

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 практических работ для
обучающихся технических направлений подготовки и специальностей

Томск
2025

УДК 621.396.67
ББК 32.95
Г 874

Рецензент:

Аникин А.С., доцент кафедры радиотехнических систем ТУСУР,
канд. техн. наук

Громов, Вячеслав Александрович

Г 874 Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга: методические указания по выполнению практических 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 информацию о материально-техническом обеспечении практических занятий, перечень заданий для практических занятий, краткие указания по выполнению заданий, указания по сдаче и приему результатов выполнения заданий. 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 Материально-техническое обеспечение практических занятий.....	5
2 Прием результатов выполнения практических заданий.....	6
3 Задания для практических занятий.....	7
4 Вопросы для самоконтроля	9
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.

Практические задания обеспечивают возможность получить практические навыками работы в прикладных программах математического моделирования для задач оценки параметров сигнала источников радиоизлучения и их местоположения, закрепить знания, полученные в лекционной части дисциплины.

Практические задания, 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 практических занятий в аудитории обучающимся запрещается передавать друг другу файлы и другие материалы, являющиеся результатом выполнения заданий. Обучающийся имеет право 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 практических 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.

1 Материально-техническое обеспечение практических занятий

Для проведения занятий практического 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 студентов);
- 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.

При занятиях с обучающимися с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с нарушениями зрениями предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

2 Прием результатов выполнения практических заданий

Результаты выполнения практических заданий демонстрируются преподавателю. Во время приема выполненной работы преподаватель вправе:

- требовать у обучающегося демонстрации выполненного задания в виде файлов, таблиц, рисунков, графиков или диаграмм.
- требовать у обучающегося пояснений, относящихся к способам реализации задания.

Также результаты выполнения практических заданий могут быть приняты преподавателем через электронную информационно-образовательную среду в асинхронном режиме.

Задание считается выполненным и принимается преподавателем только в том случае, если получены все результаты, предусмотренные заданием. Если какие-то результаты, предусмотренные заданием, не получены или неверны, то задание подлежит доработке.

Обучающийся должен работать внимательно и аккуратно. Подлежат обязательному исправлению замеченные преподавателем недочеты:

- грамматические ошибки;
- небрежное оформление рисунков, графиков, структур, схем;
- неточности в описаниях, структурах, схемах.

Результаты выполнения заданий сохраняются обучающимся в электронном виде (файлы) и загружаются в электронную информационно-образовательную среду (электронный курс/журнал).

До начала промежуточной аттестации обучающийся должен сдать результаты выполнения всех практических заданий, предусмотренных настоящими указаниями. В противном случае обучающийся до аттестации не допускается.

3 Задания для практических занятий

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 и самостоятельной работы (пример курса: <https://sdo.tusur.ru/course/view.php?id=6132>).

Тема занятия 1 – Построение графика спектра произвольного радиосигнала

Цель занятия: освоить методику построения графика спектра произвольного радиосигнала.

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

Задание: построить график спектра произвольного радиосигнала в среде MATLAB / Scilab / Octave (либо использовать любую альтернативную среду математического моделирования / программирования).

Исходные данные: теоретический материал; указания по выполнению задания, статья «Exact Signal Measurements using FFT Analysis» в тематическом разделе электронного курса.

Форма представления результата: загрузить файл с ответом в электронный курс в ответ на задание.

Тема занятия 2 – Оценка центральной частоты сигнала

Цель занятия: освоить методику оценки центральной частоты радиосигнала.

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

Задание: оценить центральную частоту произвольного радиосигнала (с шумами) в среде MATLAB / Scilab / Octave (либо использовать любую альтернативную среду математического моделирования / программирования).

Исходные данные: материалы для изучения в тематическом разделе электронного курса.

Форма представления результата: загрузить файл с ответом в электронный курс в ответ на задание.

Тема занятия 3 – Оценка центральной частоты сигнала

Цель занятия: освоить методику оценки центральной частоты полосового радиосигнала.

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

Задание: оценить центральную частоту полосового радиосигнала (с шумами) в среде MATLAB / Scilab / Octave (либо использовать любую альтернативную среду математического моделирования / программирования).

Исходные данные: материалы для изучения в тематическом разделе электронного курса.

Форма представления результата: загрузить файл с ответом в электронный курс в ответ на задание.

Тема занятия 4 – Способы увеличения точности оценки центральной частоты сигнала

Цель занятия: изучить способы увеличения точности оценки центральной частоты сигнала.

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

Задание: исследовать некоторые способы увеличения точности оценки центральной частоты сигнала.

Исходные данные: материал для изучения в тематическом разделе электронного

курса.

Форма представления результата: загрузить файл с ответом в электронный курс в ответ на задание.

Тема занятия 5 – Измерение параметров радиосигналов

Цель занятия: освоить методику измерения параметров радиосигналов.

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

Задание: оценить центральную частоту и относительную мощность сигнала радиостанции FM диапазона с помощью анализатора спектра, сравнить результаты измерений с исходными данными.

