстве и не влияющих друг на друга излучателя, разнесенные на расстояние L и лежащие в рассматриваемой координатной плоскости наблюдения на дальностях r_1 и r_2 от точки наблюдения O (см. рис. 1). В точку наблюдения по двум различным направлениям приходят две волны со сферическим фазовым фронтом. Вследствие интерференции этих волн фазовый фронт суммарной волны отличается от сферы, а поскольку антенна радиотехнической системы определяет направление прихода электромагнитной волны по нормали к фазовому фронту, то нормаль укажет не на действительный центр излучения, а на так называемый кажущийся центр (КЦИ).

КЦИ располагается на прямой, проходящей через излучатели. Положение его на прямой определяется соотношением амплитуд и фаз волн, излучаемых точками 1 и 2, по следующему соотношению [2]:

$$\gamma = \frac{1 - z_0^2}{1 + 2z_0 \cos \psi + z_0^2},\tag{1}$$

где γ - обобщенная координата, нормированная к половине расстояния между излучающими

точками, $z_0 = \frac{E_1}{E_2}$ - отношение амплитуд сигналов излучаемых точками, ψ - разность фаз

этих сигналов. В частности, если точки излучают равные по амплитуде синфазные сигналы, то КЦИ окажется в точке геометрического центра объекта (точка $O^{/}$ на рис. 1).

Место расположение КЦИ при этом не ограничивается пространством между излучателями, он может выходить за пределы модели и формально бесконечно удаляться от излучателей. Воспользуемся выражением (1) и построим семейство графиков (Рис. 2), демонстрирующих зависимость положения КЦИ от соотношения амплитуд и фаз излучаемых сигналов.

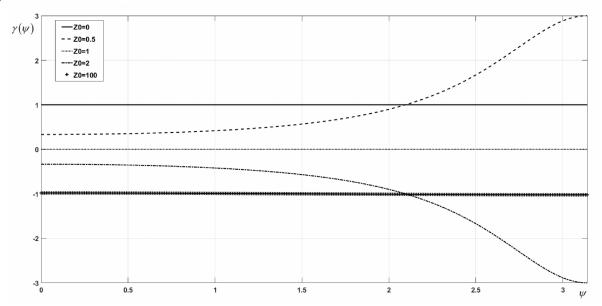


Рис. 2. Зависимость положения КЦИ от соотношения между фазами сигналов, поступающих на излучатели при различных значениях отношения амплитуд сигналов

Графики Рис. 2 получены в предположении, что излучатели модели расположены на линии, перпендикулярной линии визирования.

Выводы

Полученные результаты свидетельствуют о возможности замещения механической системы позиционирования измерительной антенны электронной системой управления сигналами двух антенн, сигналы которых формируются на основании двухточечной модели.

Список литературы

- 1. Тверской Γ . Н., Харченко Γ . К., Терентьев U. П. Имитаторы эхосигналов судовых радиолокационных станций. Л.: Судостроение, 1973. 224 с.
- - 3. Skolnik M.I. Radar Handbook. 3ed ed. New York: McGraw Hill, 2008. 1352 p.

REPLACEMENT OF MECHANICALLY DISPLACED EMITTER WITH ELECTRONIC ANALOG

Kiselev A.V., D.Sc. (Engineering), Professor, e-mail: nil_rtu@ngs.ru. **Artyushenko V.V.**, Post-graduate Student, e-mail: artushenkomail@mail.ru.

Novosibirsk State Technical University, 20 Prospekt K. Marksa, Novosibirsk, 630073, Russian Federation

Abstract

The replacement of a mechanically displaced runner block with a radio frequency signal emitter by a system of two fixed emitters is considered. Such a system, located in the far zone of the antenna of a radio-engineering device, can be perceived by the latter as some kind of apparent source of radiation, characterized by a certain angular position. Relations showing the relationship of this position with the amplitudes and phases of the signals applied to the emitters are presented.

Keywords

angular position measurements, radio signals, two-point model.

УДК 621.375

ПОДГОТОВКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ СИСТЕМЫ КУБИТ-РЕЗОНАТОР

Б.И. ИВАНОВ¹, канд. техн. наук, доцент Д.К. ПИЦУН¹, аспирант Е.В. ИЛЬИЧЕВ^{1,2}, доктор физ.-мат. наук, профессор (¹НГТУ, г. Новосибирск ²Leibniz Institute of Photonic Technology, Jena, Germany)

Пицун Д.К. – 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, e-mail: piczun.2010@corp.nstu.ru

Для работы со сверхпроводниковыми кубитами требуется подготовка криогенной системы измерения, основным элементом которой является малошумящий усилитель. Для измерения слабых микроволновых сигналов в субкельвиновых температурах был разработан малошумящий криогенный усилитель. Показана амплитудно-частотная характеристика кубит-копланарный структуры сверхпроводниковый резонатор. Подготовлена экспериментальная измерительная установка проведения ДЛЯ исследований сверхпроводниковых потоковых кубитов. Проведено экспериментальное исследование свойств сверхпроводникового потокового кубита в квазидисперсионном режиме.

Ключевые слова: кубит, криогенный усилите

Введение

Проведенные к настоящему времени исследования показывают, что наиболее привлекательными в качестве элементной базы квантовых информационных систем сейчас являются кубиты на основе сверхпроводниковых джозефсоновских контактов. Это связано в первую очередь с тем, что сверхпроводниковые кубиты обладают наибольшими среди других кандидатов временами декогерентности, что является определяющим фактором для реализации квантовых вычислительных алгоритмов и крипто-графических протоколов квантовой коммуникации. Другое немаловажное обстоятельство заключается в том, что технология изготовления джозефсоновского контакта является твердотельной, что способствует возможности воспроизводимости и масштабируемости изготавливаемых устройств.

Для проведения экспериментальных исследований сверхпроводниковых потоковых кубитов требуется создание измерительной установки, которая будет обеспечивать приемлемые уровни входных и выходных сигналов. Входное ослабление обеспечивается подключение дополнительных аттенюаторов. Из-за требуемого сильного ослабления по входу в криостат, уровень выходного сигнала оказывается гораздо ниже уровня минимальной чувствительности регистрирующей аппаратуры. Это обуславливает необходимость предварительного усиления сигнала. Для обеспечения наилучшего отношения сигнал-шум усиление сигнала отклика системы происходит на одной из стадий охлаждения криостата, где уровень внутренних шумов ниже, чем на комнате. После этого

происходит дальнейшее усиление при комнатной температуре. Величина требуемого коэффициента усиления зависит от условий проведения эксперимента.

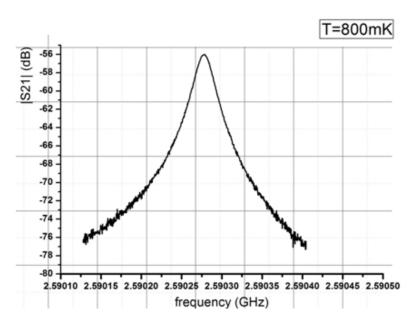
Теория

В настоящее время широкое распространение в криогенной электронике получили полупроводниковые усилители на основе транзисторов высокой подвижности электронов (ТВПЭ), называемые также НЕМТ транзисторы (от английского High electron mobility transistor). Их главное отличие - возможность обеспечивать линейный коэффициент усиления в широкой полосе частот в том числе при криогенных температурах [1-5]. Кроме того, они обладают низким уровнем диссипативной мощности и малой шумовой температурой, что актуально при конечной мощности охлаждения в рефрижераторе растворения и высокой чувствительности эксперимента. В последнее время, параллельно с НЕМТ технологией активно развивается биполярная технология с гетеропереходами. Созданные на ее основе SiGe транзисторы обладают схожими частотными параметрами, что и НЕМТ. Так же как и НЕМТ приборы, усилители на основе SiGe транзисторов способны работать при криогенных температурах [6-8] и обеспечивают постоянный коэффициент усиления до десятков ГГц [9-10], что делает возможным их использование в криоэлектронике. Хотя по сравнению с НЕМТ усилителями у них меньше коэффициент усиления, этот недостаток компенсируется лучшей стабильностью и меньшим фазовым шумом [11].

Результаты и обсуждение

Было выполнено измерение передаточных параметров усилителя. Для этого использовался векторный анализатор цепей ZVL13, компании Rohde & Schwarz с максимальной аналоговой полосой частот 13 GHz. Коэффициент усиления по напряжению при фиксированной температуре 800~mK составил 15~dB при рабочей полосе усилителя до 4~GHz. Напряжение питания усилителя +1,2~V при максимальном токе потребления 800~uA. Таким образом, максимальная мощность рассеяния усилителя составила $\approx 1~mW$.

Данный усилитель был интегрирован в систему измерения сверхпроводникового кубита, связанного с микроволновым копланарным резонатором [12]. Для увеличения отношения сигнал/шум измерительной системы по схожей схеме был спроектирован дополнительный SiGe трехкаскадный усилитель, который был включен последовательно к первым двум каскадам. Оба усилителя расположены на этапе охлаждения при температуре 800 mK. Общий коэффициент усиления на двух криогенных усилителях составил 35 дБ в полосе до 4 ГГц. На рисунке 1 показана амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) высокодобротного сверхпроводникового резонатора, сигналы с которого усилены представленными криогенными усилителями. Уровень входной сверхпроводниковый резонатор -120 dBm, что соответствует уровню $10^{-15} W$.



