

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

В.А. Громов

**КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ И РАДИОМОНИТОРИНГА**

Методические указания по выполнению лабораторных работ для
обучающихся технических направлений подготовки и специальностей

Томск
2025

УДК 621.396.67
ББК 32.95
Г 874

Рецензент:

Захаров Ф.Н., доцент кафедры радиотехнических систем ТУСУР,
канд. техн. наук

Громов, Вячеслав Александрович

Г 874 Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга: методические указания по выполнению лабораторных работ для обучающихся технических направлений подготовки и специальностей / В.А. Громов. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2025. – 13 с.

Настоящие методические указания составлены с учетом требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования, основных профессиональных образовательных программ для обучающихся по техническим направлениям подготовки и специальностям.

Методические указания содержат общие требования, информацию о материально-техническом обеспечении лабораторных работ, перечень лабораторных работ, краткие указания по выполнению лабораторных работ, указания по сдаче и приему результатов выполнения работ. Предназначены для обучающихся и преподавателей по дисциплинам «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга», «Космические системы радиомониторинга», «Радиотехнические системы мониторинга».

Одобрено на заседании каф. РТС протокол № 7 от 17.04.2024 г.

УДК 621.396.67
ББК 32.95

© Громов В.А., 2025
© Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2025

Содержание

Введение.....	4
1 Общие требования.....	5
2 Материально-техническое обеспечение лабораторных работ.....	6
3 Прием результатов выполнения лабораторных работ.....	7
4 Темы лабораторных работ.....	8
5 Вопросы для самоконтроля.....	10
Заключение	12
Список литературы	13

Введение

Дисциплины «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга», «Космические системы радиомониторинга», «Радиотехнические системы мониторинга» играют важную роль в формировании общепрофессиональных и профессиональных знаний в предметной области. Изучение дисциплин имеет цель формирование знаний основных понятий и принципов функционирования радиотехнических систем мониторинга источников радиоизлучения, построения и функционирования космических радиотехнических комплексов, способами оптимизации радиоэлектронных систем космических комплексов, освоение методов и инструментов для оценивания параметров сигнала источников радиоизлучения и их местоположения.

Лабораторные работы обеспечивают возможность получить практические навыки работы в прикладных программах математического моделирования для задач оценки параметров сигнала источников радиоизлучения и пеленга на них, закрепить знания, полученные в лекционной части дисциплины.

1 Общие требования

Лабораторные работы, предусмотренные настоящими указаниями, выполняются во время аудиторных занятий индивидуально под контролем со стороны преподавателя. Все консультации осуществляются преподавателем. Если обучающейся не удается выполнить задание, то ему следует доделать задание во внеаудиторное время в часы самостоятельной работы.

Перед началом занятий обучающиеся должны изучить инструкцию по охране труда. Преподаватель должен убедиться в знании инструкции, задавая обучающемуся вопросы по ее содержанию, после чего сделать соответствующую запись в журнале охраны труда.

Во время проведения лабораторных работ в аудитории обучающимся запрещается передавать друг другу файлы и другие материалы, являющиеся результатом выполнения заданий.

Обучающийся имеет право:

- Выходить из аудитории (лаборатории) не спрашивая разрешения у преподавателя.
- Самостоятельно распределять аудиторное время, определяя необходимость перерыва или непрерывной работы.
- Просить консультации у преподавателя, если он в текущий момент не распределяет задания, не принимает выполненные работы и не консультирует другого обучающегося.

Преподаватель, давая консультацию обучающемуся, указывает раздел технической документации или методической литературы, в которой имеется ответ на вопрос обучающегося. Если необходимые сведения в документации и литературе отсутствуют, то преподаватель должен дать устные пояснения или продемонстрировать практические действия, приводящие к требуемому результату, с последующим повторением обучающимся.

