

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 13.09.2024 11:40:15

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11e2bbf5e9745d14a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра космического приборостроения и систем связи



РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН И АНТЕННО-ФИДЕРНЫЕ УСТРОЙСТВА

Методические указания
по организации самостоятельной работы студентов,
обучающихся по направлению подготовки
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
по дисциплине «Распространение радиоволн и антенно-фидерные
устройства»

Курск 2024

УДК 621.3

Составители: И.Е. Мухин, Д.С. Коптев

Рецензент

Доктор технических наук, старший научный сотрудник,
заведующий кафедрой космического приборостроения и систем связи
В. Г. Андронов

Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства:
методические указания по организации самостоятельной работы
студентов / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: И.Е. Мухин, Д.С. Коптев. – Курск,
2024. – 16 с.

Методические указания по организации самостоятельной работы студентов содержат теоретические сведения о деятельности студентов, осуществляемой без непосредственного руководства преподавателя, но по его заданиям и под его контролем.

Методические указания соответствуют учебному плану по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», а также рабочей программе дисциплины «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства».

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», заочной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 06.08.2024. Формат 60x84/16.
Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 0,84. Тираж 100 экз. Заказ 721. Бесплатно
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Введение

Результаты учебной деятельности в университете зависят от уровня самостоятельной работы студентов, который определяется индивидуальной подготовленностью к этому труду, личной заинтересованностью в получении знаний самостоятельно и возможностями ее реализации.

В системе вузовской подготовки организация самостоятельного учебного труда подчиняется определенным закономерностям, основными из которых являются:

- психолого – педагогическая обоснованность данного труда, предполагающая внутреннее стремление, морально-волевую готовность и желание студента выполнять его самостоятельно, без внешних побуждений;

- воспитывающий характер этого труда, заключающийся в формировании у студента научного мировоззрения, качеств социально активной, деятельной, современной личности;

- взаимосвязь самостоятельного учебного труда с учебно-воспитательным процессом, единство знаний и деятельности как главного средства познания.

Закономерности самостоятельного учебного труда реализуются в конкретных принципах этой деятельности.

Под принципами понимаются исходные положения, определяющие содержание и характер самостоятельного учебного труда обучающихся, конечные цели которого состоят в том, чтобы получить систему знаний в объеме программы вузовской подготовки специалиста, сформировать научное мировоззрение, приобрести качества социально активной и творческой личности.

К принципам самостоятельной учебной деятельности относятся:

- принцип научности;
- принцип наглядности;
- принцип систематичности, последовательности, преемственности в самостоятельной работе;

- принцип связи теории с практикой;

- принцип сознательности и активности;

- принцип индивидуализации стиля самостоятельного учебного труда;

- принцип доступности и посильности самостоятельной работы;

- принцип учета трудоемкости учебных дисциплин и оптимального планирования самостоятельной работы;
- принцип прочности усвоения знаний.

Из указанного ряда принципов на первый план выдвигаются следующие:

Принцип сознательности и активности самостоятельного учебного труда исключает механическое заучивание материала, ориентирует студентов на глубокое понимание и осмысление его содержания, на свободное владение приобретенными знаниями. Активность – это, прежде всего, проявление живого интереса к тому, что изучает студент, творческое участие его в работе, но осмыслению приобретенных знаний. Активность и сознательность невозможно обеспечить без высокого уровня творческого мышления, проблемно-исследовательского подхода к приобретаемым знаниям.

Принцип индивидуализации стиля самостоятельного учебного труда студента предполагает опору на собственные свойства личности (особенности восприятия, памяти, мышления, воображения и т.п.), а также на свои индивидуально-типологические особенности (темперамент, характер, способности). Реализация этого принципа позволяет будущему специалисту соизмерять планируемую самостоятельную учебную работу с возможностями ее выполнения, более рационально и полно использовать бюджет личного времени. Этот принцип тесно связан с другим учетом объективной сложности учебных дисциплин и оптимального планирования студентом познавательно-практической деятельности.

Оптимальное планирование самостоятельной работы – важная и необходимая задача, решение которой позволит повысить культуру учебного труда студента.

Перечисленные принципы могут меняться и варьироваться в зависимости от общих задач подготовки специалиста, специфики изучаемой дисциплины, содержания самостоятельной работы и других показателей. Знание этих принципов, умелое их использование студентами в учебно-познавательной деятельности способствуют овладению системой знаний и формированию качеств современного специалиста.