 $Puc.\ 1.$ Зависимость от частоты передаточной функции сверхпроводникового копланарного резонатора, связанного кубитом, усиленной криогенными усилителями при уровне входной мощности $-120\ dBm\ (1\ fW)$

В результате была подготовлена измерительная экспериментальная установка, схема которой представлена на рис. 2. В ходе предварительных измерений было выяснено, что для источника тока необходима дополнительная фильтрация, поскольку сильное влияние шумов приводит к размыванию получаемой характеристики из-за смещения шумом тока в значения, в которых не происходит поглощения фотона кубитом.

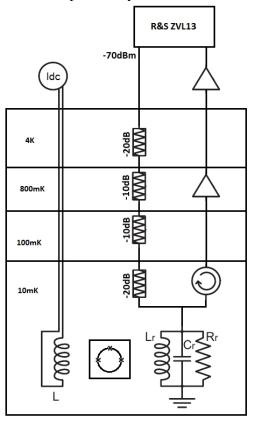


Рис. 2. Схема измерительной установки для одночастотной спектроскопии

В качестве тестового измерения было проведено исследование поведения системы кубит — резонатор при изменении постоянного внешнего магнитного поля, приложенного к кубиту. Изменение внешнего магнитного поля достигалось путем изменения постоянного тока в катушке, которая расположена внутри криостата в непосредственной близости к образцу. При достижении тока, который соответствует половине кванта потока Φ_0 , происходит поглощение фотона кубитом. На передаточной характеристике системы это отражается в уменьшении коэффициента прохождения сигнала в регистрируемой полосе частот. Была получена характеристика зависимости амплитуды сигнала на резонансной частоте от внешнего магнитного потока, представленная на рис. 3. Минимум амплитуды соответствует магнитному потоку, приложенному к кубиту, равному $\Phi_0/2$, где Φ_0 — квант магнитного потока.

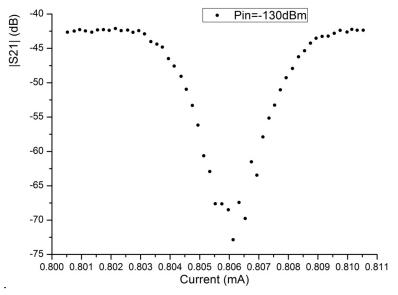


Рис. 3. Зависимость амплитуды сигнала на выходе структуры сверхпроводниковый кубит - резонатор от внешнего магнитного потока.

Выводы

В данной работе, была продемонстрирована измерительная система для исследования сверхпроводниковых потоковых кубитов, основу которой составляет разработанный криогенный усилитель. Основой усилителя являются гетероструктурные биполярные SiGe транзисторы. Экспериментальные данные показали, что в полосе от $100\ MHz$ до $4\ GHz$ коэффициент усиления составил $35\ dB$ при температуре эксперимента $800\ mK$. Приводится результат измерения коэффициента передачи |S21| сверхпроводникового кубита, связанного с высокодобротным копланарным резонатором от частоты, с помощью системы измерения, основанной на разработанном 5-каскадном усилителе в режиме сверхмалой мощности. Полученный результат указывает на его малую шумовую температуру и мощность диссипативных потерь и позволяет использовать предложенный криогенный усилитель в системах измерения сигналов на выходе сверхпроводниковых квантовых битов, связанных с копланарным резонатором.

Список литературы

1. Schleeh J., Alestig G., Halonen J., et. al. // IEEE Electr. Dev. Lett. 2012. V. 33. No. 5. P.

664

- 2. Wadefalk N., Mellberg A., Angelov I., et al. // IEEE Trans. on Microwave Theor. and Tech. 2003. V. 51. No. 6. P.1705.
- 3. Pospieszalski M. W., Weinreb S., et. al. // IEEE Trans. on Microwave Theor. and Techn. 1988 V. 36, No. 3.
- 4. Oukhanski N., Grajcar M., Il'ichev E., et al. // Rev. of Sci. Instrum. 2003. V 74, N 2. P. 1145.
- 5. Wuensch S., Ortlepp Th., Crocoll E., et al. // IEEE Trans. on Appl. Supercond. 2004. V 19. N. 3. P. 574.
 - 6. Kiviranta M., // Supercond. Sci. Technol. 2006. V. 19. P. 1297–1302.
- 7. Thrivikraman T. K., Yuan J., Bardin J.C., et. al. //. IEEE Microwave and Wireless Comps. Lett. 2008. V. 18. N. 7. P. 476.
 - 8. Ivanov B.I., Trgala M., Grajcar M., et. al. Rev. Sci. Instrum. 82, 104705, (2011).
- 9. Lee J., Cressler J. // IEEE Trans. on. Microwave Theor. and Techn. 2006. V. 54. N. 3. P. 1262–1268.
- 10. Bardin J.C., Weinreb S.. // IEEE Microwave and Wireless Comps. Lett. 2009. V. 19. N. 6. P. 407.
- 11. Berger O.. // The International Conference on Compound Semiconductor Manufacturing Technology 1999. http://www.gaas.org/Digests/1999/PDF/59.pdf.
- 12. Macha P., S.H.W. van der Ploeg, Oelsner G., et. al. Appl. Phys. Lett. 2010. V. 96. 062503.
 - 13. Oelsner G., S.H.W. van der Ploeg, Macha P., et. al. Phys. Rev. B 81, 172505, (2010).
 - 14. Greenberg Ya. S., Izmalkov A., Grajcar M., et.al. Phys. Rev. B 66, 144501, (2002).

PREPARATION OF A MEASURING SYSTEM FOR CONDUCTING EXPERIMENTAL MEASUREMENTS OF THE QUBIT-RESONATOR SYSTEM

Ivanov B.I.¹, Ph.D. (Engineering), Associate Professor, e-mail: boris_ivanov@ngs.ru **Pitsun D.K.**¹, Post-graduate Student, e-mail: piczun.2010@corp.nstu.ru **Il`ichev E.V.**^{1,2}, D.Sc (Phys.-Math), Professor, e-mail: evgeni.ilichev@leibniz-ipht.de

Abstract

We present a measurement system for a superconducting qubit coupled to a coplanar waveguide resonator. The main element of system is a low-noise amplifier. To measure weak microwave signals at subkelvin temperatures, a low-noise cryogenic amplifier was developed. The amplitude-frequency characteristic of the superconductor qubit-coplanar resonator structure is shown. An experimental measuring system has been prepared for conducting studies of superconducting flux qubits. An experimental investigation of the properties of a superconducting flow qubit in a quasi-dispersive regime is carried out.

Keywords

superconducting qubit, cryogenic amplifier

¹Novosibirsk State Technical University, 20 Prospekt K. Marksa, Novosibirsk, 630073, Russian Federation

²Leibniz Institute of Photonic Technology, 07702 Jena, Germany

УДК 621

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССОВ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ ШЛИФОВАНИЕМ И ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ НАГРЕВОМ

В.В. ИВАНЦИВСКИЙ, доктор техн. наук, доцент Н.В. ВАХРУШЕВ, аспирант К.А. ПАРЦ, аспирант Г.О. ЧА, аспирант (НГТУ, г. Новосибирск)

Иванцивский В.В. – 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, e-mail: ivancivskij@corp.nstu.ru

В работе рассматриваются вопросы, связанные с изучением эффективных процессов упрочнения поверхностных слоев деталей. Представлен анализ наиболее распространенных в промышленности процессов упрочнения. Приведены результаты моделирования и сравнительного анализа тепловых возможностей высокоэнергетического нагрева ТВЧ и упрочнения шлифованием. Кроме того, выполнены расчеты по выявлению ориентировочных пределов изменения скорости перемещения индуктора для наименее изученных режимов упрочнения с удельной мощностью нагрева от 100 до 300 МВт/м².

Ключевые слова: упрочнение, поверхностный слой, шлифование, высокоэнергетический нагрев ТВЧ, термический цикл, моделирование тепловых явлений.

Введение

Одной из актуальных задач машиностроения является разработка эффективных процессов упрочнения, существенно повышающих уровень физико-механических свойств поверхностного слоя изготавливаемых деталей, а, следовательно, и надежность машин и механизмов в эксплуатации.

Среди наиболее распространенных в промышленности процессов упрочнения особое место принадлежит процессам, связанным с нагревом поверхности деталей в зоне обработки. К числу достоинств таких методов следует отнести возможность обеспечения требуемого качества поверхностного слоя (структуры и глубины ее залегания, твердости, знака и режимными остаточных напряжений) путем управления Применяемые методы можно разделить на две группы. Первая основана на использовании части энергии, затрачиваемой на формообразование деталей при механической обработке: точении, шлифовании и т.п. Эффект упрочнения достигается здесь совместным влиянием выделяемой при обработке теплоты и пластического деформирования поверхностного слоя. Отличительной особенностью методов второй группы является то, что нагрев осуществляется путем ввода в обрабатываемую поверхность материала энергии от внешних источников: лазерной, плазменной, электроннолучевой обработки, нагрева ТВЧ. Несмотря на известную специфику методов и их различие как внутри групп, так и между ними по технологическим возможностям, тепловая энергия определяющим фактором в формировании качества при упрочнении поверхностного слоя.

Практическая реализация подобных процессов связана с рядом проблем, обусловленных необходимостью проведения обширного комплекса металлографических, технологических и тепловых исследований. При этом энергетические возможности конкретного метода: значения характеристик источника нагрева, их связь с режимом обработки и особенно создаваемые источником термические циклы в поверхности детали – изменение температуры точки твердого тела во времени – представляют собой наиболее трудоемкую часть всех работ. Но именно термические циклы и их параметры (скорости нагрева и охлаждения, максимальная температура и длительность выдержки при температуре фазового перехода), предопределяют закономерности формирования качества упрочненного слоя. Экспериментальный путь получения информации о картине температурного поля в материале во всем диапазоне условий обработки неприемлем из-за его чрезмерной трудоемкости, поэтому применение методов теплофизического анализа, основанных на моделировании тепловых явлений [1, 2], дают возможность упростить выполнение исследований в данном направлении.