Консультации, выдача лабораторных заданий и прием результатов выполнения осуществляется во время аудиторных занятий либо через электронную информационно-образовательную среду. Задания выполняются последовательно. Правильное выполнение некоторых заданий возможно только, если обучающийся корректно выполнил предыдущие задания. Поэтому приступать к следующему заданию обучающийся может, только сдав преподавателю результат выполнения предыдущего.

2 Материально-техническое обеспечение лабораторных работ

Для проведения занятий лабораторного типа необходима учебная аудитория со следующим оборудованием:

- Телевизор-экран / проектор и экран / доска маркерная / доска интерактивная;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя;
- Персональные компьютеры с выходом в Интернет (для преподавателя и обучающихся);
- Программное обеспечение: Microsoft Windows / Linux / Android, MATLAB / Scilab / Octave или их аналоги.

Размещение и освещенность рабочих мест в учебной аудитории (лаборатории) должно удовлетворять действующим требованиям санитарных правил и норм (СанПиН).

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

3 Прием результатов выполнения лабораторных работ

Результаты выполнения лабораторных работ представляются преподавателю в виде письменного отчета, содержащего описание ходы выполнения лабораторных работ и выводы по проделанной работе.

Во время приема выполненной работы преподаватель вправе:

- Требовать демонстрации выполненного задания в виде файлов, текстов, таблиц, мнемосхем, рисунков, в том числе, по возможности и необходимости, в бумажном письменном или распечатанном виде, либо в электронном виде (при размещении результатов выполнения заданий в системе Moodle).

- Требовать от обучающегося самостоятельного выполнения заданий лабораторных работ.

- Требовать у обучающегося пояснений по алгоритмам работы.

Задание считается выполненным и принимается преподавателем только в том случае, если реализованы все задачи, предусмотренные заданием на лабораторную работу. Если эти условия не выполняются, то результат выполнения подлежит доработке. Обучающийся должен работать над заданием максимально самостоятельно, использовать все предусмотренные в лабораторной работе средства. До конца семестра обучающийся должен сдать результаты выполнения всех лабораторных работ, предусмотренных настоящими указаниями. В противном случае обучающийся до аттестации не допускается.

4 Темы лабораторных работ

Для изучения дисциплин «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга», «Космические системы радиомониторинга», «Радиотехнические системы мониторинга» используются электронные обучающие курсы по технологии веб-поддержка. Курс содержит материалы для лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы (пример курса: <https://sdo.tusur.ru/course/view.php?id=6132>).

Лабораторная работа №1 – Оценка частоты радиосигнала

Цель работы: освоить методику оценки несущей частоты произвольного радиосигнала.

Теоретический материал для этого занятия приведен в тематическом разделе электронного курса.

Задание: оценить несущую частоту произвольного радиосигнала, написать программу в среде MATLAB / Scilab / Octave (либо использовать любую альтернативную среду математического моделирования / программирования).

Исходные данные в тематическом разделе электронного курса:

- указания по выполнению работы,
- порядок выполнения работы,
- ход выполнения работы,
- файл с данными о сигнале,
- частота дискретизации в МГц,
- частота гетеродина в МГц (формула получения промежуточной частоты $F_{пч}=F_{сигн}-F_{гет}$).

- содержание отчета.

Форма представления результата: загрузить файл с отчетом о выполнении работы в электронный курс в ответ на задание.

Лабораторная работа №2 – Оценка разности моментов прихода радиосигнала в разнесенные пункты

Цель работы: освоить методику оценивания разности моментов прихода радиосигнала в разнесенные пункты.

Теоретический материал для этого занятия приведен в тематическом разделе электронного курса.

Задание: оценить разность моментов прихода радиосигнала в разнесенные пункты, написать программу в среде MATLAB / Scilab / Octave (либо использовать любую альтернативную среду математического моделирования / программирования).

Исходные данные в тематическом разделе электронного курса:

- указания по выполнению работы,
- порядок выполнения работы,
- ход выполнения работы,
- файл с данными о сигнале,
- частота дискретизации в МГц,
- частота гетеродина в МГц (формула получения промежуточной частоты $F_{пч}=F_{сигн}-F_{гет}$).