Учебные занятия в университете по направлению подготовки 11.03.02 проводятся в виде лекций, консультаций, семинаров, практических занятий, лабораторных работ, коллоквиумов, самостоятельных работ, научно-исследовательской работы, практики,

курсового проектирования (курсовой работы), а также путем выполнения квалификационной работы (дипломных проекта или работы. Высшее учебное заведение может устанавливать другие виды учебных занятий. Все эти виды взаимосвязаны и взаимообусловлены. Безусловно, важное место занимает самостоятельная учебная деятельность.

Студент должен уметь вести краткие записи лекций, составлять конспекты, планы и тезисы выступлений, подбирать литературу и т.д.

Научная самостоятельная работа студента заключается в его участии в работе кружков на кафедрах, в научных конференциях разного уровня, в опубликовании результатов исследований, а также в написании курсовых и выпускных квалификационных работ. Положительное значение научной работы проявляется в ряде обстоятельств:

- будущие инженеры и исследователи участвуют в процессе добывания новых знаний;

- приобретаемые знания становятся прочными; студенты видят практические плоды своего труда, что эффективно стимулирует их дальнейшую деятельность; приобретаются начальные навыки в научном исследовании.

В ходе научной работы студент овладевает приемами теоретического мышления.

Выполнение исследования начинается с формулирования темы, разработки плана, подбора и изучения литературы, подготовки приборов, оборудования, а также сбора и обработки материала. Самое важное в исследовании наступает после получения нового материала: его осмысления, сравнения с ранее известными данными, анализа и синтеза, изложения результатов, передачи их обществу (доклад, сообщение, опубликование, изготовление прибора и т.д.).

Организационно такая работа протекает по-разному: индивидуально под руководством преподавателя (научного руководителя); в рамках научного студенческого кружка; в сотрудничестве с преподавателями кафедры.

Важным является умение доложить результаты исследования и подготовить их к опубликованию. Такое умение само по себе не рождается. Ему надо целеустремленно и настойчиво учиться.

Учебная и научная работа имеют в основном образовательное назначение, формируют интеллектуальные качества будущего специалиста. Навыки работы в коллективе студент приобретает, как правило, через участие в общественной жизни вуза.

Конкретная социальная работа студента может иметь разный

масштаб (в рамках группы, курса, факультета, вуза, общественной или спортивной организации), но она всегда прививает ему некоторые общественные качества, необходимые во взаимоотношениях между сокурсниками, будущими коллегами. Это в первую очередь такие качества как терпимость, настойчивость, умение убеждать, требовательность, сочувствие и т.п.

Самостоятельная работа осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной формах познавательной деятельности по каждой дисциплине учебного плана.

Самостоятельная работа студентов во внеаудиторное время может предусматривать:

- проработку лекционного материала, работу с научно-технической литературой при изучении разделов лекционного курса, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к семинарам, лабораторным и практическим занятиям; подготовку к рубежному тестированию;
- подготовку к собеседованию;
- подготовку к итоговому тестированию;
- решение задач, выданных на практических занятиях;
- выполнение курсовых проектов (работ) и индивидуальных заданий, предусмотренных учебным планом;
- выполнение внеаудиторных контрольных работ;
- выполнение выпускных квалификационных работ и т.д.

Самостоятельная работа студентов в аудиторное время может предусматривать:

- выполнение самостоятельных работ;
- выполнение контрольных работ, чертежей, составление схем, диаграмм;
- решение задач;
- доклад по выполненным рефератам;
- работу со справочной, методической и научной литературой;
- защиту выполненных лабораторных работ;
- защиту выполненных практических заданий;
- рубежный (текущий) опрос по отдельным темам изучаемой дисциплины;
- собеседование, деловые игры, дискуссии, конференции; тестирование и т.д.

Видами заданий для самостоятельной работы могут быть:

для овладения знаниями:

- чтение литературы (учебников, учебных пособий, материалов библиотечного фонда);
- графическое изображение структуры текста;
- конспектирование текста;
- выписки из текста;
- работа со словарями и справочниками; ознакомление с нормативными документами;
- учебно-исследовательская работа;
- использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета и др.;

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекции (обработка текста); повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио- и видеозаписей);
- составление плана и тезисов ответа;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- ответы на контрольные вопросы;
- подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции;
- подготовка рефератов, докладов;

для формирования умений:

- решение задач и упражнений по образцу;
- решение вариативных задач и упражнений;
- выполнение чертежей, схем; выполнение расчетно-графических работ;
- решение ситуационных производственных (профессиональных) задач: подготовка к деловым играм;
- проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности;
- подготовка курсовых и дипломных работ (проектов);
- экспериментально-конструкторская работа; опытно экспериментальная работа;
- рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Виды заданий для самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать специфику специальности, изучаемой дисциплины, индивидуальные особенности студента.