Методика исследования

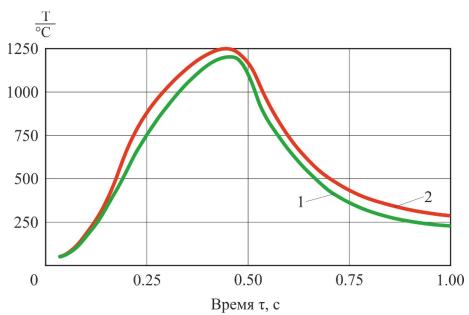
Моделирование выполнялось с целью выявления тепловых возможностей высокоэнергетического нагрева ТВЧ и проведения сравнительного анализа с возможностями упрочнения шлифованием [3, 4]. Процесс упрочнения шлифованием достаточно глубоко и всесторонне исследован, для него установлены все основные закономерности. С точки зрения теплофизики он реализуется при следующих значениях характеристик источника нагрева: удельной мощности $q=20...40~{\rm MBT/m}^2$, размере (радиусе) $R=0.001...0.005~{\rm M}$ и скорости перемещения $v=0.001...0.012~{\rm M/c}$.

Процесс высокоэнергетического нагрева ТВЧ исследован не достаточно полно. Известно, что удельная мощность источника может достигать значений до $300~{\rm MBt/m^2}$, а его размер определяется конструкцией индуктора и мощностью генератора. Так, для генератора мощностью $60~{\rm kBt}$ он может составлять от 1,5 до нескольких десятков миллиметров.

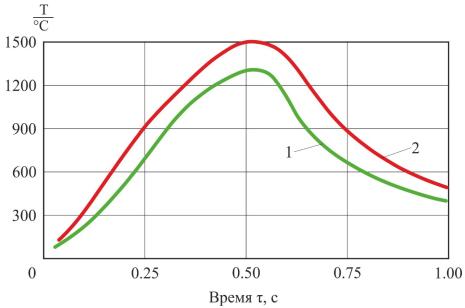
Тепловые расчеты выполнялись по программам, разработанным на базе метода [1, 2] и метода, опубликованного в настоящей работе. Температурные поля моделировались на поверхности материала из стали 40X при размере источника 0,002 м и условиях охлаждения, соответствующих свободному поливу жидкостью.

Результаты и обсуждение

На рисунках 1 и 2 изображены типичные термические циклы при упрочнении шлифованием и нагреве ТВЧ, полученные при одинаковых характеристиках источника. Сравнительный анализ показывает, что при большой скорости движения источника (рисунок 1) различия в циклах и их параметрах незначительны. Однако, при уменьшении скорости до некоторых значений (рисунок 2) уже наблюдаются существенные различия: термический цикл при обработке ТВЧ по всем параметрам превосходит цикл шлифования, в частности, поверхность материала нагревается до более высоких температур (в данном случае на 130 °C).



 $Puc.\ 1.$ Типовой термический цикл: 1- шлифование; 2- нагрев ТВЧ. Режим: $q=40~{\rm MBT/m^2},\ v=0{,}006~{\rm m/c}$



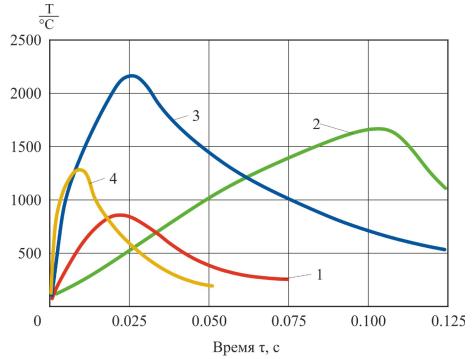
Puc. 2. Типовой термический цикл: 1 – шлифование; 2 – нагрев ТВЧ. Режим: $q = 40 \text{ MBt/m}^2$, $v = 0{,}004 \text{ m/c}$

Обнаруженный эффект объясняется спецификой процесса индукционного нагрева. При нагреве до температуры точки Кюри (для стали 40Х это порядка 770 °C) материал теряет свои ферромагнитные свойства. При этом происходит перераспределение выделяемой источником энергии: основная часть энергии начинает генерироваться в более глубоких, не потерявших магнитных свойств слоях. В тоже время на поверхности продолжается выделение теплоты, хотя и менее интенсивное. В результате совместного влияния таких факторов, как действие нескольких источников нагрева, распределенных в слое металла определенной толщины, и малая скорость их перемещения, ухудшаются условия для отвода теплоты из нагретых участков. Отвод из приповерхностных слоев вглубь металла за счет теплопроводности затруднен, так как нижележащие слои сами находятся в стадии нагрева и

представляют собой своеобразный барьер для распространения теплоты. Активной же конвекции с поверхности детали в окружающую среду препятствует медленная скорость перемещения источника.

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод, что при некоторых условиях упрочнения нагревом ТВЧ, несмотря на малую глубину проникновения тока, в математической модели процесса источник нельзя рассматривать в качестве поверхностного, поскольку это приводит к существенным погрешностям при расчете температурных полей. Так же стоит отметить, что длительность теплового воздействия при индукционном нагреве в указанном диапазоне условий обработки превышает время, характерное для шлифования при одинаковых режимах, что, в свою очередь, предполагает более глубокое проникновение тепловой энергии и формирование упрочненного слоя с другими показателями качества.

На рисунке 3 изображены термические циклы высокоэнергетического нагрева ТВЧ, полученные на основе расчетов по выявлению ориентировочных пределов изменения скорости перемещения индуктора для наименее изученных режимов упрочнения с удельной мощностью нагрева от 100 до $300~{\rm MBt/m^2}$. Моделировались условия нагрева, при которых в поверхностном слое стали 40X обеспечивается возможность протекания фазово-структурных превращений. Однако при этом учитывались ограничения технологического характера с целью недопущения оплавления поверхности материала.



Puc. 3. Термические циклы высокоэнергетического нагрева ТВЧ: $1-q=100~\mathrm{MBt/m^2},\ v=0.08~\mathrm{m/c};\ 2-q=100~\mathrm{MBt/m^2},\ v=0.02~\mathrm{m/c};\ 3-q=300~\mathrm{MBt/m^2},\ v=0.08~\mathrm{m/c};\ 4-q=300~\mathrm{MBt/m^2},\ v=0.25~\mathrm{m/c}$

Расчеты показывают, что при удельной мощности нагрева $100~{\rm MBT/m^2}$ линейную скорость движения индуктора (или детали) целесообразно изменять в пределах $0.02...0.08~{\rm m/c}$, а при мощности $300~{\rm MBT/m^2}-0.08...0.25~{\rm m/c}$. Для этого диапазона условий индукционного нагрева вычислены значения параметров термических циклов. В частности, максимальная температура составляет $900...2200~{\rm C}$, длительность теплового воздействия при температуре фазового перехода (при высокоскоростном нагреве для данной марки стали $-900~{\rm ^{\circ}C})-0.005...0.15~{\rm c}$, скорость нагрева в интервале температур от нуля до $900~{\rm ^{\circ}C}-(2...25)\cdot 10^4~{\rm ^{\circ}C/c}$, скорость охлаждения в интервале температур наименьшей устойчивости

аустенита (от 900 до 500 °C) — $(1...3)\cdot 10^4$ °C/с. Для сравнения в вышеуказанном диапазоне условий упрочнения шлифованием параметры термических циклов достигают следующих значений: максимальная контактная температура — 2450 °C, время теплового воздействия — 4.1 с, скорость нагрева — $5.2\cdot 10^3$ °C/с и скорость охлаждения — $4.9\cdot 10^3$ °C/с.

Из приведенного анализа следует, что в рассмотренном диапазоне режимов, нагрев ТВЧ характеризуется значительно более высокими скоростями протекания тепловых процессов.

Выводы

Сравнительный анализ термических циклов при упрочнении шлифованием и нагревом ТВЧ показал, что при большой скорости движения источника различия в циклах незначительны, но при уменьшении скорости до некоторых значений наблюдаются существенные отличия. Термический цикл при обработке ТВЧ по всем параметрам превосходит цикл шлифования, что объясняется спецификой теплофизики процесса индукционного нагрева. Так же длительность теплового воздействия при индукционном нагреве в указанном диапазоне условий обработки превышает время, характерное для шлифования при одинаковых режимах, что предполагает более глубокое проникновение тепловой энергии и формирование упрочненного слоя с другими показателями качества.

Вычислены значения параметров термических циклов при удельной мощности нагрева $100~{\rm MBt/m^2}$ и линейной скорости движения индуктора в пределах $0.02...0.08~{\rm m/c}$, а при мощности $300~{\rm MBt/m^2}-0.08...0.25~{\rm m/c}$. Расчеты показали, что в рассмотренном диапазоне режимов, нагрев ${\rm TBY}$ характеризуется значительно более высокими скоростями протекания тепловых процессов.

В заключение отметим, что дальнейшие исследования должны быть направлены на расширение банка данных, содержащего полную информацию о режимах нагрева, свойственных различным методам упрочнения, параметрах термических циклов и структурах, формируемых в конструкционных и инструментальных сталях. Это позволит выбрать тот или иной процесс упрочнения по критерию обеспечения требуемого качества поверхностного слоя.

