

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

В.А. Громов
Д.А. Садов

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА

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

Томск
2026

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 Радиотехнические системы мониторинга: методические указания по выполнению практических работ для обучающихся технических направлений подготовки и специальностей / В.А. Громов, Д.А. Садов. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2026. – 12 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 дисциплине «Радиотехнические системы мониторинга».

Одобрено на заседании каф. РТС протокол № 7 от 15.04.2026 г.

УДК 621.396.67
ББК 32.95

© Громов В.А., Садов Д.А. 2026
© Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2026

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	11
Список литературы	12

Введение

Дисциплина «Радиотехнические системы мониторинга» играет важную роль в формировании общепрофессиональных и профессиональных знаний в предметной области. Изучение дисциплины имеет цель формирование знаний основных понятий и принципов функционирования радиотехнических систем мониторинга источников радиоизлучения, освоение методов и инструментов для оценивания параметров сигнала источников радиоизлучения и их местоположения.

Практические задания обеспечивают возможность получить практические навыки 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 дисциплины «Радиотехнические системы мониторинга» используется электронный обучающий курс по технологии веб-поддержка. Курс содержит материалы для лекций, практических занятий и самостоятельной работы (пример курса: <https://sdo.tusur.ru/course/view.php?id=156>).

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 на практике 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 занятия 7-8 – Радиотехническая система мониторинга источников излучения

Цель занятий: ознакомление с различными радиотехническими системами мониторинга источников излучения.

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

Задание: подготовить развернутый доклад на тему «Радиотехническая система мониторинга источников излучения», выступить с докладом на практическом занятии.

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

Форма представления результата: устный ответ на практическом занятии, загрузить файл с докладом в электронный курс в ответ на задание.

Тема занятия 9 – Оценка погрешности определения местоположения абонента на основе технологии Cell ID + Timing Advance

Цель занятия: закрепить подход к оценке местоположения и погрешности оценки местоположения абонента по технологии Cell ID + Timing Advance для системы мобильной связи.

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

Задание: оценить местоположения абонента на основе технологии Cell ID + Timing Advance. Оценить погрешность местоположения абонента.

Исходные данные: материал для изучения в тематическом разделе электронного курса, информация о расположении базовой станции, размере сот.

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. Какой тип систем, не входит в номенклатуру средств радиомониторинга?
 1. Портативные.
 2. Носимые.
 3. Мобильные.
 4. Служебные.
3. По какому признаку делят средства радиомониторинга на группы?
 1. По количеству используемых антенных элементов.
 2. По напряжению питания оборудования.
 3. По скорости развертывания (приведение в рабочее состояние).
 4. По размеру зоны действия.
4. 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.
5. Какой тип приемника наиболее распространен в системах радиомониторинга?
 1. Приемник прямого усиления.
 2. Селективный вольтметр.
 3. Панорамный приемник.
 4. Супергетеродинный приемник.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Какие способы определения вида модуляции бывают?
 1. Корреляционный анализ.
 2. Перебором (появление смысловой информации).
 3. По ширине спектра.
 4. По виду векторных диаграмм.
10. 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.
11. Что делает с сигналом преобразование Гильберта?
1. Вносит сдвиг на 2π .
 2. Вносит сдвиг на π .
 3. Вносит сдвиг на $\pi/2$.
 4. Вносит сдвиг на $\pi/4$.
12. Чему равен максимальный радиус ошибки определения местоположения абонента методом Timing Advance (TA) в условиях прямой видимости для системы сотовой связи LTE с разносом поднесущих OFDM 15 кГц и основанием БПФ 2048, если один интервал TA равен 16 периодов дискретизации?
1. 544 м.
 2. 277 м.
 3. 39 м.
 4. **78 м.**

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, 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 «Радиотехнические системы мониторинга». [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://sdo.tusur.ru/course/view.php?id=156> (дата обращения: 01.04.2026).
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: 01.04.2026).
3. Рыжков, А. В. Частотно-временное обеспечение в сетях электросвязи: учебное пособие / А. В. Рыжков. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2021. — 270 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/267824> (дата обращения: 01.04.2026).
4. Сайт Главного радиочастотного центра (ФГУП «ГРЧЦ»). [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.grfc.ru/grfc/> (дата обращения: 01.04.2026).
5. 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: 01.04.2026).
6. 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: 01.04.2026).