

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
по направлению подготовки
25.03.03 Аэронавигация,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Системы полезной нагрузки БАС

Направление подготовки: 25.03.03 Аэронавигация

Направленность (профиль): Эксплуатация беспилотных авиационных систем

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 1346177
Подписал: заместитель директора академии Гончаров
Дмитрий Евгеньевич
Дата: 23.06.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины являются получение обучающимися базовых знаний и практических навыков по составу, устройству, эксплуатации целевого оборудования беспилотных авиационных систем, а также сбору и обработке информации, получаемой в ходе полётов.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучить классификацию, устройство и принципы действия основных типов сенсоров полезной нагрузки;
- освоить методы стабилизации, наведения и электрической интеграции целевого оборудования на носитель;
- научиться планировать миссию, программировать логику работы сенсоров и проверять их готовность перед вылетом;
- сформировать навыки первичной обработки, фотограмметрического преобразования и тематического анализа полученных данных;
- освоить требования регламентов технического обслуживания и нормативно-правовые ограничения применения полезной нагрузки.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ПК-4 - Способен организовывать предполетную подготовку полезной нагрузки, а также сбор и обработку информации, получаемой в ходе полетов беспилотных авиационных систем в соответствии с заданием на полет.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- порядок эксплуатации основных типов сенсоров, применяемых в качестве полезной нагрузки
- принципы организации каналов передачи целевой информации и телеметрии

Уметь:

- выполнять предполётную подготовку, настройку и функциональный контроль полезной нагрузки согласно заданию
- анализировать полученную информацию для решения типовых прикладных задач

Владеть:

- методикой калибровки и тестирования сенсоров на этапе предполётной подготовки

- навыками работы в программной среде обработки данных и построения трёхмерных моделей

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №6
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	64	64
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 80 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Роль и классификация полезной нагрузки беспилотных авиационных систем - Место полезной нагрузки в архитектуре БАС и её взаимосвязь с энергосистемой, управлением и каналами связи - Классификация типов платформ и решаемых прикладных задач, влияние конструкции носителя на состав нагрузки - Основные эксплуатационные требования: ограничения по массе и габаритам, энергопотребление, помехоустойчивость, показатели надёжности
2	Оптические и мультиспектральные сенсоры - Устройство и компоненты фотокамер: объективы, матрицы, фильтры - Физические основы формирования изображения в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах - Принципы мультиспектральной съёмки, калибровка по отражательной способности - Особенности эксплуатации и ограничения оптических сенсоров в полёте
3	Тепловизионные системы - Физические принципы регистрации инфракрасного излучения, диапазоны длин волн - Устройство тепловизионных камер: типы детекторов, системы охлаждения, калибровочные механизмы - Влияние метеоусловий и времени суток на качество тепловизионных данных - Особенности настройки и предполётной проверки тепловизоров
4	Локационные системы: лидары и радары - Принцип работы лазерного сканирования (лидар), параметры импульсов, регистрация отражений - Основы радиолокационного зондирования с борта БВС, типы радаров - Факторы точности: высота, скорость, углы сканирования, отражающая способность поверхности - Требования к стабилизации и синхронизации локационных данных
5	Специализированные сенсоры полезной нагрузки - Газоанализаторы: принципы детектирования, калибровка, влияние высоты и скорости на забор проб - Магнитометры и их применение при геофизической разведке, компенсация собственных магнитных полей носителя - Радиометрические датчики и эхолоты: особенности применения, интерпретация сигналов - Унификация интерфейсов и питания для специализированных сенсоров
6	Системы стабилизации и интеграции полезной нагрузки - Назначение и конструкция стабилизирующих подвесов, типы приводов - Требования к точности стабилизации и наведения в зависимости от типа сенсора и режима полёта - Способы механического и электрического сопряжения нагрузки с бортом: крепёжные интерфейсы и разъёмы - Распределение электропитания, информационные шины, протоколы управления нагрузкой
7	Каналы передачи целевой информации и телеметрии - Организация радиоканалов передачи данных с полезной нагрузки: дальность, пропускная способность - Форматы и протоколы передачи видео, тепловизионных и телеметрических потоков - Помехозащищённость и шифрование каналов управления и сбора данных - Проверка работоспособности каналов связи на этапе предполётной подготовки
8	Предполётное планирование и программирование работы полезной нагрузки - Расчёт высоты, скорости и продольного/поперечного перекрытия для достижения заданного пространственного разрешения (GSD) - Разработка полётного задания с учётом характеристик сенсоров и рельефа местности - Логика автономного включения и выключения сенсоров по маршруту, синхронизация с координатами - Порядок предполётной калибровки и функционального контроля систем полезной нагрузки