Организация самостоятельной работы студентов требует

определенной дифференциации в зависимости от специфики вуза и курса. Поэтому в организации их самостоятельной работы требуется четкая система, последовательность, предусматривающая овладение различными приемами умственной деятельности в ее нарастающей трудности.

1 Формирование у студентов навыков самостоятельной работы в учебном процессе

Лекция дает возможность показать образец логического, четкого, аргументированного изложения мыслей, обоснований, суждений, формулирования выводов в соответствии со схемами.

Ее особое значение состоит в том, что она знакомит студента с наукой, расширяет, углубляет и совершенствует ранее полученные знания, формирует научное мировоззрение, учит методике и технике лекционной работы. Преподаватель в процессе изложения материала связывает теоретические положения своей науки с практикой. Вместе с тем на лекции мобилизуется внимание, вырабатываются навыки слушания, восприятия, осмысления и конспектирования информации.

Лекция несет в себе четкость, стройность мысли, живость языка, эмоциональное богатство и культуру речи. Все это воспитывает логическое мышление студента, закладывает основы научного исследования.

Подготовка к лекции мобилизует студента на творческую работу, главными в которой являются умения слушать, воспринимать, анализировать, записывать.

Завершающим этапом самостоятельной работы над лекцией является обработка, закрепление и углубление знаний по теме.

Если лекция закладывает основы научных знаний, дает студенту возможность усвоить их в обобщенной форме, то семинары и практические занятия углубляют, конкретизируют и расширяют эти знания, помогают овладеть ими на более высоком уровне репродукции и трансформации. Эти виды учебного процесса способствуют закреплению умений и навыков самостоятельной работы, полученных в процессе работы над лекцией.

Семинар - групповое занятие, назначение которого состоит в углубленном изучении конкретной дисциплины. Он развивает творческую самостоятельность обучающихся, укрепляет их интерес к науке, научным исследованиям, помогает связывать научно-теоретические положения с жизнью, содействуя выработке практических навыков работы. Вместе с тем семинары являются также средством контроля за результатами самостоятельной работы студентов, своеобразной формой коллективного подведения ее итогов.

Участие в групповых занятиях расширяет общий, профессиональный и культурный кругозор обучающихся. Семинары - популярная форма организации учебного процесса, однако подготовка к ним является для студентов наиболее сложным видом самостоятельной работы.

Семинары характеризуются, прежде всего, двумя взаимосвязанными признаками:

- самостоятельным изучением студентами программного материала;

- обсуждением результатов их последующей деятельности.

Семинар проводится со всем составом группы обучающихся.

Преподаватель заблаговременно определяет тему, цель, задачи семинара, планирует его проведение, формулирует основные и дополнительные вопросы по теме, распределяет задания с учетом индивидуальных возможностей обучающихся и их желаний, подбирает литературу, проводит индивидуальные и групповые консультации, проверяет конспекты, формулирует темы докладов и рефератов.

Практически все дисциплины учебных планов подготовки бакалавров сопровождаются лабораторными и/или практическими занятиями.

Эти занятия включают в себя такие виды работ, как: выполнение типовых расчетов; лабораторные и другие работы, которые носят преимущественно тренировочный характер (решение задач, приобретение умений в пользовании оборудованием); проверка знаний, полученных на лекциях, семинарах и самостоятельно. Вследствие этого виды практических занятий могут быть разными: наблюдение, изучение и анализ профессионального опыта, типовые расчеты и т.п.

Выбор вида практического занятия определяется его задачами, целями, а также особенностями изучаемого курса.

Не менее распространенным и эффективным видом подготовки будущего специалиста являются лабораторные работы, которые по

некоторым дисциплинам становятся ведущим видом их изучения. Особая значимость этих работ состоит в том, что в ходе их проведения студенты учатся наблюдать, исследовать, работать с приборами и оборудованием, производить расчеты, отражать результаты работы в форме отчетов, схем, графиков, рисунков, таблиц и т.д.

Выполнение лабораторных работ формирует у студентов научное мировоззрение, инициативность, самостоятельность, а самое главное – практические навыки.

2 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплины пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием в лабораториях и методическими разработками кафедры космического приборостроения и систем связи в рабочее время, установленное правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

библиотекой университета:

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, периодической, справочной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.