Исходные данные: материал для изучения в тематическом разделе электронного курса, список радиостанций с частотами (в МГц), анализатор спектра.

Форма представления результата: загрузить файл с ответом в электронный курс в ответ на задание.

Тема занятия 6 – Оценка погрешности при использовании угломерного метода определения координат

Цель занятия: освоить методику оценки погрешности при использовании угломерного метода определения координат.

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

Задание: оценить погрешность при использовании угломерного метода определения координат в среде MATLAB / Scilab / Octave (либо использовать любую альтернативную среду математического моделирования / программирования).

Исходные данные: материал для изучения в тематическом разделе электронного курса.

Форма представления результата: загрузить файл с ответом в электронный курс в ответ на задание.

Тема занятий 7-9 – Влияние условий и радиотехнических характеристик системы дистанционного зондирования на ее тактико-технические характеристики

Цель занятий: изучить/исследовать влияние условий и радиотехнических характеристик системы дистанционного зондирования на ее тактико-технические характеристики.

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

Задание: в среде MATLAB / Scilab / Octave (либо использовать любую альтернативную среду математического моделирования / программирования) построить зависимости/графики изменения одного радиотехнического параметра/характеристики от другого. Выполнить анализ полученных результатов. Сделать выводы.

Исходные данные: материал для изучения в тематическом разделе электронного курса.

Форма представления результата: загрузить файл с ответом в электронный курс в ответ на задание.

4 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 методы 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. Отношения сигнал/шум.
 2. Частоты.
 3. Скорости.
 4. Дальности.
11. Что понимают под радиометрическим разрешением РСА?
1. Способность различать объекты с разной отражающей способностью.
 2. Отношение силы света, излучаемого поверхностью, к площади ее проекции на плоскости.
 3. Величина, определяющая количество точек на единицу площади.
 4. Величина, определяющая количество точек на единицу площади.
12. Что понимают под дистанционным зондированием Земли?
1. Определение направления на наземные объекты.
 2. Наблюдение поверхности Земли различными видами съёмочной аппаратуры.
 3. Определение расстояния до наземных объектов.
 4. Наблюдение объектов в радиодиапазоне волн.
13. Какая основная цель у космических систем дистанционного зондирования Земли?
1. Локализация ИРИ.
 2. Обеспечение спутниковой связи.
 3. Обеспечение навигации потребителей.
 4. Наблюдение за земной и морской поверхностью.
14. Какой вид сигнала используют космические радиолокаторы землеобзора?
1. Случайный.
 2. Частотный.
 3. Фазовый.
 4. Импульсный.
15. Как частота волны влияет на ее проникающую способность?
1. Чем выше частота, тем лучше проникающая способность.
 2. Чем выше частота, тем хуже проникающая способность.
 3. Практически не влияет.
 4. С уменьшением частоты проникающая способность ухудшается.
16. Как частота сигнала влияет на разрешающую способность РСА?
1. Чем выше частота, тем выше разрешающая способность.
 2. Чем выше частота, тем хуже разрешающая способность.
 3. Практически не влияет.
 4. Чем ниже частота, тем лучше разрешающая способность.
17. Какие диапазоны радиочастот не используют в РСА?
1. УВЧ.
 2. СВЧ.
 3. ОВЧ.
 4. НЧ.
18. По каким принципам на РЛИ обнаруживают/различают объекты?
1. По превышению мощности отраженного сигнала над окружающим фоном.
 2. По превышению мощности отраженного спекл-шума над окружающим фоном.
 3. По глубине проникновения волн в поверхность.
 4. По величине поворота плоскости поляризации отраженной волны.
19. Чем определяется величина неровности поверхности при отражении волны?
1. Длиной волны и углом падения.

2. Поляризацией волны и углом падения.
 3. Диэлектрическими свойствами поверхности.
 4. Только углом падения волны.
20. Какой диапазон радиоволн волн отражается от водной поверхности?
1. УВЧ.
 2. СВЧ.
 3. ОВЧ.
 4. Все диапазоны.
21. Как длина волны влияет на коэффициент затухания в разных средах?
(подповерхностное зондирование)
1. При увеличении длины волны коэффициент затухания увеличивается.
 2. При увеличении длины волны коэффициент затухания уменьшается.
 3. Не влияет.
 4. При уменьшении длины волны коэффициент затухания уменьшается.
22. Как влияют двугранные углы при отражении от рельефа местности и местных предметов на изобразительные свойства радиолокационного изображения (РЛИ)?
1. Уменьшают положительный контраст РЛИ.
 2. Увеличивают положительный контраст РЛИ.
 3. Не влияют.
 4. Создают дополнительные отметки на РЛИ.

Заключение

Изучение методических указаний к практическим 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: 01.04.2025).
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: 01.04.2025).
3. Сайт Главного радиочастотного центра (ФГУП «ГРЧЦ»). [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.grfc.ru/grfc/> (дата обращения: 01.04.2025).
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: 1.04.2025).
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: 01.04.2025).
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: 01.04.2025).
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: 01.04.2025).