Список литературы

- 1. Методика назначения режимов обработки при совмещении операций абразивного шлифования и поверхностной закалки ТВЧ / В.В. Иванцивский, В.Ю. Скиба, В.Н. Пушнин // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2011. № 4. С. 19–25.
- 2. Иванцивский В.В., Скиба В.Ю., Степанова Н.П. Методика назначения рациональных режимов поверхностной закалки сталей с использованием концентрированных источников нагрева // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2006. N 4 (33). С. 17–19.
- 3. Поверхностная закалка с использованием высокоэнергетического нагрева токами высокой частоты: особенности распределения температурного поля / В.В. Иванцивский, В.Ю. Скиба, Н.С. Рубцова, П.Ю. Скиба // Международный научно-исследовательский журнал. -2016. -№ 12-3 (54) C. 94–98.
- 4. *Иванцивский В.В., Скиба В.Ю., Зуб Н.П.* Методика назначения режимов обработки, обеспечивающих рациональное распределение остаточных напряжений при поверхностной закалке ВЭН ТВЧ // Научный вестник НГТУ. 2008. № 3 (32). С. 83–94.

ENERGY CHARACTERISTICS OF PROCESSES OF SURFACE HARDENING BY GRINDING AND HIGH-ENERGY HEATING

Ivancivsky V.V., D.Sc. (Engineering), Associate Professor, e-mail: ivancivskij@corp.nstu.ru Vakhrushev N.V., Ph.D. student, e-mail: vah_nikit@mail.ru Parts K.A., Ph.D. student, e-mail: krispars@yandex.ru Cha G.O., Ph.D. student, e-mail: grigoriy_olegovich@mail.ru

Novosibirsk State Technical University, 20 Prospekt K. Marksa, Novosibirsk, 630073, Russian Federation

Abstract

The paper discusses issues related to the study of effective processes of hardening of the surface layers of parts. The analysis of the most common hardening processes in industry is presented. The results of modeling and comparative analysis of the thermal capabilities of high-energy heating by HFC and hardening by grinding are presented. In addition, calculations have been made to identify the approximate limits of the change in the inductor speed for the least studied hardening regimes with specific heating power from 100 to 300 MW/m².

Keywords

hardening, surface layer, grinding, high-energy heating by HFC, thermal cycle, modeling of thermal phenomena

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАПИСАНИЮ НАУЧНОЙ СТАТЬИ

Оформление русскоязычной части статьи, подаваемой в научно-технический и производственный журнал «Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты)», должно соответствовать по стилю и содержанию определенным минимальным требованиям еще до того, как она будет принята на рассмотрение для публикации. Статьи, не соответствующие этим минимальным требованиям, получают мотивированный отказ редактора — их даже не отправляют на рассмотрение в редакционный совет. Вопросы новизны и оригинальности исследования решаются авторами статьи.

Отметим одно необходимое условие, сформировавшееся за время работы в журнале, – нельзя подавать на рассмотрение работу, которая предварительно не прошла оценки качества самим автором (и научным руководителем в случае недостаточного опыта автора в подготовке научных статей). Кроме того, текст должен быть внимательно прочитан всеми авторами (а не одним автором, как это зачастую бывает), так как все авторы несут коллективную ответственность за содержание работы.

1. Общие комментарии

Пишите доходчивым и простым языком – абстрактные формулировки и излишне длинные фразы трудны как для чтения, так и для понимания.

Статья не должна быть слишком длинной, даже если журнал не указывает максимального объема статьи. Пишите лаконично и грамотно, соблюдая правила написания по русскому языку.

Избегайте

- неряшливости, например, многочисленных опечаток, небрежного стиля, маленьких иллюстраций, уравнений с ошибками и др.;
 - длинного текста (абзаца), содержащего избыточные высказывания.

Научная статья должна иметь определенную структуру, которая описана ниже.

2. Заглавие и сведения об авторах

Используйте лаконичное описательное название, содержащее основные ключевые слова темы статьи. Перед заглавием обязательно указывается УДК.

После заглавия по порядку следуют И.О. ФАМИЛИЯ авторов, их ученая степень, ученое звание, в скобках указываются сокращенное название организации, город. Ниже – данные для переписки: Фамилия И.О. основного автора, почтовый адрес и полное название организации, e-mail.

3. Аннотация (реферат)

Аннотация содержит ключевые слова и представляет собой сжатый обзор содержания работы, указывает на основные проблемы, к которым обращается автор, на подход к этим проблемам и на достижения работы (не менее 10 строк).

4. Ключевые слова

Ключевые слова должны отображать и покрывать содержание работы. Ключевые слова служат профилем вашей работы для баз данных.

5. Введение

Раздел «Введение» должен быть использован для того, чтобы определить место вашей работы (подхода, данных или анализа). Подразумевается, что существует нерешенная или новая научная проблема, которая рассматривается в вашей работе. В связи с этим в данном разделе следует представить краткий, но достаточно информированный литературный обзор (до 2 стр.) по состоянию данной отрасли науки. Не следует пренебрегать книгами и статьями, которые были написаны, например, раньше, чем пять лет назад. В конце раздела

«Введение» формулируются цели работы и описывается стратегия для их достижения.

6. Описание экспериментальной части и теоретической/вычислительной работы

6.1. Материал, испытываемые образцы и порядок проведения испытаний

Приводится обоснование выбора данного материала (или материалов) и методов описания материала (материалов) в данной работе.

При необходимости приводятся рисунки образцов с единицами измерения (единицы измерения только в системе СИ). При испытании стандартных образцов достаточно ссылки на стандарт. Для большой программы испытаний целесообразно использовать таблицу матричного типа. Если образцы взяты из слитков, заготовок или компонентов, то описывается их ориентация и нахождение в исходном материале, используются стандартные обозначения по ГОСТу.

При проведении испытаний приводится следующая информация.

1. Тип и условия испытаний, например, температура испытаний, скорость нагружения, внешняя среда.

2. Описываются переменные параметры, измеряемые величины и методы их измерения с точностью, степенью погрешности, разрешением и т.д.; для величин, которые были вычислены, – методы, используемые для их вычисления.

6.2. Результаты экспериментов

Результаты предпочтительно представлять в форме графиков и описывать их словесно. Не следует писать о том, что ясно видно по графику.

6.3. По теоретической/вычислительной работе

Вышеперечисленные рекомендации актуальны также и для теоретической, и вычислительной работы. В статьях, основанных на вычислительной работе, необходимо указать тип конечного элемента, граничные условия и входные параметры. Численный результат представляется с учетом ограничений (точности) в применяемых вычислительных методах.

В статьях, основанных на аналитической работе, при изложении длинного ряда формул необходимо давать поясняющий текст, чтобы была понятна суть содержания работы. Правильность вычислений необходимо подтверждать промежуточными вычислениями. Так же как и в случае с экспериментальной работой, простого описания числовых или аналитических преобразований без рассмотрения теоретической (физической) первопричины обычно недостаточно, для того чтобы сделать публикацию такой статьи оправданной. Простой отчет о числовых результатах в форме таблиц или в виде текста, как и бесконечные данные по экспериментальной работе, без попытки определить или выдвинуть гипотезу о том, почему были получены такие результаты, без попытки выявить причинно-следственные связи, не украшают работу.

Сравнение ваших числовых результатов с числовыми результатами, полученными кем-то другим, может быть информативным. Но оно ничего не ДОКАЗЫВАЕТ. Контроль при помощи сравнения с общеизвестны- ми решениями и проверка при помощи сравнения с экспериментальными данными являются обязательными.

7. Обсуждение

Необходимо использовать этот раздел для того, чтобы в полном объеме объяснить значимость вашего подхода, данных или анализа и результатов. Настоящий раздел упорядочивает и интерпретирует результаты. Цель раздела — показать, какие знания были получены в результате вашей работы, а также перспективу полученных результатов, сравнив их с существующим положением в данной области, описанным в разделе «Введение». Большое количество графиков и цветных иллюстраций не дает научного результата, это не презентация в *PowerPoint*. Обязанностью автора является упорядочение данных и систематическое представление результатов. Так, простой отчет о результатах испытаний без попытки исследовать внутренние механизмы не имеет большой ценности.

8. Выводы

Этот раздел обычно начинается с нескольких фраз, подводящих итог проделанной работе, а затем в виде списка представляются основные выводы. Следует быть лаконичным.

9. Список литературы

Прежде чем составить список литературы, необходимо ознакомиться с правилами оформления ссылок в журнале «Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты)» на сайте www.nstu.ru (раздел «Научная и инновационная деятельность»; научные издания).

В списки литературы обязательно включайте иностранные источники (желательно не менее 50 %, исключение – публикации по региональной тематике); число цитируемой литературы чаще всего от 15 до 30 ссы- лок. Списки литературы (References) — это демонстрация вашей эрудиции, информированности о текущих исследованиях в данной области, поэтому цитируемые публикации должны быть как можно более новыми (но и увеличивать их чрезмерно, без причины тоже не следует). Ссылки на свои работы приветствуются, но проявляйте умеренность.

Редакционный совет и редакция журнала «Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты)»

ПОДГОТОВКА АННОТАЦИИ

(структура, содержание и объем авторского резюме (аннотации) к научным статьям в журнале; фрагменты из работы О. В. Кирилловой «Редакционная подготовка научных журналов для включения в зарубежные индексы цитирования: методические рекомендации. – Москва, 2012», кандидата технических наук, заведующей отделением ВИНИТИ РАН, члена Консультативного совета по формированию контента (Content Selection and Advisory Board – CSAB) SciVerse Scopus, Elsevier)

Авторское резюме должно излагать существенные факты работы и не должно преувеличивать или содержать материал, который отсутствует в основной части публикации. Результаты работы описывают предельно точно и информативно. Приводятся основные теоретические и экспериментальные результаты, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности. При этом отдается предпочтение новым результатам и данным долгосрочного значения, важным открытиям, выводам, которые опровергают существующие теории, а также данным, которые, по мнению автора, имеют практическое значение. Выводы могут сопровождаться рекомендациями, оценками, предложениями, гипотезами, описанными в статье.

