

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.09.2026 12:59:39
Уникальный программный ключ:
488ddcd30399efca200d034e027f45455f6eb1b9

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Г. Балашов

«30» марта 2026 г.

М.П.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Радиолокационные системы дистанционного зондирования Земли»

Направление подготовки – 11.04.01 «Радиотехника»

Направленность (профиль) – «Радиолокационные системы
дистанционного зондирования земли»

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат 009BD2B5B7DC0794F9C207D6C8F586BD59
Владелец ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ
ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"
Действителен с 16.06.2026 по 09.09.2027

Москва 2026

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Компетенция ПК-3 «Способен к расчёту, моделированию и проектированию устройств и систем дистанционного зондирования земной поверхности на базе радиолокаторов с синтезированной апертурой» **сформулирована на основе профессионального стандарта 06.050 «Специалист в области антенно-фидерных устройств радиотехнических средств и комплексов».**

Обобщенная трудовая функция [С] Проведение научно-исследовательских работ по совершенствованию характеристик антенно-фидерных устройств.

Трудовая функция С/01.7 Разработка инновационных технических решений по совершенствованию характеристик антенно-фидерных устройств радиотехнических средств и комплексов.

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-3.РЛСДЗЗ Способен к расчёту и проектированию радиолокационных систем с синтезированием апертуры антенны	Моделирование, анализ и верификация результатов моделирования узлов и устройств радиотехнических систем	Знания общих принципов построения и функционирования радиолокационных систем с синтезированием апертуры антенны (РСА). Частотного и временного описания модели РСА и их особенности. Применения фокусированного и нефокусированного синтеза радиоизображения (РИ). Особых эффектов, возникающих при синтезировании РИ и способы их учёта. Алгоритмов сжатия и обработки траекторного сигнала, также алгоритмов автофокусировки. Возможностей РСА для нужд дистанционного зондирования земной поверхности. Умения: Рассчитывать основные характеристики системы с РСА. Оценивать дальность действия и параметры, определяющие структуру зондирующего и отражённого сигналов. Учитывать амплитуду и фазу отражённого сигнала для нужд синтеза РИ. Учитывать особые эффекты, возникающие при синтезировании РИ. Оценивать полученные результаты при моделировании, проектировании и синтезе РИ в РСА. Опыт деятельности: По формированию требований к входящим в состав РСА подсистемам. По расчёту, моделированию и проектированию основных составляющих РСА.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине – студенты должны иметь компетенции в областях электродинамики и распространения радиоволн, метрологии и радиоизмерений, приема-передающих и антенно-фидерных устройств, а также систем цифровой радиосвязи.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1	1	5	180	48	–	16	80	Экз. (36), КР

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Следящие системы	10	–	6	16	Защита практического задания; сдача результатов решенных задач; опрос.
2. РЛС с синтезированием апертуры (РСА)	10	–	2	16	Защита практического задания; сдача результатов решенных задач; опрос; сдача части КР
3. Алгоритмы обработки сигналов в РСА	10	–	2	16	Защита практического задания; сдача результатов решенных задач; опрос; сдача части КР

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
4. Структурная схема РСА и специальные возможности РСА	8	–	2	16	Защита практического задания; сдача результатов решенных задач; опрос; сдача части КР
5. Системы селекции движущихся целей (СДЦ) в радиолокационных системах (РЛС)	10	–	4	16	Защита практического задания; сдача результатов решенных задач; опрос; защита КР

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объём занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Вводное занятие. Повторение основ радиолокации.
	2	2	Следящие измерители координат цели. Структура, принцип работы. Методы слежения (максимума, дифференциальный).
	3	2	Устройства углового сопровождения целей. Суммарно-разностное моноимпульсное устройство с фазовым сравнением сигналов. Устройство с коническим сканированием ДН антенны. Угломер с квадрантным сканированием.
	4	2	Цифровые следящие устройства (реализация интегратора). Следящие измерители координат цели. Цифровые следящие системы с астатизмом первого порядка. АЧХ системы. Цифровые следящие системы с астатизмом второго порядка. АЧХ системы.
	5	2	Основные ошибки в радиолокаторах сопровождения целей. Следящий измеритель дальности. Устройство слежения за частотой сигнала от цели.
2	6	2	Проблема использования обычных РЛС для получения высоких разрешений. Метод синтезирования апертуры – повышения разрешающей способности за счёт движения носителя. Разрешение по дальности и в направлении перпендикулярном направлению полёта. Физическое ограничение на размер СА.
	7	2	Временное описание РСА. (Модель РСА в виде ФАР). Разница между односторонней, двусторонней и синтезируемой ДН антенны. Разрешающая способность по азимуту.

