

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 08.09.2026 15:24:55
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

«26» 06 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы обработки данных дистанционного зондирования Земли»

Направление подготовки - 01.04.04 «Прикладная математика»

Направленность (профиль) «Математические методы моделирования и анализа данных»

Москва, 2026

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании компетенции **ПК-2** «Способен к разработке и применению методов компьютерной математики для исследования математических моделей в инженерных и физических приложениях», сформулированной в результате анализа требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда, а также с учётом профессионального стандарта 06.042 – «Специалист по большим данным».

Обобщённая трудовая функция: Код: D Уровень квалификации: 8. Разработка и внедрение новых методов и технологий исследования больших данных

Трудовая функция: ТФ: D/01.8 Совершенствование и разработка новых методов, моделей, алгоритмов, технологий и инструментальных средств работы с большими данными.

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-2.МОДДЗЗ Способность использования основных методов обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) при решении различных задач наук о Земле.	Разработка и применение математических моделей и методов обработки данных ДЗЗ и их при решении в решении исследовательских и проектных задач	Знает основы ДЗЗ и основные методы обработки этих данных, имеет представление об основных математических моделях, лежащих в основе методов обработки данных ДЗЗ Умеет ориентироваться в литературе по ДЗЗ, применять существующие методы обработки данных ДЗЗ при решении различных задач наук о Земле. Имеет опыт разработки и применения основных методов обработки данных ДЗЗ

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: предполагается, что слушатели знакомы со стандартными курсами математического анализа, линейной алгебры, дифференциальных уравнений и уравнений математической физики.

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	2	5	180	32	16	-	96	Эк (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Основы и данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).	4	2	-	12	Контроль выполнения лабораторных работ
2. Пассивные методы ДЗЗ в видимом, инфракрасном и микроволновом диапазоне.	12	6	-	36	Контроль выполнения лабораторных работ
3. Активные методы ДЗЗ. Радиолокационное зондирование	12	6	-	36	Контроль выполнения лабораторных работ
4. Использование данных ДЗЗ в различных областях.	4	2	-	12	Контроль выполнения лабораторных работ

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекционного занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1-2	4	Физические основы ДЗЗ. Типы методов ДЗЗ. Первичная обработка данных. Международная классификация уровней обработки и представления данных ДЗЗ.
2	3-4	4	Методы ДЗЗ в видимом диапазоне. Теория излучения и источники излучения. Атмосферные влияния. Отражательная способность в дистанционном зондировании. Индексы состояния подстилающей поверхности и алгоритмы их расчёта. Методы идентификации и классификации участков подстилающей поверхности.
	5-6	4	Методы ДЗЗ в инфракрасном диапазоне. Тепловые флуктуации и их фундаментальные закономерности. Локальное термодинамическое равновесие. Методы и алгоритмы расчёта температуры подстилающей поверхности.
	7-8	4	Методы ДЗЗ в микроволновом диапазоне. Радиоизлучение серых тел. Эффективное излучение отражающей поверхности. Диэлектрические и излучательные свойства земных покровов. Методы и алгоритмы расчёта параметров состояния атмосферы и ледового покрова.
3	9-10	4	Радиолокационное зондирование. Распространение радиоволн через атмосферу и ионосферу. Принципы и общие соотношения радиолокации поверхности. Вертикальное зондирование поверхности. Радиолокационное зондирование дождей и облаков.
	11-12	4	Исследования поверхности радиолокатором бокового обзора. Принципы работы радиолокатора бокового обзора с синтезом апертуры (РСА) и основные соотношения. Радиолокационная интерферометрия. Радиолокационная поляриметрия. Зондирование поверхности скатерометром. Особенности радиолокатора-скатерометра.
	13-14	4	Спутниковая альтиметрия. Основы метода. Алгоритмы обработки отражённого сигнала. Поправки на влияние атмосферы и ионосферы. Геофизические поправки.
4	15-16	4	Использование данных ДЗЗ в океанологии, гидрологии, геологии, сельском и лесном хозяйстве.

