

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института автоматике
и электрометрии СО РАН
академик РАН



А.М. Шалагин

2014 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

о диссертации Алямкина Сергея Анатольевича «Классификация объектов в сейсмической системе обнаружения с учетом параметров их движения», представляемой на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

(Выписка из протокола семинара «Информационные технологии и системы» от 19 мая 2014 г.)

Присутствовали:

д.т.н.	Потатуркин О.И. (председатель семинара)
д.т.н.	Лихачев А.В. (секретарь семинара)
д.т.н.	Золотухин Ю.Н.
д.т.н.	Нежевенко Е.С.
д.т.н.	Резник А.Л.
д.т.н.	Соболев М.А.
д.т.н.	Лабусов В.А.
д.т.н.	Кириянов В.П.
к.т.н.	Дашевский О.Ю.
к.т.н.	Зюбин В.Е.
к.т.н.	Борзов С.М.
к.т.н.	Иванов В.А.
к.т.н.	Козик В.И.
к.т.н.	Косых В.П.
к.т.н.	Ян А.П.
к.т.н.	Бессмельцев В.П.
к.т.н.	Куликов В.А.
к.т.н.	Мальцев А.С.
к.т.н.	Филиппов М.Н.

и другие сотрудники ИАиЭ СО РАН – всего 24 человека.

Слушали: Доклад Алямкина С.А. по материалам диссертации «Классификация объектов в сейсмической системе обнаружения с учетом параметров их движения», представляемой на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Рецензентом работы выступил д.т.н. Резник А.Л. В обсуждении работы приняли участие д.т.н. Золотухин Ю.Н., д.т.н. Потатуркин О.И., д.т.н. Лабусов В.А., д.т.н. Резник А.Л., к.т.н. Зюбин В.Е., к.т.н. Косых В.П.

Рецензент отметил, что необходимо уделить особое внимание литературному обзору, выделить то, что было известно до начала работы над диссертацией; О.И. Потатуркин порекомендовал акцентировать внимание на научной составляющей работы и наиболее значимых результатах, полученных в ходе ее выполнения; В.Е. Зюбин отметил, что необходимо более внимательно отнестись к форме презентации. Ю.Н.Золотухин отметил, что нужно четко определить ограничения применимости метода сопровождения объекта. В.А. Лабусов отметил недостаточную четкость методики определения радиусов пеленгации и обнаружения объектов.

Постановили:

Принять следующее заключение по диссертации С.А. Алямкина «Классификация объектов в сейсмической системе обнаружения с учетом параметров их движения»:

1. В настоящее время при охране особо важных объектов получили широкое применение сейсмические системы обнаружения (ССО), в которых регистрируются и затем обрабатываются сейсмические сигналы, генерируемые при движении объекта по поверхности земли. Сейсмические датчики являются основой ССО, их работа обусловлена алгоритмической селективностью, обусловленной различиями характеристик шумовых и целевых сигналов. Основными преимуществами сейсмических датчиков являются пассивный принцип функционирования (отсутствие собственного излучения), возможность скрытой установки (в грунт). За счет пассивности функционирования сейсмические средства обнаружения не выявляются электронными средствами разведки, а также обладают большой длительностью автономной работы по сравнению с датчиками, основанными на других физических принципах. Сейсмический датчик является автоматизированной бинарной (да – нет) системой распознавания образов. Основными тактико-техническими характеристиками (ТТХ) являются вероятность распознавания объектов классов «Пешеход», «Автомобиль», «Группа», «Животное» и время наработки на

ложную тревогу. Улучшение ТТХ достигается за счет разработки новых подходов к обработке сейсмических сигналов. Несмотря на то, что такие алгоритмы разрабатываются в мире с начала 70-х годов, их эффективность остается недостаточно высокой.

Среди задач, решаемых в ССО, стоит отдельно выделить задачу определения местоположения нарушителя и анализа его траектории движения. Решение данной задачи основано на синхронной обработке сигналов с нескольких сейсмоприемников, разнесенных в пространстве. Применительно к задаче распознавания, траектория и скорость объекта являются дополнительными признаками, которые должны позволить улучшить ТТХ ССО.

Таким образом, актуальность работы обусловлена недостаточной эффективностью имеющихся методов распознавания объектов в ССО.

2. Диссертационная работа выполнялась в процессе обучения соискателя в аспирантуре Института автоматики и электрометрии СО РАН

3. Основные научные результаты, полученные Алямкиным С.А. в рамках диссертационной работы:

- Для разработки методов пеленгования и классификации объектов в ССО создана база данных сейсмических записей с 31 полигона, всего > 400 записей, суммарная длительность > 200 часов.
- Разработан метод пеленгования движущегося объекта на основе расчета клиппированной функции взаимной корреляции с разнесенных в пространстве сейсмоприемников. СКО не превышает 7° для пешехода на дальности до 50 м и для автомобиля до 100м, в условиях ограниченного числа сейсмоприемников и вычислительных ресурсов
- Предложен метод пеленгования нескольких движущихся объектов путем сужения диаграммы направленности, полученным при помощи синтеза апертуры.
- Предложен метод выделения импульсов в сейсмическом сигнале на основе вейвлет фильтрации
- Проведен сравнительный анализ фильтра Калмана, расширенного фильтра Калмана и фильтра частиц применительно к решению задачи уточнения траектории движения объекта в условиях ограниченного числа сейсмических пеленгующих датчиков. Показано, что при использовании расширенного фильтра Калмана и фильтра частиц величина максимальной ошибки уменьшается с 51 до 5 метров, а величина СКО по всей траектории уменьшается с 10 до 1 метра.
- Впервые поставлена и решена задача классификации объектов в ССО на основе характеристик сейсмического сигнала и параметров движения объекта, что позволило увеличить статистическую вероятность правильной классификации объектов классов: «Пешеход» с 90% до

95%, «Автомобиль» - с 94% до 100%, а также классифицировать классы объектов: «Группа» - с относительной частотой 88%, «Животное» - 87%. Общая относительная частота правильной классификации объектов составила 94%.

4. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, обоснованы результатами экспериментальных исследований на реальных данных. Достоверность основных результатов и выводов диссертации Алямкина С.А. подтверждается их согласованностью с существующими теоретическими представлениями и работами других авторов,

Новизна научных результатов, полученных в диссертации Алямкина С.А., подтверждается публикациями в рецензируемых отечественных и зарубежных журналах, докладами на российских и международных конференциях.

Практическая значимость работы подтверждена положительным эффектом, достигнутым при обработке реальных натуральных записей, полученных в рамках данной работы.

Научные и практические результаты были применены в исследовательских и опытно-конструкторских работах, проводившихся в ООО «Унискан» в 2010-2013 годах. Актом внедрения подтверждается, что результаты работы использованы при разработке сейсмических датчиков комплекса «Радиобарьер» - изделия, серийно выпускаемого ООО «Унискан» (г. Новосибирск). Разработанный метод уточнения траектории движения позволяет существенно снизить ошибку сопровождения объекта. Разработанный метод классификации объектов позволяет классифицировать новые классы объектов: «Группа», «Животное» и увеличивает статистическую вероятность правильной классификации объектов.

Качество оформления диссертации хорошее, стиль и язык изложения позволяют в полной мере ознакомиться с результатами исследования автора.

5. Результаты диссертации докладывались на трех международных, всероссийских и региональных научных конференциях:

- 3-я Российской конференция с международным участием «Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения» (УКИ-12) (г. Москва, Россия, 16-19 апреля 2012).
- XLV111 Международная научная студенческая конференция "Студент и научно-технический прогресс" 2010г. Новосибирск
- DSPA-2013 (г. Москва, Россия, 21-24 марта 2013).

Основные результаты опубликованы в следующих работах:

1. С. А. Алямкин, Е. С. Нежевенко. - Восстановление траектории движущегося объекта в сейсмической системе обнаружения при ограниченном количестве датчиков. // Автоматика и телемеханика. -2014. - №2. С. 31–39.

2. С.А. Алямкин, С.И. Еременко - Алгоритм распознавания пешехода на основе анализа автокорреляционной функции сейсмического сигнала. //Автометрия.- 2011.- №2(47). С.26-32.
3. С.А. Алямкин, Е.С. Нежевенко.- Сопровождение нескольких объектов в сейсмических системах обнаружения // Автометрия.- 2013.- №2(49). С.49-56.
4. С.А. Алямкин, Е.С. Нежевенко.- Сравнительный анализ фильтра Калмана и фильтра частиц при решении задачи сопровождения объекта в сейсмической системе обнаружения // Автометрия.- 2014.- №1. С.66-73.
5. С.А. Алямкин, С.И. Еременко, Е.С. Нежевенко - Алгоритм восстановления траектории движущегося объекта в сейсмической системе обнаружения // Труды и пленарные доклады участников 3-й Российской конференции с международным участием «Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения» (УКИ-12) (г. Москва, Россия, 16-19 апреля 2012).
6. С.А. Алямкин - “Пеленгация источника сейсмоколебаний” - Материалы XLV111 Международной научной студенческой конференции "Студент и научно-технический прогресс" 2010г. Новосибирск
7. 3. С.А. Алямкин - “Распознавание автомобильной техники на основе анализа сейсмического сигнала” – труды DSPA-2013

Таким образом, по теме диссертации автором опубликовано 7 научных работ в специализированных научных журналах и в рецензируемых трудах всероссийских и международных конференций, в том числе 4 работы — в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

6. Личный вклад автора включает в себя разработку и реализацию программного обеспечения для сравнительного анализа методов пеленгования и классификации объектов, теоретическое обоснование метода синтеза апертуры для широкополосных источников, разработку метода классификации объектов с учетом траектории их движения. Постановка задач осуществлялась коллективом исполнителей при непосредственном участии соискателя.

При выполнении диссертационной работы Алямкин С.А. проявил себя сложившимся научным работником, способным ставить и решать сложные задачи и проводить исследования на высоком научном уровне.

Научный руководитель д.т.н. Нежевенко Е. С. отметил существенный личный вклад Алямкина С.А. в получении изложенных в диссертационной работе результатов, самостоятельность и инициативу при постановке и решении научных задач, его высокую квалификацию.

7. На основе вышеизложенного семинар постановил считать диссертационную работу Алямкина С.А. «Классификация объектов в

сейсмической системе обнаружения с учетом параметров их движения» удовлетворяющей требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, и рекомендовать ее к защите по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Председатель семинара
д.т.н.



Потатуркин О.И.

Секретарь семинара
д.т.н.



Лихачев А.В.