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объём занятий (часы)	Краткое содержание
	8	2	Временное описание РСА. (Модель РСА в виде ФАР). Появление дифракционных максимумов. Выбор периода следования зондирующих импульсов. Обработка сигналов в РСА с целью устранения неоднозначности.
	9	2	Частотное описание РСА. Зависимость доплеровского смещения частоты от дальности и азимута цели. Разрешающая способность, ограничение на период следования зондирующих импульсов.
	10	2	Фокусированный синтез в РСА. Промежуточная и дальняя зоны РЛС и РСА. Сравнение оптического и радиоизображения местности. Линии равных дальностей и равных доплеровских смещений на земной поверхности.
3	11	2	Фокусированный синтез в РСА. Вывод соотношения для ширины зоны фокусировки. Необходимое количество законов фокусировки.
	12	2	Нефокусированный синтез в РСА. Фазовый набег на краях ДН реальной антенны, размер антенны, разрешающая способность.
	13	2	Миграция целей в РСА. Разность хода на краях ДН реальной антенны, размер антенны, разрешающая способность.
	14	2	Максимальная дальность действия РСА. Определение требуемого отношения сигнал-шум. Определение ЭПР высвечиваемой площадки.
	15	2	Алгоритмы сжатия траекторного сигнала в направлении движения (по азимуту) РСА.
4	16	2	Общая структурная схема РСА.
	17	2	Виды обзора земной поверхности РСА. Перемещение луча ДН по азимуту и углу места. Получаемые эффекты. Прожекторный (телескопический) режим работы РСА.
	18	2	Поляриметрические РСА. Интерферометрические РСА. Прямой и обратный синтез. Оптическая система обработки РСА.
	19	2	Алгоритмы автофокусировки радиоизображений РСА.
5	20	2	Активные и пассивные помехи. Классификация, причины возникновения, способы уменьшения.
	21	2	Система селекции движущихся целей. Когерентно-импульсные РЛС. Разновидности, структурные схемы. Устройство однократного череспериодного вычитания. Амплитудно-частотная характеристика и соотношения для фазы.
	22	2	Система селекции движущихся целей. Когерентно-импульсные РЛС. Устройство двукратного и многократного череспериодного вычитания. Преобразование структурных схем. Слепые скорости цели.
	23	2	Система селекции движущихся целей. Когерентно-импульсные РЛС. Слепые направления. Слепые фазы и метод их устранения. Компенсация собственного движения летательного аппарата. Обнаружитель движущихся целей с картой помех.
	24	2	Система селекции движущихся целей. Импульсно-доплеровские РЛС. Выбор частоты следования зондирующих импульсов. Образование окна свободного от пассивных помех. Слепые дальности.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Следящий измеритель дальности
	2	2	Цифровые следящие системы
	3	2	Измерители угловых координат
2	4	2	Расчёт параметров РЛС с синтезированием апертуры антенны
3	5	2	Сжатие радиолокационных сигналов в РСА
4	6	2	Управление формой ДН антенны в РТС
5	7	2	Системы селекции движущихся целей
	8	2	Защита

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объём работы (часы)	Вид СРС
1	6	Изучение теоретического материала
	9	Подготовка к защите практических заданий
	1	Разбор решённых задач
2	4	Изучение теоретического материала
	4	Подготовка к защите практических заданий
	4	Разбор решённых задач
	4	Выполнение части курсовой работы
3	4	Изучение теоретического материала
	4	Подготовка к защите практических заданий
	4	Разбор решённых задач
	4	Выполнение части курсовой работы
4	4	Изучение теоретического материала
	4	Подготовка к защите практических заданий
	4	Разбор решённых задач
	4	Выполнение части курсовой работы
5	6	Изучение теоретического материала

№ модуля дисциплины	Объём работы (часы)	Вид СРС
	4	Подготовка к защите практических заданий
	1	Разбор решённых задач
	5	Выполнение курсовой работы

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Расчёт параметров самолётной РЛС Р- (L-, S-, C-, X-, Ku-) диапазона с синтезированием апертуры антенны.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

- ✓ Методические указания ко всей дисциплине
- ✓ Разбор решения задач
- ✓ Методические указания к выполнению курсовой работы

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Незлин Д.В. Радиотехнические системы : Учеб. пособие / Д.В. Незлин ; М-во образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, МИЭТ(ТУ). - Москва : МИЭТ, 2008. - 204 с.
2. Бакулев, П. А. Радиолокационные системы : Учебник / П. А. Бакулев. - Москва : Радиотехника, 2015. - 440 с.
3. Незлин, Д. В. Методические указания к практическим занятиям по курсу "Радиотехнические системы" / Д. В. Незлин, В. П. Бец. - Москва : МИЭТ, 2001. - 124 с.
4. Зырянов, Ю. Т. Основы радиотехнических систем : Учеб. пособие / Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Лань, 2022. - 192 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/212156> - ISBN 978-5-8114-1903-6 : 0-00. - Текст : электронный.
5. Новые технологии дистанционного зондирования Земли из космоса / В. В. Груздов, Ю. В. Колковский, А. В. Криштопов, А. И. Кудря. - Москва : Техносфера, 2019. - 482 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/140555> - ISBN 978-5-94836-502-2. - Текст : электронный.

Периодические издания

1. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА : Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов : Научный журнал. -

Москва : Институт космических исследований РАН, 2004 - . - URL: <http://jr.rse.cosmos.ru/> (дата обращения: 20.03.2026). - Режим доступа: свободный. - ISSN 2070-7401 (Print), ISSN 2411-0280 (Online).