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
9	Обработка и интерпретация данных полезной нагрузки - Первичная коррекция и ортотрансформирование снимков, учёт дисторсии и позиционирования - Основы фотограмметрической обработки: построение плотных облаков точек, трёхмерных моделей, ортофотопланов - Методы тематического анализа: вегетационные индексы, тепловые аномалии, классификация объектов - Программные среды и инструменты, применяемые для постобработки данных
10	Техническая эксплуатация и нормативное обеспечение полезной нагрузки - Регламенты периодического технического обслуживания: чистка оптики, проверка герметичности, обновление калибровок - Типовые неисправности, методы диагностики и порядок их устранения - Документирование процедур предполётной проверки и результатов послеполётного анализа - Нормативно-правовые ограничения на применение сенсоров, требования к квалификации персонала

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Анализ состава полезной нагрузки для типовых задач БАС и оценка влияния ограничений по массе, габаритам и энергопотреблению В результате практических занятий у студентов формируется навык обоснованного подбора полезной нагрузки под полётное задание с учётом эксплуатационных ограничений и архитектуры бортовых систем.
2	Настройка и калибровка мультиспектральной камеры на борту БВС В результате практических занятий у студентов формируется навык выполнения предполётной регулировки фокусного расстояния, баланса белого и калибровки по отражательной способности для получения геопривязанных мультиспектральных снимков требуемого качества.
3	Предполётная проверка и настройка тепловизионной камеры с учётом метеоусловий В результате практических занятий у студентов формируется навык выполнения операций NUC-калибровки, выбора рабочего температурного диапазона и оценки влияния облачности/времени суток на информативность тепловых данных.
4	Конфигурирование и предполётная проверка лидара с синхронизацией по GNSS/IMU В результате практических занятий у студентов формируется навык задания параметров лазерного сканирования (частота импульсов, углы обзора) и контроля временной синхронизации облака точек с навигационным решением носителя.
5	Интеграция и предполётная проверка газоанализатора и магнитометра В результате практических занятий у студентов формируется навык калибровки электрохимических газоанализаторов по эталонным смесям и компенсации собственных магнитных полей БВС при установке феррозондового магнитометра.
6	Установка полезной нагрузки в стабилизирующий подвес и настройка компенсации вибраций В результате практических занятий у студентов формируется навык механической балансировки подвеса, настройки демпфирующих элементов и проверки точности стабилизации при имитации полётных эволюций.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
7	Проверка радиоканала передачи видео и телеметрии с настройкой помехозащищённости В результате практических занятий у студентов формируется навык тестирования целостности видеопотока и телеметрических пакетов в условиях фоновых помех, а также диагностики ошибок линий связи на этапе предполётной подготовки.
8	Разработка полётного задания с автоматическим управлением сенсорами по координатам В результате практических занятий у студентов формируется навык расчёта параметров съёмки (высота, скорость, продольное/поперечное перекрытие) и программирования логики включения/выключения сенсоров в полётном контроллере с учётом рельефа местности.
9	Постобработка данных фотограмметрии: построение ортофотоплана и расчёт вегетационного индекса В результате практических занятий у студентов формируется навык выполнения фотограмметрической обработки снимков (выравнивание, построение плотного облака точек, ортотрансформирование) и вычисления NDVI в стандартном программном обеспечении.
10	Проведение регламентного обслуживания оптического сенсора и документирование результатов В результате практических занятий у студентов формируется навык выполнения операций по очистке оптики, контролю герметичности обтекателей и обновлению калибровочных файлов с обязательным оформлением актов технического обслуживания согласно эксплуатационной документации.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Работа с лекционным материалом
2	Подготовка к практическим занятиям
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Образовательная платформа Юрайт <https://urait.ru/>

Электронно-библиотечная система Лань <http://e.lanbook.com>

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) <http://library.mii>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

MS Project

MS Office

Python

Jupyter Notebook

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория с мультимедиа аппаратурой. Для проведения практических занятий требуется аудитория, оснащенная мультимедиа аппаратурой и ПК с необходимым программным обеспечением, и подключением к сети интернет. Для организации самостоятельной работы студентов необходима учебная аудитория с рабочими местами, обеспечивающими выход в Интернет. Необходим доступ каждого студента к информационным ресурсам – библиотечному фонду Университета и сетевым ресурсам Интернет.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 6 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

специалист

П.Н. Бутусов

Согласовано:

Заместитель директора академии

Д.Е. Гончаров

Председатель учебно-методической
комиссии

В.В. Безряков