- содержание отчета.

Форма представления результата: загрузить файл с отчетом о выполнении работы в электронный курс в ответ на задание.

Лабораторная работа №3 – Оценка пеленга («фазовый метод»)

Цель работы: освоить методику оценивания направления прихода радиоволны сигнала (пеленг), используя информацию о фазе сигналов.

Теоретический материал для этого занятия приведен в тематическом разделе электронного курса.

Задание: оценить направление прихода радиоволны сигнала (пеленг), написать программу в среде MATLAB / Scilab / Octave (либо использовать любую альтернативную среду математического моделирования / программирования).

Исходные данные в тематическом разделе электронного курса:

- указания по выполнению работы,
- порядок выполнения работы,
- ход выполнения работы,
- файл с данными о сигнале,
- частота дискретизации в МГц,
- содержание отчета.

Форма представления результата: загрузить файл с отчетом о выполнении работы в электронный курс в ответ на задание.

Лабораторная работа №4 – Оценка пеленга («временной метод»)

Цель работы: освоить методику оценивания направления прихода радиоволны сигнала (пеленг), используя информацию о времени прихода сигнала.

Теоретический материал для этого занятия приведен в тематическом разделе электронного курса.

Задание: оценить направление прихода радиоволны сигнала (пеленг), написать программу в среде MATLAB / Scilab / Octave (либо использовать любую альтернативную среду математического моделирования / программирования).

Исходные данные в тематическом разделе электронного курса:

- указания по выполнению работы,
- порядок выполнения работы,
- ход выполнения работы,
- файл с данными о сигнале,
- частота дискретизации в МГц,
- содержание отчета.

Форма представления результата: загрузить файл с отчетом о выполнении работы в электронный курс в ответ на задание.

5 Вопросы для самоконтроля

1. Что означает понятие радиомониторинг?
 1. Деятельность по изучению радиосигналов.
 2. Деятельность по определению местоположения источников радиоизлучений.
 3. Деятельность по контролю радиобстановки.
 4. Деятельность по изучению и контролю радиообстановки.
2. Что понимают под производительностью средств радиомониторинга?
 1. Скорость записи радиосигналов в память ЭВМ.
 2. Ширину диапазона частот одновременного анализа спектра.
 3. Количество обнаруженных источников радиоизлучений за единицу времени.
 4. Ширину полосы частот, исследованную за единицу времени.
3. Что называется девиацией частоты сигнала?
 1. Разность между начальной и конечной частотой в спектре.
 2. Наибольшее отклонение частоты от ширины спектра.
 3. Наибольшее отклонение частоты от начальной частоты спектра.
 4. Наибольшее отклонение частоты от среднего значения частоты.
4. Что называется мгновенной частотой сигнала?
 1. Скорость следования периодов сигнала.
 2. Скорость изменения амплитуды спектра.
 3. Скорость изменения несущей частоты сигнала.
 4. Скорость изменения фазы сигнала.
5. Что называется пеленгатором?
 1. Устройство, которое измеряет высоту источника радиоизлучения над уровнем моря.
 2. Устройство, которое измеряет расстояние до источника радиоизлучения.
 3. Устройство, которое измеряет скорость источника радиоизлучения.
 4. Устройство, которое измеряет угол прихода радиоволн.
6. Каким образом измеряют ширину спектра радиосигнала?
 1. По отношению начальной и конечной частоты в спектре.
 2. По отношению мощностей.
 3. По отношению амплитуд соседних гармоник.
 4. По максимальной спектральной плотности мощности.
7. Какой метод пассивного определения координат существует?
 1. Импульсный.
 2. Непрерывный.
 3. Синфазный.
 4. Дальномерный.
8. Какие виды наземных источников радиоизлучения бывают?
 1. Акустические системы зондирования.
 2. Спутниковые наземные приемники.
 3. Системы радиомониторинга.
 4. Средства радиосвязи.
9. Каково основное назначение космической системы радиомониторинга?
 1. Дистанционное зондирование земной поверхности.
 2. Создание навигационных карт местности.
 3. Создание метеорологических карт местности.
 4. Непрерывное наблюдение и контроль радиоэлектронной обстановки.