путем разработки:

- заданий для самостоятельной работы;
- вопросов к экзаменам и зачетам;
- методических указаний к выполнению лабораторных и практических работ и т.д.

типографией университета:

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

– удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

3 Запланированные виды самостоятельной работы студентов по дисциплине «Антенны и распространение радиоволн»

В соответствии с учебным планом направления подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (заочная форма обучения) на самостоятельную работу (СР) в рамках дисциплины «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства», отводится 122,88 часа.

Распределение часов самостоятельной работы по дисциплине «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства» приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение часов самостоятельной работы по дисциплине «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства»

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	2	3	4
1	Международная классификация диапазонов радиоволн	В течении семестра	20
2	Особенности распространения радиоволн с учетом реальных параметров атмосферы	В течении семестра	20
3	Основные электрические параметры передающих и приемных антенн	В течении семестра	30
4	Обзор типов антенн и методологические подходы к оценке влияния элементов окружающих металлоконструкций на их диаграмму направленности	В течении семестра	52,88
Итого			122,88

Названия и содержание разделов изучаемой дисциплины представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание дисциплины, структурированное по разделам

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1.	Международная классификация диапазонов радиоволн	Введение. Деление электромагнитного спектра. Основные положения международного Регламента радиосвязи. Деление полос радиодиапазона в соответствии с международным регламентом радиосвязи. Основные свойства распространения радиоволн. Особенности распространения электромагнитных волн в атмосфере. Основные виды распространения радиоволн. Дифракция электромагнитных волн на различного рода препятствиях. Основные методы решения задач дифракции. Рефракция электромагнитных волн.
2	Особенности распространения радиоволн с учетом реальных параметров атмосферы	Понятие рефракции. Особенности распространения наземной волны. Особенности распространения волны на основе отражения от неоднородностей. Влияние ионосферы на распространение радиоволн. Фазовая скорость волны. Групповая скорость волны. Применимость принципов геометрической оптики для расчета распространения радиоволн в городских условиях. Модель Окамуры. Модель Хата. Модель ЛИ. Физические основы проявления многолучевости и методы борьбы с ней. Особенности распространения радиоволн наземных систем связи. Диапазоны частот наземных систем связи. Особенности радиоприема сигналов наземных систем связи. Влияние кратности модуляции на помехоустойчивость приема сигналов систем подвижной связи. Статистический подход к расчету уровня поля в городских условиях. Методы расчета. Детерминистский метод расчета. Сравнительный анализ двух методов расчета, области применения.
3	Основные электрические параметры передающих и приемных антенн	Общие сведения об антенно-фидерных устройствах. Условия, при которых возможно излучение фидера. Условия, при которых невозможно излучение фидера. Понятие излучаемой мощности. Понятие мощности потерь. Понятие коэффициента полезного действия антенны. Понятие диаграммы направленности, антенного фактора, коэффициента направленного действия, коэффициента усиления, действующей

		<p>высоты антенны, добротности антенны. Основные проблемы современной теории антенн. Понятие внешней задачи теории антенн. Методы ее решения. Понятие внутренней задачи антенн. Методы ее решения. Решение интегрального уравнения Фредгольма. Метод парциальных диаграмм. Метод интеграла Фурье.</p>
4	<p>Обзор типов антенн и методологические подходы к оценке влияния элементов окружающей металлоконструкций на их диаграмму направленности</p>	<p>Проволочные (вибраторные) антенны. Последовательное возбуждение антенн, параллельное возбуждение антенн. Многовибраторные антенны. Многовибраторные антенны. Антенны типа волновой канал. Ромбические антенны. Рупорные антенны (конические, пирамидальные, секториальные). Зеркальные антенны. Линзовые антенны. Щелевые антенны. Симметричный вибратор и его эквивалентная схема. Полуволновый вибратор. Эквивалентная схема симметричного полуволнового вибратора. Несимметричный полуволновый вибратор. Заземление вибратора. Типы заземлений. Понятие противовеса. Понятие апертурных антенн. Особенности апертурных антенн. Ширина диаграммы направленности апертурных антенн. Коэффициент использования поверхности. Факторы, влияющие на коэффициент использования апертурных антенн. Общий подход к расчету поля излучения антенн. Понятие зеркальных антенн. Конструкция зеркальных антенн. Области применения зеркальных антенн. Типы зеркальных антенн: с параболическими, сферическими, плоскими, уголковыми зеркалами. Применяемые типы облучателей в зеркальных антеннах. Влияние погрешностей изготовления профиля зеркала на параметры антенны. Понятие фазированных антенных решеток. Области применения. Физические основы формирования диаграммы направленности приемной фазированной антенной решетки. Физические основы формирования диаграммы направленности передающей фазированной антенной решетки. Диаграмма направленности по мощности. Антенны СДВ и ДВ. Т-образные антенны. Основные характеристики. Г-образные антенны. Основные характеристики.</p>