Сведения, содержащиеся в заглавии статьи, не должны повторяться в тексте авторского резюме. Следует избегать лишних вводных фраз (например, «автор статьи рассматривает...»). Исторические справки, если они не составляют основное содержание документа, описание ранее опубликованных работ и общеизвестные положения в авторском резюме, не приводятся.

В тексте авторского резюме следует употреблять синтаксические конструкции, свойственные языку научных и технических документов, и избегать сложных грамматических конструкций. В тексте авторского резюме следует применять значимые слова из текста статьи. Текст авторского резюме должен быть лаконичен и четок, свободен от второстепенной информации, лишних вводных слов, общих и незначащих формулировок. Текст должен быть связным, разрозненные излагаемые положения должны логично вытекать одно из другого. Сокращения и условные обозначения применяют в исключительных случаях или дают их расшифровку и определения при первом употреблении в авторском резюме. В авторском резюме не делаются ссылки на номер публикации в списке литературы к статье.

Объем текста авторского резюме определяется содержанием публикации (объемом сведений, их научной ценностью и/или практическим значением), но не менее 100–250 слов (для русскоязычных публикаций – предпочтительнее больший объем).

Пример авторского резюме на русском языке

Значительная часть инновационных планов по внедрению изменений, содержащих в своей основе нововведения, либо не доходит до практической реализации, либо в действительности приносит гораздо меньше пользы, чем планировалось. Одна из причин этих тенденций кроется в отсутствии у руководителя реальных инструментов по планированию, оценке и контролю над инновациями. В статье предлагается механизм стратегического планирования компании, основанный на анализе как внутренних возможностей организации, так и внешних конкурентных сил, поиске путей использования внешних возможностей с учетом специфики компании. Стратегическое планирование опирается на свод правил и процедур, содержащих серию методов, использование которых позволяет руководителям компаний обеспечить быстрое реагирование на изменение внешней конъюнктуры. К таким методам относятся: стратегическое сегментирование; решение проблем в режиме реального времени; диагностика стратегической готовности к работе в условиях будущего; разработка общего плана управления; планирование предпринимательской позиции фирмы; стратегическое преобразование организации. Процесс стратегического планирования представлен в виде замкнутого цикла, состоящего из 9 последовательных этапов, каждый из которых представляет собой логическую последовательность мероприятий, обеспечивающих динамику развития системы. Результатом разработанной автором методики стратегического планирования является предложение перехода к «интерактивному стратегическому менеджменту», который в своей концептуальной основе ориентируется на творческий потенциал всего коллектива и изыскание путей его построения на базе оперативного преодоления ускоряющихся изменений, возрастающей организационной сложности и непредсказуемой изменяемости внешнего окружения.

Это же авторское резюме на английском языке

A considerable part of innovative plans concerning implementation of developments with underlying novelties either do not reach the implementing stage, or in fact yield less benefit than anticipated. One of the reasons of such failures is the fact that the manager lacks real tools for planning, evaluating and controlling innovations. The article brings forward the mechanism for a strategic planning of a company, based on the analysis of both inner company's resources, and outer competitive strength, as well as on searching ways of using external opportunities with account taken of the company's specific character. Strategic planning is based on a code of regulations and procedures containing a series of methods, the use of which makes it possible for company's manager to ensure prompt measures of reaction to outer business environment changes. Such methods include: strategic segmentation; solving problems in real-time mode; diagnostics of strategic

readiness to operate in the context of the future; working out a general plan of management; planning of the business position of the firm; strategic transformation of the company. Strategic planning process is presented as a closed cycle consisting of 9 successive stages, each of them represents a logical sequence of measures ensuring the dynamics of system development. The developed by the author strategic planning methods result in the recommendation to proceed to "interactive strategic management" which is conceptually based on the constructive potential of the collective body, on searching ways of its building on the basis of effective overcoming accelerating changes, increasing organizational complexity, and unpredictable changeability of the environment.

Пример структурированного авторского резюме из иностранного журнала в Scopus

Purpose: Because of the large and continuous energetic requirements of brain function, neurometabolic dysfunction is a key pathophysiologic aspect of the epileptic brain. Additionally, neurometabolic dysfunction has many self-propagating features that are typical of epileptogenic processes, that is, where each occurrence makes the likelihood of further mitochondrial and energetic injury more probable. Thus abnormal neurometabolism may be not only a chronic accompaniment of the epileptic brain, but also a direct contributor to epileptogenesis.

Methods: We examine the evidence for neurometabolic dysfunction in epilepsy, integrating human studies of metabolic imaging, electrophysiology, microdialysis, as well as intracranial EEG and neuropathology.

Results: As an approach of noninvasive functional imaging, quantitative magnetic resonance spectroscopic imaging (MRSI) measured abnormalities of mitochondrial and energetic dysfunction (via 1H or 31P spectroscopy) are related to several pathophysiologic indices of epileptic dysfunction. With patients undergoing hippocampal resection, intraoperative 13C-glucose turnover studies show a profound decrease in neurotransmitter (glutamate-glutamine) cycling relative to oxidation in the sclerotic hippocampus. Increased extracellular glutamate (which has long been associated with increased seizure likelihood) is significantly linked with declining energetics as measured by 31PMR, as well as with increased EEG measures of Teager energy, further arguing for a direct role of glutamate with hyperexcitability.

Discussion: Given the important contribution that metabolic performance makes toward excitability in brain, it is not surprising that numerous aspects of mitochondrial and energetic state link significantly with electrophysiologic and microdialysis measures in human epilepsy. This may be of particular relevance with the self-propagating nature of mitochondrial injury, but may also help define the conditions for which interventions may be developed. © 2008 International League Against Epilepsy.

Фрагменты из рекомендаций авторам журналов издательства Emerald

Авторское резюме (реферат, abstract) является кратким резюме большей по объему работы, имеющей научный характер, которое публикуется в отрыве от основного текста и, следовательно, само по себе должно быть понятным без ссылки на саму публикацию. Оно должно излагать существенные факты работы и не должно преувеличивать или содержать материал, который отсутствует в основной части публикации. Авторское резюме выполняет функцию справочного инструмента (для библиотеки, реферативной службы), позволяющего читателю понять, следует ли ему читать или не читать полный текст.

Авторское резюме включает следующее.

- 1. Цель работы в сжатой форме. Предыстория (история вопроса) может быть приведена только в том случае, если она связана контекстом с целью.
 - 2. Кратко излагая основные факты работы, необходимо помнить следующие моменты:
 - следовать хронологии статьи и использовать ее заголовки в качестве руководства;
 - не включать несущественные детали;
- вы пишете для компетентной аудитории, поэтому можете использовать техническую (специальную)
 терминологию вашей дисциплины, четко излагая свое мнение и имея также в виду, что вы пишете для международной аудитории;
- текст должен быть связным с использованием слов «следовательно», «более того», «например», «в результате» и т. д. («consequently», «moreover», «for example»,» the benefits of this study», «as a result» etc.), либо разрозненные излагаемые положения должны логично вытекать один из другого;
- необходимо использовать активный, а не пассивный залог, т. е. "The study tested", но не "It was tested in this study" (частая ошибка российских аннотаций);
- стиль письма должен быть компактным (плотным), поэтому предложения, вероятнее всего, будут длиннее, чем обычно.

Примеры, как не надо писать реферат, приведены на сайте издательства

(http://www.emeraldinsight.com/authors/guides/write/abstracts.htm?part=3&).

На сайте издательства также приведены примеры хороших рефератов для различных типов статей (обзоры, научные статьи, концептуальные статьи, практические статьи):

http://www.emeraldinsight.com/authors/guides/write/abstracts.htm?part=2&PHPSESSID=hdac5rtkb73ae013ofk4g8nrv1.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Научно-технический и производственный журнал «Актуальные проблемы в машиностроении» (Print ISSN: 2313-1020; Online ISSN: 2542-1093) публикует статьи, содержащие новые и оригинальные результаты исследований. Журнал представлен на сайте HГТУ: http://journals.nstu.ru/machine-building и http://machine-building.conf.nstu.ru/. Электронная версия издания доступна на платформе eLIBRARY. Научно-технические статьи, направленные в адрес журнала, проходят рецензирование и редактирование. Публикация статей бесплатная.

Для того, чтобы подать статью, **автор и все соавторы должны быть зарегистрированы на сайте журнала** (при регистрации профиля автора должны быть заполнены все поля). Автор (один из соавторов) в своем кабинете выбирает в меню пункт «*Подать статью*» и вводит все необходимые данные. Своих соавторов при этом он выбирает из списка зарегистрированных пользователей.

Для регистрации пройдите по ссылке: http://journals.nstu.ru/machine-building/registration

Обращаем Ваше внимание! Если Вы зарегистрированы на сайте научно-технического и производственного журнала «Обработка металлов (технология · оборудование · инструменты)», то для подачи своей работы на сайте журнала «Актуальные проблемы в машиностроении» необходимо использовать тот же логин и пароль.

ПОДГОТОВКА РУКОПИСИ

Рукопись статьи готовится в соответствии с правилами оформления журнала (см. ниже) «Актуальные проблемы в машиностроении» в редакторе MS Word и прикрепляется в формате *.doc, *.docx.