10. От чего в большей степени зависит погрешность угломерного метода определения координат?

1. Отношение сигнал/шум.
2. Частота сигнала источника радиоизлучения.
3. Скорость носителя источника радиоизлучения.
4. Дальность до источника радиоизлучения.

11. Какие параметры/факторы влияют на точность измерения времени задержки прихода сигнала зависит от?

1. Отношение сигнал/шум.
1. Синхронизация шкалы времени.
2. Величина доплеровского смещения частоты сигнала.
3. Отношение разности фаз принимаемых сигналов.

13. По какому параметру взаимно-корреляционной функции (ВКФ) определяют разность моментов прихода сигналов в разнесенные пункты?

1. Максимум ВКФ.
2. Минимум ВКФ.
3. Максимум модуля ВКФ.
4. Минимум модуля ВКФ.

Заключение

Изучение методических указаний к лабораторным работам по дисциплине способствует успешному освоению обучающимися методов и инструментов, способствующих развитию общепрофессиональных и профессиональных знаний.

В целом, дисциплина направлена на формирование знаний основных понятий и принципов функционирования радиотехнических систем мониторинга источников радиоизлучения, построения и функционирования космических радиотехнических комплексов, способами оптимизации радиоэлектронных систем космических комплексов, освоение методов и инструментов для оценивания параметров сигнала источников радиоизлучения и их местоположения.

Настоящие методические указания составлены на основании действующих нормативных документов. В случаях, не предусмотренных настоящими методическими указаниями, обучающиеся и преподаватели руководствуются законодательством РФ, нормативными актами Министерства науки и высшего образования РФ, уставом ТУСУРа и другими локальными нормативными актами ТУСУРа.

Список литературы

1. Электронный обучающий курс по «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга». [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://sdo.tusur.ru/course/view.php?id=6132> (дата обращения: 15.04.2025).
2. Рембовский, А. М. Радиомониторинг: задачи, методы, средства: учебное пособие / А. М. Рембовский, А. В. Ашихмин, В. А. Козьмин; под редакцией А. М. Рембовского. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Горячая линия-Телеком, 2012. – 640 с. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5188> (дата обращения: 15.04.2025).
3. Сайт Главного радиочастотного центра (ФГУП «ГРЧЦ»). [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.grfc.ru/grfc/> (дата обращения: 15.04.2025).
4. Радиолокационные системы землеобзора космического базирования / В. С. Верб, и др. ; Ред. В. С. Верб. – М. : Радиотехника, 2010. – 680 с.
5. Феоктистов А. А., Захаров А. И., Денисов П. В., Гусев М. А. Спутниковый радиолокационный мониторинг деформаций земной поверхности в зоне землетрясения с использованием данных наземных GPS-измерений // Сибирский аэрокосмический журнал. 2013. №5 (51). [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sputnikovyy-radiolokatsionnyy-monitoring-deformatsiy-zemnoy-poverhnosti-v-zone-zemletryaseniya-s-ispolzovaniem-dannyh-nazemnyh-gps> (дата обращения: 15.04.2025).
6. Дистанционное зондирование Земли: учебное пособие / В. М. Владимиров, Д. Д. Дмитриев, В. Н. Тяпкин, Ю. Л. Фатеев. – Красноярск: СФУ, 2014. – 196 с. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64590> (дата обращения: 15.04.2025).
7. Образовательный стандарт вуза ОС ТУСУР 01-2021. Работы студенческие по направлениям подготовки и специальностям технического профиля. Общие требования и правила оформления от 25.11.2021. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://regulations.tusur.ru/documents/70> (дата обращения: 15.04.2025).
8. Организация самостоятельной работы: учебно-методическое пособие / Д. О. Ноздреватых, Б. Ф. Ноздреватых – 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7867> (дата обращения: 15.04.2025).