2. РАДИОТЕХНИКА : научно-технический журнал / Издательство "Радиотехника". - Москва : Радиотехника, 1937 - . - URL: https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7978 (дата обращения: 20.03.2026). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей, система заказа. - ISSN 0033-8486.

3. ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ РОССИИ. РАДИОЭЛЕКТРОНИКА : научно-практический рецензируемый журнал / ФГАОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ" им. В.И. Ульянова". - Санкт-Петербург : СПбГЭТУ ЛЭТИ, 1998 - . - URL: <https://re.eltech.ru/jour> (дата обращения: 20.03.2026). - Режим доступа: свободный. - ISSN 1993-8985 (Print); 2658-4794 (Online). - Текст : электронный.

4. ЖУРНАЛ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ / ФГБУН "Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН". - Москва : ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, 1998 - . - URL: <http://jre.cplire.ru/jre/about.html> (дата обращения: 20.03.2026). - Режим доступа: свободный. - URL: https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8679 (дата обращения: 20.03.2026). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей. - ISSN 1684-1719. - Текст : электронный.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. [Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU]. - . - URL: <http://elibrary.ru> (дата обращения 20.03.2026)

2. [Издательство «Радиотехника»]. - . - URL: <http://www.radiotec.ru/> (дата обращения 20.03.2026)

3. [Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос», раздел «Информационные ресурсы»]. - . - URL: <https://www.roscosmos.ru/> (дата обращения 20.03.2026)

4. [Журнал «Современные проблемы ДЗЗ из космоса»]. - . - URL: <http://jr.rse.cosmos.ru/> (дата обращения 20.03.2026)

5. [ЭБС «Лань» - электронно-библиотечная система Издательства Лань]. - . - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения 20.03.2026).

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **традиционное обучение**. Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта, сервисы видеоконференцсвязи и социальные сети.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Компьютер с мультимедийным оборудованием.	Операционная система Windows; Пакет программ Microsoft Office; Acrobat reader.
Лаборатория проектирования РТС	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Windows; Пакет программ Microsoft Office; Acrobat reader; Matlab (Simulink).
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Windows; Пакет программ Microsoft Office; браузер, Acrobat reader.

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по компетенции **ПК-3** «Способен к расчёту, моделированию и проектированию устройств и систем дистанционного зондирования земной поверхности на базе радиолокаторов с синтезированной апертурой», по подкомпетенции **ПК-3.РЛСДЗЗ** «Способен к расчёту и проектированию радиолокационных систем с синтезированием апертуры антенны».

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

В течение семестра студенты посещают лекции, выполняют и защищают практические задания и выполняют курсовую работу. На лекционных занятиях предусмотрено выполнение проверочных работ, включающих расчётные задачи и теоретические вопросы. Кроме этого происходит обсуждение теоретического материала, где преподаватель убеждается в усвоении студентами этого материала, объясняет непонятные вопросы и ведёт дискуссию со студентами. Также на нескольких лекционных занятиях студентами решаются задачи у доски с целью получения навыков числового расчёта и практического применения теории.

На практических занятиях выполняются расчётные задания и задачи моделирования с использованием пакета программ MATLAB. В результате выполнения работы составляется отчёт, по которому надо защитить выполнение практических заданий преподавателю и ответить на заданные вопросы.

Для успешного освоения дисциплины студенты должны выполнить все проверочные работы и практические задания и их защитить. Если проверочная работа выполнена с ошибками надо устранить ошибки и выполнить аналогичную безошибочно. Невыполнение хотя бы одного практического задания или проверочной работы свидетельствует о невыполнении учебного плана и не допуске к сдаче экзамена (несформированности компетенции).

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система. Её применение обусловлено стимуляцией обучающихся к своевременному и основательному изучению предмета, а также повышению объективности экзаменационной оценки.

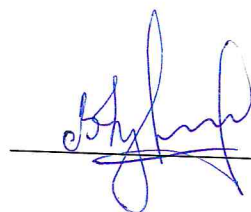
Общая максимальная сумма накапливаемых баллов – 100. В течение учебного семестра студенты могут накопить от 0 до 50 баллов, и на экзамене получить от 0 до 50.

Накопленная в семестре сумма баллов в первую очередь определяется сроком выполнения учебных мероприятий и посещением занятий, а именно складывается из: 17 баллов за срок сдачи и правильность выполнения проверочных работ, 17 баллов за срок защиты и владения материалом практических занятий, 16 баллов посещения лекций по нелинейному закону.

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент Института МПСУ, к.т.н.



/ В.В. Курганов /

Рабочая программа дисциплины «Радиолокационные системы дистанционного зондирования Земли» по направлению подготовки 11.04.01 «Радиотехника», направленности (профилю) «Радиолокационные системы дистанционного зондирования земли» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании Учёного совета Института МПСУ 26 марта 2026 года, протокол № 6

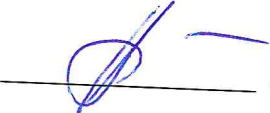
Заместитель директора Института МПСУ
по образовательной деятельности

 / Ю.М. Мелёшин /

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК

 / И.М. Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки

 / Т.П. Филиппова /