Сканированные Лицензионный договор с подписями авторов, Экспертное заключение о возможности открытого опубликования статьи и Заключение внутривузовской комиссии по экспортному контролю о возможности использования научных материалов при международном сотрудничестве (если предусмотрено ВУЗом) (цветной режим сканирования, разрешение не менее 300 dpi) необходимо также прикрепить на сайте журнала в разделе «Подать статьи» в формате *.pdf, *.jpg, *.jpeg. Поскольку, в оболочке при подаче статьи существует только одна опция «Скан экспертного заключения», необходимо «Экспертное заключение о возможности открытого опубликования статьи» и «Заключение внутривузовской комиссии по экспертному контролю о возможности использования научных материалов при международном сотрудничестве» объединить в один документ (многостраничный) и загрузить сформированный файл.

По окончанию всех работ обязательно нажать кнопку «Отправить в редакцию».

Обращаем внимание, что авторы должны дополнительно отправить заявку на участие, в которой указать фамилию, имя и отчество (Ф.И.О. полностью), должность, ученую степень, звание, тематика доклада (Инновационные технологии в машиностроении; Технологическое оборудование, оснастка и инструменты; Материаловедение в машиностроении; Экономика и организация инновационных процессов в машиностроении), название организации, адрес, телефон, факс, e-mail. Заявку можно отправить на e-mail: metal_working@mail.ru, либо написать «Сообшение» в своем авторском профиле.

Бронированием мест в гостиницах участники занимаются самостоятельно. На сайте конференции, в разделе «*Контакты*» (http://machine-building.conf.nstu.ru/archive/), представлены адреса возможных гостиниц для размещения участников конференции в г. Новосибирске.

Одновременно со статьей высылаются оригиналы всех перечисленных документов на почтовый адрес редакции: 630073, г. Новосибирск, пр-т Карла Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), корп. 5, ком. 137 ВЦ, зам. гл. редактора Скибе В.Ю.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РУКОПИСЕЙ

(http://journals.nstu.ru/machine-building/rules)

Текст набирается в русифицированном редакторе *Microsoft Word*; формат **A4** (210×297 мм); ориентация – книжная, все поля 2 см; без переносов; шрифт Times New Roman, размер шрифта основного текста – 14 пт, через 1 интервал, абзацный отступ – 1,25 см, страницы не нумеруются. Рисунки, таблицы, графики, фотографии должны быть включены в текст работы.

Единицы физических величин. При подготовке рукописи необходимо руководствоваться Международной системой единиц (СИ).

Таблицы нумеруются, если их число более одной. Заголовок необходим, когда таблица имеет самостоятельное значение, без заголовка дают таблицы вспомогательного характера.

Математические формулы. Сложные и многострочные формулы должны быть целиком набраны в редакторе формул <u>Microsoft Equation 3.0</u>. Используется только сквозная нумерация.

Рисунки. Рекомендуемые размеры рисунков: 60×150 , 60×70 мм с разрешением не менее **300 dpi**.

Библиографический список, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.05-2008 «Библиографическая ссылка», составляется по ходу упоминания литературы в тексте и приводится в конце рукописи. Ссылки в тексте на литературу даются в квадратных скобках, например [1], [2, 3], [4–7], [4, стр. 23–28].

Англоязычный блок должен включать следующую информацию: Заглавие работы; Фамилию И.О. (всех авторов); Аффилиация всех авторов; Аннотация (Abstract) 100-150 слов; Ключевые слова (Keywords).

Научная публикация должна иметь следующую структуру:

- 1. Заглавие (должно быть как можно короче и отражать содержание текста).
- 2. Аннотация:
 - •на русском языке на основе ГОСТ 7.9-95 сжатый обзор содержания работы (по ГОСТ не менее 10 строк, 850 знаков), указывает на ключевые проблемы, на подход к этим проблемам и на достижения работы; следует применять значимые слова из текста статьи;
 - •на английском языке по объему больше аннотации на русском языке и включает 100 250 слов, рекомендуется следовать хронологии статьи, использовать англоязычную специальную терминологию, не включать несущественные детали и использовать активный, а не пассивный залог, избегать сложных грамматических конструкций (не применимых в научном английском языке).
- 3. Ключевые слова (должны отображать содержание работы). На английском языке использовать термины из контролируемых словарей.
- 4. Введение (краткий обзор по состоянию проблемы с цитатами или ссылками на актуальную литературу; в конце раздела необходимо сформулировать цель или задачу нового исследования и то как вы это сделали).
- 5. **Теория** (для теоретических работ) или **методика** экспериментального исследования (для экспериментальных работ). Следует избегать повторений, излишних подробностей и известных положений, подробных выводов формул и уравнений (приводить лишь окончательные формулы, пояснив, как они получены).
 - 6. Результаты и обсуждение.
 - 7. Выводы (по результатам работы, описанной в данной статье; следует быть лаконичным).
- 8. Список литературы: не менее 15 25 наименований источников (оформлять в соответствии с ГОСТ Р 7.05-2008 «Библиографическая ссылка»). Составляется по ходу упоминания литературы в тексте и приводится в конце рукописи. Ссылки в тексте на литературу даются в квадратных скобках, например [1], [2, 3], [4–7], [4, стр. 23–28]. Внимание авторы, в работе не должно быть более 30 % собственных статей, не менее 50 % литература за последние 10 лет, обязательно включайте иностранные источники (желательно не менее 50 %).
- 9. **Англоязычный блок статьи** подготавливается на следующей странице, сразу же после русскоязычного списка литературы. Правила оформления данного раздела работы представлены ниже.
 - 10. Сведения для РИНЦ (пример оформления представлен ниже).

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ АНГЛОЯЗЫЧНОГО БЛОКА СТАТЬИ В ЖУРНАЛЕ «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

Англоязычная часть статьи должна включать в себя:

Заголовок (Title), переведенный с русского языка. В переводе заглавий статей на английский язык не должно быть никаких транслитераций с русского языка, кроме непереводимых названий собственных имен и др. объектов, имеющих собственные названия; также не используется непереводимый сленг, известный только русскоговорящим специалистам. Это также касается авторских аннотаций и ключевых слов;

Аффилиация (Affiliation).

Для каждого автора указывается: **Фамилия** и первые буквы **Имени** и **Отчества**, **степень**, **звание**, **должность**, **адрес электронной почты** (**e-mail**), адресные данные [**официальное название организации на английском языке, которую он представляет, полный почтовый адрес организации (включая название улицы, город, почтовый индекс, страна)]. Для указания степени, звания и должности можно воспользоваться справочными материалами, представленными на сайте журнала: http://journals.nstu.ru/files/2 4/affiliation.doc;**

Аннотация (Abstract) - по объему больше аннотации на русском языке и включает **100 - 250 слов**, рекомендуется следовать хронологии статьи, использовать англоязычную специальную терминологию, не включать несущественные детали и использовать активный, а не пассивный залог, избегать сложных грамматических конструкций (не применимых в научном английском языке);

Ключевые слова (Keywords);

Информация об источниках финансирования исследования (Funding) (гранты, если необходимо).

Внимание! Авторам запрещается предоставлять переводы заголовков статей, аннотаций, ключевых слов и информации об источниках финансирования, подготовленные с помощью электронных переводных систем (работы с ошибками и некорректным переводом будут отклонены).

ОФОРМЛЕНИЕ АНГЛОЯЗЫЧНОГО БЛОКА СТАТЬИ В ЖУРНАЛЕ «ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ (ТЕХНОЛОГИЯ • ОБОРУДОВАНИЕ • ИНСТРУМЕНТЫ)»

Обращаем внимание наших авторов, что в связи с планируемой подготовкой журнала к включению в международные базы данных библиографического описания и научного цитирования Web of Science и Scopus с 2014 г. существенно изменены правила оформления представляемых рукописей. Главная цель изменений состоит в том, чтобы сделать основные положения и выводы публикуемых в журнале статей доступными для широкой зарубежной аудитории, не владеющей русским языком. Особое значение теперь приобретают англоязычная аннотация к статье (Abstract) и список использованной автором литературы (References), поскольку именно они, а не текст самой статьи, находят отражение в системах Scopus и Web of Science. По своему содержанию и информативности Abstract и References должны привлечь внимание зарубежных читателей к теме статьи. Соответственно, в интересах автора тщательно подойти к подготовке этих блоков статьи и обеспечить их максимально высокое качество.

Англоязычная часть статьи подготавливается на следующей странице, сразу же после *русскоязычного списка литературы* и включается в себя:

• Заголовок (*Title*), переведенный с русского языка. В переводе заглавий статей на английский язык не должно быть никаких транслитераций с русского языка, кроме непереводимых названий собственных имен и др. объектов, имеющих собственные названия; также не используется непереводимый сленг, известный только русскоговорящим специалистам. Это также касается авторских аннотаций и ключевых слов;

• Аффилиация (Affiliation).

Для каждого автора указывается: **Фамилия** и первые буквы **Имени** и **Отчества**, **степень**, **звание**, **должность**, **адрес электронной почты (е-таіl)**, адресные данные [**официальное название организации** на английском языке, которую он представляет, **полный почтовый адрес организации (включая название улицы, город, почтовый индекс, страна)**]. Для указания **степени**, **звания** и **должности** необходимо воспользоваться следующими справочными материалами;

- Аннотация (*Abstract*) по объему больше аннотации на русском языке и включает не менее 250 слов, рекомендуется следовать хронологии статьи, использовать англоязычную специальную терминологию, не включать несущественные детали и использовать активный, а не пассивный залог, избегать сложных грамматических конструкций (не применимых в научном английском языке);
 - Ключевые слова (Keywords);
- Список литературы (*References*). Ссылки на источники в англоязычном списке должны совпадать со ссылками, представленными в русскоязычном списке использованной литературы.