		Основные требования к антеннам ДВ. Методы снижения вероятности электрического пробоя в антеннах. Виды заземлений антенн в ДВ и СДВ диапазонах. Секционированное заземление. Воздушный противовес. Заземленный противовес. Сосредоточенное заземление.
--	--	---

4 Рекомендации по выполнению самостоятельной работы

4.1 Изучение теоретических основ дисциплин

Для освоения дисциплины в полном объеме студенту необходимо посещать все аудиторные занятия и самостоятельно прорабатывать полученный материал. Изучение теоретической части дисциплин способствует углублению и закреплению знаний, полученных на аудиторных занятиях, а также развивает у студентов творческие навыки, инициативы и умение организовать свое время.

Самостоятельная работа при изучении дисциплины включает:

- работу над конспектом лекций;
- изучение рекомендованной литературы;
- поиск и ознакомление с информацией в сети Интернет;
- подготовку к различным формам контроля (собеседование, тесты);
- подготовку и написание рефератов;
- изучение методических рекомендаций;
- подготовку ответов на вопросы по различным темам дисциплины, в том числе заданным преподавателям по результатам контроля знаний.

Материал, законспектированный в течение лекций, необходимо регулярно прорабатывать и дополнять сведениями из других источников литературы, представленных не только в программе дисциплины, но и в периодических изданиях. При самостоятельном изучении дисциплины, подготовке к аудиторным занятиям и выполнении домашних заданий студенты должны использовать рекомендованную учебную литературу и учебно-методические указания.

При освоении дисциплины сначала необходимо по каждой теме изучить рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем. По

требованию преподавателя конспект лекций предоставляется ему для проверки. Замеченные недостатки и внесенные замечания и предложения следует отработать в приемлемые сроки.

4.2 Подготовка к лабораторным работам

При подготовке и защите лабораторных работ необходимо обращать особое внимание на полноту и грамотность выполнения отчета по лабораторной работе, наличие в них кратких обоснований принимаемых решений и выводов по результатам работы. При несоответствии отчета этим требованиям преподаватель может возвращать его на доработку. При опросе студентов основное внимание обращается на усвоение ими основных теоретических положений, на которых базируется данная работа, и понимания того, как эти положения применяются на практике.

Отчет по лабораторной работе выполняется индивидуально или один на бригаду по решению преподавателя. Отчет должен содержать все предусмотренные методическими указаниями разделы, включая ответы контрольные вопросы. Поскольку эти ответы являются продуктом самостоятельной работы, совпадение текстов ответов в отчетах разных студентов приводит преподавателя к необходимости формировать дополнительные вопросы по соответствующей теме.

К лабораторным занятиям студент допускается только после инструктажа по технике безопасности. Положения техники безопасности изложены в инструкциях, которые имеются в лаборатории.

Библиографический список

8.1 Основная учебная литература

1. Зырянов, Ю. Т. Антенны: учебное пособие / Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2014. – 128 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278016> (дата обращения: 03.08.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8265-1267-8. – Текст: электронный.

2. Буянов, Ю. И. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства: учебное пособие / Ю. И. Буянов, Г. Г. Гошин; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск: ТУСУР, 2013. – 300 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. –

URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480512> (дата обращения: 03.08.2021). – Библиогр. в кн. – Текст: электронный.

3. Жуков, В. М. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства систем радиосвязи: учебное пособие / В. М. Жуков, А. Н. Сысоев ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2013. – 81 с. : ил., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277944> (дата обращения: 03.08.2021). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

8.2 Дополнительная учебная литература

4. Замотринский, В. А. Устройства СВЧ и антенны: учебное пособие / В. А. Замотринский, Л. И. Шангина. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – Ч. 1. Устройства СВЧ. – 223 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208566> (дата обращения: 03.08.2021). – Текст : электронный..

5. Техническая электродинамика: учебное пособие: [16+] / Б. И. Иванов, Е. А. Муценик, К. А. Лайко, Ю. О. Филимонова ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 115 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576560> (дата обращения: 03.08.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3549-6. – Текст : электронный.