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ Лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Геометрическая коррекция и ортотрансформирование снимков на примере изображений спутников Landsat.
2	2	2	Применение атмосферной коррекции для спутниковых изображений в видимом диапазоне и расчёте индексов состояния подстилающей поверхности на примере снимков спутников Landsat.
	3	2	Применение алгоритмов расчёта границы облаков на примере изображений спутников Landsat.
	4	2	Реализация алгоритмов расчёта параметров состояния атмосферы и ледового покрова на примере снимков микроволновых датчиков SSMI.
3	5	2	Реализация алгоритма радиолокационной интерферометрии на примере РСА изображений.
	6	2	Реализация алгоритма расчёта скорости и направления ветра по данным скатерометра.
	7	2	Реализация алгоритма обработки формы отражённого импульса (ретрекинга) спутникового альтиметра.
4	8	2	Применение кластерного анализа для идентификации полей, засеянных различными сельскохозяйственными культурами на примере снимков спутников Landsat.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	2	Скачивание в сети Интернет необходимой информации для выполнения лабораторных работ.
	6	Выполнение текущих лабораторных работ.
	4	Подготовка к сдаче текущих лабораторных работ.
2	6	Скачивание в сети Интернет необходимой информации для выполнения лабораторных работ.
	18	Выполнение текущих лабораторных работ.
	12	Подготовка к сдаче текущих лабораторных работ.
3	6	Скачивание в сети Интернет необходимой информации для выполнения

		лабораторных работ.
	18	Выполнение текущих лабораторных работ.
	12	Подготовка к сдаче текущих лабораторных работ.
4	2	Скачивание в сети Интернет необходимой информации для выполнения лабораторных работ.
	6	Выполнение текущих лабораторных работ.
	4	Подготовка к сдаче текущих лабораторных работ.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

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

Общее

✓ Методические указания студентам по изучению дисциплины

Модуль 1 «Основы и данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)»

✓ Материалы для самостоятельного изучения теории – см. литературу [1–11].

Модуль 2 «Пассивные методы ДЗЗ в видимом, инфракрасном и микроволновом диапазоне»

✓ Материалы для самостоятельного изучения – см. литературу [2, 3, 5, 11]

Модуль 3 «Активные методы ДЗЗ. Радиолокационное зондирование»

✓ Материалы для самостоятельного изучения теории – см. литературу [1, 4, 8].

Модуль 4 «Использование данных ДЗЗ в различных областях.»

✓ Материалы для самостоятельного изучения теории – см. литературу [6, 7, 10].

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Баскаков, С. И. Электродинамика и распространение радиоволн : Учеб. пособие / С. И. Баскаков. – 2-е изд. – М. : URSS. ЛИБРОКОМ, 2012. – 416 с. – (Классика инженерной мысли: радиотехника). – ISBN 978-5-397-02660-4.
2. Гук, А. П. Фотограмметрия и дистанционное зондирование: учебное пособие / А. П. Гук. – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. – 248 с. – ISBN 978-5-906948-89-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/157317> (дата обращения: 20.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Дистанционное зондирование Земли : учебное пособие / В. М. Владимиров, Д. Д. Дмитриев, В. Н. Тяпкин, Ю. Л. Фатеев. — Красноярск : СФУ, 2014. — 196 с. — ISBN 978-5-7638-3084-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/64590> (дата обращения: 20.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Занин, К. А. Основы математического моделирования информационного тракта космических радиолокаторов с синтезированной апертурой : Учеб. пособие / К. А.

- Занин.. – М.: МАИ, 2015. – 148 с. – ISBN 978-5-4316-0261-0.
5. Измestьев, А. Г. Фотограмметрия и дистанционные методы зондирования земли : учебное пособие / А. Г. Измestьев. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 119 с. — ISBN 978-5-906888-77-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105396> (дата обращения: 20.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
 6. Курганович, К. А. Применение данных дистанционного зондирования земли в научной деятельности : учебное пособие / К. А. Курганович, Д. В. Кочев. — Чита : ЗабГУ, 2021. — 132 с. — ISBN 978-5-9293-2835-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/271706> (дата обращения: 20.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
 7. Лапко, А. В. Информационные средства оценивания состояний природных объектов по данным дистанционного зондирования на основе непараметрических методов распознавания образов : учебное пособие / А. В. Лапко. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2020. — 92 с. — ISBN 978-5-86433-810-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165888> (дата обращения: 20.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
 8. Новые технологии дистанционного зондирования Земли из космоса. / В. В. Груздов, Ю. В. Колковский, А. В. Криштопов, А. И. Кудря. — М. : Техносфера, 2019. — 482 с. — ISBN 978-5-94836-502-2. URL: <https://e.lanbook.com/book/140555>. (дата обращения: 20.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
 9. Развитие и применение информационных технологий исследования природных ресурсов территорий Сибири на основе данных дистанционного зондирования : монография / И. В. Зеньков, С. Т. Им, А. В. Лапко [и др.]. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2017. — 280 с. — ISBN 978-5-86433-710-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/147452> (дата обращения: 20.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
 10. Шарков, Е. А. Радиотепловое дистанционное зондирование Земли: физические основы. Т. 1. / Е. А. Шарков — Москва: ИКИ РАН, 2014. — 543 с. — (Механика, управление и информатика) — ISBN 978-5-9903101-8-6. URL: <http://www.iki.rssi.ru/books/2014sharkov1>(дата обращения: 20.05.2025). — Режим доступа свободный.
 11. Шпак, А. В. Космические системы дистанционного зондирования земли: рекомендации для курсового проектирования : методические рекомендации / А. В. Шпак, Н. А. Трефилов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2022. — 87 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/310850> (дата обращения: 20.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 20.05.2025). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ
2. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 -. - URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 20.05.2025). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей
3. Math-Net.Ru: общероссийский математический портал: сайт. – Москва, Математический институт им. В. А. Стеклова РАН, 2020. – URL: <http://www.mathnet.ru/> (дата обращения: 20.05.2025). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Дисциплина реализуется путём проведения лекционных и лабораторных работ по расписанию в аудиториях вуза и внеаудиторной самостоятельной работы.