Список всей использованной в статье литературы дается на латинице (источники на англ., фр., нем. и др. языках — в оригинале, русскоязычные источники необходимо транслитерировать и переводить (правила оформления см. ниже)). Для автоматической транслитерации в латиницу рекомендуется обращаться на сайт http://translit.ru (стандарт транслитерации — BSI; настройка перед транслитерацией).

• Информация об источниках финансирования исследования (Funding) (гранты, если необходимо).

Внимание! Авторам запрещается предоставлять переводы заголовков статей, аннотаций, ключевых слов и информации об источниках финансирования, подготовленные с помощью электронных переводных систем (работы с ошибками и некорректным переводом будут отклонены)

Правила подготовки списка литературы в англоязычном блоке статьи*

Списки литературы в российских журналах включают большое разнообразие русскоязычных источников: журналы, материалы конференций, сборники, монографии, патенты, диссертации, отчеты, законы, постановления и пр. Поэтому постоянно возникают вопросы, как готовить для *References* описания этих публикаций.

Для подготовки описания этих видов документов необходимо учитывать тот факт, что эти публикации отсутствуют в системе и не предназначены для установления соответствий между публикациями и ссылками на них. Однако они также должны быть обязательно представлены в романском алфавите. Поэтому их описания можно делать достаточно короткими. Исключение составляют переводные книги, в основном, монографии.

Если готовить ссылки в *References* с пониманием цели их представления в системе, тогда существует ряд правил, выполняя которые можно получить максимальное число связанных с публикациями ссылок в журнале. К таким правилам можно отнести:

- 1) представлять в *References*, вместо русскоязычного варианта описания журнала, описание его переводной версии, которая, скорее всего, будет или уже представлена в *Scopus*;
- 2) так как известно, что описания включаемых в зарубежные индексы цитирования и другие базы данных публикаций даются по их англоязычному блоку, то в самом идеальном случае в *References* можно включать переводное название статьи в том виде, как оно указано в журнале (и потом в базе данных). В таком случае транслитерация заглавия статьи не требуется, но указывается в скобках после ее описания язык публикации (in Russian):
- 3) представлять в *References*, вместо переводного издания книги (монографии), описание оригинальной ее версии, так как индексы цитирования все больше включают книг в свои ресурсы, в т.ч. *Scopus*. Переводная версия может быть также описана, как дополнительные сведения (в скобках), см. пример ниже;
- 4) представление в *References* только транслитерированного (без перевода) описания недопустимо, так как делает такое описание совершенно не читаемым (еще как-то понятным для русскоязычного читателя, но не понятным по содержанию больше никому). Поэтому, если нужно сократить описание, то лучше приводить его переводное описание с указанием в скобках (in Russian). Это в большей степени относится к анонимным (не авторским) произведениям: законодательным, нормативным документам, а также к патентам, диссертациям, отчетам и другим не типичным для индексов цитирования документов;
- 5) при описании изданий без авторов (сборников, коллективных монографий) допускается вместо авторов писать одного, максимум двух редакторов издания;

_

^{*} По материалам работ *О. В. Кирилловой*: 1. Редакционная подготовка научных журналов для включения в зарубежные индексы цитирования: методические рекомендации. М., 2012, 68 с.; 2. Редакционная подготовка научных журналов по международным стандартам. Рекомендации эксперта БД Scopus. М., 2013. Ч. 1. 90 с.

- 6) для неопубликованных документов можно делать самое короткое название с указанием в скобках (unpublished), если оно имеет авторство (для учета ссылок автора), либо просто "Unpublished Source" или "Unpublished Report" и т.д., если авторство в документе отсутствует;
- 7) так как русскоязычные источники трудно идентифицируются зарубежными специалистами, рекомендуется в описаниях оригинальное название источника выделять курсивом, как в большинстве зарубежных стандартов;
- 8) если описываемая публикация имеет doi, его обязательно надо указывать в бибописании в *References*, так как этот идентификатор является наиболее точным источником информации о статье и по нему производится связка "ссылка публикация";
- 9) нежелательно в ссылках делать произвольные сокращения названий источников. Это часто приводит к потере связки, так как название может быть не идентифицировано.
- 10) все основные выходные издательские сведения (в описаниях журнала: обозначение тома, номера, страниц; в описаниях книг: место издания город, обозначение издательства (кроме собственного непереводного имени издательства, оно транслитерируется)) должны быть представлены на английском языке.
- 11) в описаниях русскоязычных учебников, учебных пособий не надо указывать тип изданий. Эта информация в ссылках в данном случае является избыточной.
- 12) в выходных данных публикаций в ссылках (статей, книг) необходимо указывать количество страниц публикации: диапазон страниц в издании указывается "**pp.**" перед страницами; количество страниц в полном издании (книге) указывается как "**p.**" после указания количества страниц;
- 13) перевод заглавия статьи или источника берётся в квадратные скобки; иногда используются круглые скобки, однако, если квадратные скобки используются редко для других целей в описаниях изданий, то круглые скобки могут иметь другое предназначение, поэтому их использование может вызвать путаницу в описаниях;
- 14) одна публикация описывается в списке литературы один раз, независимо от того, сколько раз в тексте публикации был упомянут источник;
- 15) если книга в списке литературы (в любом варианте основном или в *References*) описывается полностью, тогда в бибописании должен быть указан полный объем издания, независимо от того, какие страницы издания были процитированы в тексте; исключение составляют случаи, когда используются отдельные главы из книги; в этом варианте в списке литературы дается описание главы, с указанием страниц "от-до".
- 16) использовать системы автоматического перевода кириллицы в романский алфавит; не делать транслитерацию вручную. Это позволит избежать ошибок транслитерации.

Для транслитерации русских слов целесообразно использование сайта: http://translit.net/

Нужно войти в программу **Translit.net**, включить русский язык, выбрать вариант стандарта транслитерации **BSI (British Standard Institute)**, вставить в нужное поле текст ссылки на русском языке и нажать «в транслит».

Последние два пункта «правил» относятся к процессу составления бибописаний в целом. Ниже приведены примеры ссылок на различные виды публикаций.

Описание статьи из журналов:

Atapin V.G., Skeeba V.Yu. Chislennoe modelirovanie beskarkasnykh arochnykh pokrytii [Numerical simulation of frameless arched covers]. *Obrabotka metallov (tekhnologiya, oborudovanie, instrumenty) = Metal Working and Material Science*, 2012, no. 4(57), pp. 23–27.

Kiselev E.S., Unyanin A.N., Kurzanova Z.S., Kuznetsova M.A. Sovremennye smazochno-okhlazhdayushchie zhidkosti [Modern coolants]. *Vestnik mashinostroeniya = Russian Engineering Research*, 1996, no. 7, pp. 30-34.

Описание статьи из электронного журнала:

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. *Journal of Computer- Mediated Communication*, 1999, vol. 5, no. 2. Available at: http://www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/(Accessed 28 April 2011).

Если статья имеет DOI – обязательно указать его!

Описание статьи с DOI:

Abul'khanov S.R., Goryainov D.S., Skuratov D.L., Shvetsov A.N. Formation of the surface layer in diamond smoothing. *Russian Engineering Research*, 2015, vol. 35, iss. 2, pp. 147-149. doi: 10.3103/S1068798X15020033

Ding H.T., Shin Y.C. Laser-assisted machining of hardened steel parts with surface integrity analysis. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 2010, vol. 50, iss. 1, pp. 106-114. doi:10.1016/j.ijmachtools.2009.09.001

Описание статьи из продолжающегося издания (сборника трудов)

Astakhov M.V., Tagantsev T.V. [Experimental study of the strength of joints "steelcomposite"]. *Trudy MGTU «Matematicheskoe modelirovanie slozhnykh tekhnicheskikh sistem»* [Proceedings of the Bauman MSTU "Mathematical Modeling of Complex Technical Systems"], 2006, no. 593, pp. 125–130. (In Russian)

Описание материалов конференций:

Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z., Muhametshina R.Ju., Chervyakova A.N., Sveshnikov A.V. [Features of the design of field development with the use of hydraulic fracturing]. *Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma "Novye resursosberegayushchie tekhnologii nedropol'zovaniya i povysheniya neftegazootdachi*" [Proceedings 6th International

Symposium "New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact"]. Moscow, 2007, pp. 267–272. (In Russian).

Нежелательно оставлять только переводное название конференции, так как оно при попытке кем-либо найти эти материалы, идентифицируется с большим трудом.

Sen'kin A.V. [Issues of vibration diagnostics of elastic spacecraft]. *Problemy teotrii i praktiki v inzhenernykh issledovaniyakh. Trudy 33 nauchnoi konferentsii RUDN* [Problems of the Theory and Practice of Engineering Research. Proc. Russ. Univ. People's Friendship 33rd Sci. Conf.]. Moscow, 1997, pp. 223-225. (In Russian)

Описание книги (монографии, сборники):

Nenashev M.F. Poslednee pravitel'stvo SSSR [Last government of the USSR]. Moscow, Krom Publ., 1993. 221 p.

Ot katastrofy k vozrozhdeniyu: prichiny i posledstviya razrusheniya SSSR [From disaster to rebirth: the causes and consequences of the destruction of the Soviet Union]. Moscow, HSE Publ., 1999. 381 p.

Lindorf L.S., Mamikoniants L.G., eds. *Ekspluatatsiya turbogeneratorov s neposredstvennym okhlazhdeniem* [Operation of turbine generators with direct cooling]. Moscow, Energiya Publ., 1972. 352 p.

Kanevskaya R.D. *Matematicheskoe modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov razrabotki mestorozhdenii uglevodorodov* [Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development]. Izhevsk, 2002. 140 p.

Izvekov V.I., Serikhin N.A., Abramov A.I. *Proektirovanie turbogeneratorov* [Design of turbo-generators]. Moscow, MEI Publ., 2005, 440 p.

Latyshev V.N. *Tribologiya rezaniya. Kn. 1: Friktsionnye protsessy pri rezanie metallov* [Tribology of Cutting, Vol. 1: Frictional Processes in Metal Cutting], Ivanovo, Ivanovskii Gos. Univ. Publ., 2009. 245 p.

Belousov, A.I., Bobrik, P.I., Rakhman_Zade, A.Z. *Teplovye yavleniya i obrabatyvaemost' rezaniem aviatsionnykh materialov. Trudy MATI* [Thermal Phenomena and the Ease of Cutting of Aviation Materials: Proceedings of the Moscow Aviation Engineering Institute]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1966, no. 64.

Последняя ссылка является не полной. Из нее непонятно, описывается ли книга в целом (монография), выпущенная в серии трудов института, или это статья (в описании без заглавия статьи). Недостает в этом случае указания страниц. Если монография, тогда указывается, сколько всего страниц (235 р.), если статья - диапазон страниц или одна страница (рр. 220-222). Однако в любом случае эта ссылка будет найдена при поиске публикаций авторов.

Описание переводной книги:

Timoshenko S.P., Young D.H., Weaver W. *Vibration problems in engineering*. 4th ed. New York, Wiley, 1974. 521 p. (Russ. ed.: Timoshenko S.P., Iang D.Kh., Uiver U. *Kolebaniya v inzhenernom dele*. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1985. 472 p.).

Brooking A., Jones P., Cox F. *Expert systems. Principles and case studies.* Chapman and Hall, 1984. 231 p. (Russ. ed.: Bruking A., Dzhons P., Koks F. *Ekspertnye sistemy. Printsipy raboty i primery.* Moscow, Radio i sviaz' Publ., 1987. 224 p.).

Если можно выявить оригинал, по которому был сделан перевод книги, тогда полезно описать его как основное название, вместо переводного. Такой вариант описания позволяет найти публикации авторов в действительном представлении их фамилий, а отличии от переводной версии (по все правилам, при переводе описания в латиницу фамилии авторов транслитерируются, что значительно искажает его настоящее написания - пример выше это хорошо демонстрирует).

Когда не удается выявить сведения об оригинальной версии книги, либо переводная версия является, например, сборником из нескольких зарубежных изданий, в основном описании остается переводное издание.

Описание неопубликованного документа:

Latypov A.R., Khasanov M.M., Baikov V.A. Geology and Production (NGT GiD). The Certificate on official registration of the computer program. No. 2004611198, 2004. (In Russian, unpublished).

Pressure generator GD-2M. Technical description and user manual. Zagorsk, Res. Inst. of Appl. Chem. Publ., 1975. 15 p. (In Russian, unpublished).

Описание Интернет-ресурса:

Kondrat'ev V.B. *Global'naya farmatsevticheskaya promyshlennost'* [The global pharmaceutical industry]. Available at: http://perspektivy.info/rus/ekob/globalnaja_farmacevticheskaja_promyshlennost_2011-07-18.html. (accessed 23.06.2013)

APA Style (2011). Available at: http://www.apastyle.org/apa-style-help.aspx (accessed 05.02.2011).

Описание диссертации или автореферата диссертации:

Semenov V.I. *Matematicheskoe modelirovanie plazmy v sisteme kompaktnyi tor*. Diss. dokt. fiz.-mat. nauk [Mathematical modeling of the plasma in the compact torus. Dr. phys. and math. sci. diss.]. Moscow, 2003. 272 p.

Grigor'ev Iu.A. *Razrabotka nauchnykh osnov proektirovaniia arkhitektury raspredelennykh sistem obrabotki dannykh. Diss. dokt. tekhn. nauk* [Development of scientific bases of architectural design of distributed data processing systems. Dr. tech. sci. diss.]. Moscow, Bauman MSTU Publ., 1996. 243 p.

Описание ГОСТа:

GOST 8.586.5-2005. Metodika vypolneniia izmerenii. Izmerenie raskhoda i kolichestva zhidkostei i gazov spomoshch'iu standartnykh suzhaiushchikh ustroistv [State Standard 8.586.5 - 2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices]. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 10 p.

или

State Standard 8.586.5-2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 10 p. (In Russian)

Описание патента:

Palkin M.V., e.a. Sposob orientirovaniiapo krenu letatel'nogo apparata s opticheskoi golovkoi samonavedeniia [The way to orient on the roll of aircraft with optical homing head]. Patent RF, no. 2280590, 2006.

В описании не все авторы, как дано в основном списке литературы. Если работать с *References* добросовестно, тогда можно найти патент и дополнить авторов.

Описание авторского свидетельства (Inventor's Certificate) – аналогично.

Описание анонимных документов:

Russian Pharmaceutical Market. Results of 2010. The Analytical Review. DSM Group, 2011. 74 p. (In Russian)

Current status of the Russian pharmaceutical industry and international experience. Materials for the working group of the Commission for Modernization and Technological Development of Russia's Economy. Available at: http://www.strategy.ru. (In Russian)

Code of Business Conduct of OJSC "LUKOIL". Available at: http://www.lukoil.ru/materials/doc/documents/lukoil corp code.pdf. (In Russian)

RF Federal Law "On Protection of Consumers' Rights" of February 07, 1992 N 2300-1 (as amended by Federal Law of January 09, 1996 N 2 FZ, December 17, 1999 N 212 FZ). (In Russian)

Подписано в печать 10.03.2016. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная. Тираж 100 экз. Уч.-изд. л. 3. Печ. л.3. Изд. № 54. Заказ № 405.

Издательство Новосибирского государственного технического университета 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20. Тел.: (383)-346-31-87.

Отпечатано в типографии Новосибирского государственного технического университета 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

МЕХАНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ НГТУ

Кафедры:

Инженерной графики (ИГ)

Материаловедения в машиностроении (ММ)

Проектирования технологических машин (ПТМ)

Технологии машиностроения (ТМС)

Химии и химической технологии (XXT)

Научная деятельность:

выполнение фундаментальных и прикладных исследований в области:

- создания новых материалов с уникальными свойствами;
- исследования структурных превращений в металлических материалах;
- технологий производства керамики и керамических композитов;
- · исследования процесса образования водорода и нановолокнистого углерода каталитическим разложением углеводородов при давлениях выше атмосферного;
- исследования способов модификации углеродных нанотрубок и нановолокон;
- · управления качеством поверхностного слоя деталей машин при интеграции поверхностной термической и механической обработки на одном технологическом оборудовании;
- технологий плазменного нанесения покрытий на детали машин;
- разработки технологических процессов лазерной и плазменной резки, поверхностной термообработки, сварки, маркировки, а также электрохимической и ультразвуковой обработки;
- разработки опытных образцов установок и модернизации существующего оборудования электрофизических методов обработки.

Производственная деятельность:

- содействие в конструкторско-технологической подготовке производства;
- проектирование технологических процессов;
- услуги по плазменной и лазерной резке материалов;
- услуги гибки листового и трубного проката;
- определение механических свойств, химического состава и структуры материалов;
- услуги механической, термической обработки материалов;
- проектирование и изготовление технологического оборудования с подготовкой требуемой конструкторской документации в NX, SolidWorks, AutoCAD, Компас;
- проведение инженерного анализа конструкторских задач и технологических процессов в программных комплексах ANSYS, SYSWELD, APM WinMachine для оптимизации проектных разработок на ранних стадиях;
- услуги плазменного нанесения покрытий на детали машин;
- технологический аудит предприятий;
- установление причин разрушения деталей машин.

Образовательные услуги:

- курсы повышения квалификации и обучающие семинары для сотрудников предприятий;
- обучение работе на станках с ЧПУ, лазерных и плазменных комплексах.

Центры, лаборатории:

Учебный центр современных металлообрабатывающих технологий «DMG-HГТУ».

Научно-образовательный центр «Сварочные технологии» - «НГТУ- «Kjellberg Finsterwalde».

Научно-образовательный центр «Нанотехнологии».

Научно-образовательный центр «Лазерные и плазменные технологии».

Научно-образовательный центр в области машиностроения «НГТУ-ИТПМ СО РАН».

Учебно-научная лаборатория «Термическая обработка материалов».

Учебно-научная лаборатория «Плазменные покрытия».

Центр прототипирования.

Адрес:

630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, корп. 5, НГТУ, МТФ, V-278.

Тел./факс: +7 (383) 346-51-92

Сайт факультета: http://www.mtf.nstu.ru/

Декан МТФ: к.т.н., доцент Янпольский Василий Васильевич e-mail: mtf@corp.nstu.ru

БРАБОТКА ISSN 1994-6309 ТЕХНОЛОГИЯ ОБОРУДОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

http://journals.nstu.ru/obrabotka metallov metal working@mail.ru



Организатор международных выставок и конференций



ITE Сибирь В составе группы компаний ІТЕ

http://www.ite-siberia.ru/ welcome@sibfair.ru



Выставка оборудования для металлообработки и сварки

Россия, Новосибирск

www.mashex-siberia.ru