Процесс обучения строится по следующей схеме:

(1) – лекция (читается еженедельно в аудиториях института по расписанию занятий);

– СРС (проработка лекционного материала с использованием записей лекций и учебных пособий);

(2) – лабораторные работы (проводится раз в две недели в аудиториях института, оборудованных компьютерной техникой, по расписанию в форме программной реализации различных алгоритмов обработки данных ДЗЗ и анализа полученных результатов)

– СРС (выполнение текущей лабораторной с последующим анализом полученных результатов и их защитой).

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>.

Для взаимодействия преподавателя со студентом с целью оперативного консультирования по вопросам текущих лабораторных работ используется электронная почта. Выполненные лабораторные работы оформляются студентами в электронном виде и защищаются студентами на следующем занятии, а также направляются преподавателю посредством информационно-образовательной среды ОРИОКС раздел «Домашние задания». После защиты лабораторной работы преподаватель указывает замечания и выставляет итоговый зачтённый бал в информационно-образовательной среде ОРИОКС.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Проектор	ПО не требуется
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC Python

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции ОПК-2 «Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, совершенствовать и разрабатывать концепции, теории и методы»

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины в электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Лекции и лабораторные работы проводятся в аудиториях института в соответствии с расписанием. Дополнительной формой аудиторной работы являются консультации. Они проводятся лектором раз в две недели, их посещать необязательно.

В период изучения дисциплины студентам предоставляется в электронном виде учебно-методические материалы (перечень приведён в разделе 5 и 6), в том числе «Методические рекомендации студентам по изучению дисциплины» (включающие подробное описание организации процесса обучения, системы контроля и оценивания). Материалы размещаются в информационно-образовательной среде ОРИОКС по адресу <http://orioks.miet.ru>.

Большое значение придаётся соблюдению сроков сдачи лабораторных работ. Задержка в сдаче приводит к уменьшению числа баллов, начисляемых за выполнение.

Материалы размещаются в информационно-образовательной среде ОРИОКС по адресу <http://orioks.miet.ru>.

Большое значение придаётся соблюдению сроков сдачи лабораторных работ. Задержка в сдаче приводит к уменьшению числа баллов, начисляемых за выполнение.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждой лабораторной работы в семестре и ответ на экзамене. По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и сроки сдачи контрольных мероприятий, а также детальная схема начисления баллов представлена в информационно-образовательной среде ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>. При начислении баллов действуют следующие правила:

1) По каждой лабораторной работе установлено максимальное засчитываемое число баллов (прописано в методических указаниях студентам).

2) Электронный отчёт по каждой лабораторной работе для проверки и оценивания защищается на последующем занятии и размещается в информационно-образовательной среде ОРИОКС раздел «Домашние задания». Далее, при наличии замечаний по отчёту студент имеет возможность повысить балл, повторно отправив преподавателю доработанную версию отчёта по лабораторной работе через информационно-образовательную среду ОРИОКС.

РАЗРАБОТЧИК:

Профессор каф. ВМ-1, д.ф.-м.н., проф.



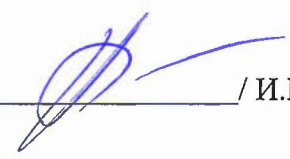
/Лебедев С.А./

Рабочая программа дисциплины «Методы обработки данных дистанционного зондирования Земли» по направлению подготовки 01.04.04 «Прикладная математика», направленность (профиль) «Математические методы моделирования и анализа данных», разработана на кафедре ВМ-1 и утверждена на заседании кафедры 26.05 2026 года, протокол № 15

Заведующий кафедрой ВМ-1  /А.А.Прокофьев/

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 /