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 специальности
23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Технологии БАС при проектировании, строительстве и эксплуатации ВСМ

Специальность: 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей

Специализация: Цифровое проектирование, строительство и эксплуатация инфраструктуры высокоскоростных железнодорожных магистралей

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 ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
ID подписи: 392160
Подписал: руководитель образовательной программы
Баяндурова Александра Александровна
Дата: 25.11.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины являются:

- сформировать систему знаний о беспилотных авиационных системах и технологиях их применения при проектировании, строительстве и эксплуатации ВСМ;

- сформировать навыки выполнения аэросъёмки, фотограмметрической обработки и применения данных БАС для построения цифровых моделей и мониторинга.

Задачами дисциплины являются:

- изучить состав, нормативное регулирование и оборудование БАС, технологии аэросъёмки и обработки данных;

- освоить построение цифровых моделей местности по данным БАС и применение БАС для контроля и мониторинга инфраструктуры.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-4 - Способен создавать цифровые инженерные модели местности на основе материалов инженерных изысканий для проектирования объектов ВСМ;

ПК-7 - Способен выполнять мониторинг инфраструктуры ВСМ координатными методами, и анализировать результаты мониторинга.

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

Знать:

- состав, нормативное регулирование, оборудование БАС и технологии аэросъёмки и фотограмметрической обработки;

- методы применения данных БАС для контроля строительства и мониторинга инфраструктуры.

Уметь:

- планировать и выполнять аэросъёмку, обрабатывать данные и строить цифровые модели местности;

- применять данные БАС для мониторинга инфраструктуры и выявления отклонений.

Владеть:

- навыками выполнения аэросъёмки и фотограмметрической обработки данных БАС;

- навыками применения БАС для контроля строительства и мониторинга инфраструктуры.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 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 №8
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	42	42
В том числе:		
Занятия лекционного типа	14	14
Занятия семинарского типа	28	28

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 66 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	Беспилотные авиационные системы: основы Рассматриваемые вопросы: - состав и классификация БАС; - принципы функционирования; - области применения на транспорте.
2	Нормативное регулирование применения БАС Рассматриваемые вопросы: - нормативная база полётов; - требования к эксплуатации; - организация и согласование полётов.
3	Оборудование БАС для сбора данных Рассматриваемые вопросы: - камеры и мультиспектральные сенсоры; - лидарные системы; - навигационное оборудование.
4	Планирование и выполнение аэросъёмки Рассматриваемые вопросы: - планирование полётного задания; - выполнение съёмки; - контроль качества данных.
5	Фотограмметрическая обработка данных БАС Рассматриваемые вопросы: - обработка снимков (ПК-4); - построение ортофотопланов и ЦММ; - оценка точности результатов.
6	Применение БАС при изысканиях и проектировании Рассматриваемые вопросы: - сбор данных для проектирования; - построение цифровых моделей местности; - интеграция с САПР и ГИС.
7	Применение БАС при строительстве и мониторинге Рассматриваемые вопросы: - контроль хода строительства; - мониторинг инфраструктуры (ПК-7); - выявление отклонений и деформаций.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Изучение состава и типов БАС Общее устройство беспилотной авиационной системы: носитель, полезная нагрузка, система управления, связи и наземные средства. Основные типы БАС - мультироторные гибридные и их применение. Сопоставление характеристик: продолжительность полёта, грузоподъёмность, устойчивость к ветру, точность позиционирования, тип камеры. Разбор влияния типа БАС на выбор технологии съёмки и условия выполнения работ.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	Сравнительный обзор БАС с выводами о применимости разных типов для учебных и производственных задач.
2	Анализ нормативных требований к полётам Изучаются основные нормативные документы и правила организации полётов БАС. Рассмотр требований к регистрации, разрешениям и ограничениям. Анализ требований безопасности, включая подготовку оператора и учёт метеоусловий. Разбор правил документирования и действий при нештатных ситуациях. Перечень требований, который можно использовать как основу для допуска к учебным полётам.
3	Подготовка БАС к съёмке Порядок предполётной проверки БАС и полезной нагрузки. Настройка камеры: выдержка, ISO, интервал съёмки, формат файлов. Проверка заряда аккумуляторов, навигационного оборудование, карты памяти и крепления. Проверка связи, телеметрии и готовности наземной станции управления. Разбор типовых ошибок подготовки и способы их предотвращения. Подготовка БАС к аэрофотосъёмке.
4	Планирование полётного задания Определение границы участка съёмки и требуемых пространственных данных. Выбор схемы маршрута, высоты полёта, перекрытия снимков и направления залётов. Учет ограничений участка: рельеф, препятствия, запретные зоны, метеоусловия. Расчет времени полёта, количества залётов и потребности в аккумуляторах Проверка соответствия плана требованиям безопасности и точности. Оформление полётного задания с маршрутом и параметрами съёмки.
5	Расчёт параметров аэрофотосъёмки Изучение связи между высотой полёта, фокусным расстоянием и пространственным разрешением снимка. Расчёт продольного и поперечного перекрытий для обеспечения стереообработки. Определение интервала между снимками и расстояния между маршрутами. Учёт влияния рельефа и требуемой точности на выбор параметров. Проверка достаточности количества снимков и связующих точек. Расчёт параметров съёмки для выполнения полётного задания.
6	Выполнение аэрофотосъёмки участка Выполнение практической или модельной съёмки участка по подготовленному заданию. Контроль курса, высоты, скорости и перекрытий снимков в процессе съёмки. Проверка качества материалов: резкости, экспозиции и отсутствия пропусков. Фиксация условий съёмки и возможных отклонений от плана. Выполнение при необходимости повторных залётов проблемных участков. Комплект материалов съёмки, пригодный для дальнейшей обработки.
7	Фотограмметрическая обработка снимков Освоение порядка загрузки снимков и создания фотограмметрического проекта. Выполнение взаимного ориентирования снимков и построения разреженного облака точек. Построение плотного облака точек, модели и ортофотоплана участка. Проверка качества обработки: связности модели, ошибок привязки и пропусков. Выполнение при необходимости уравнивания и контроля по опорным точкам. Формирование ортофотоплана участка и промежуточных материалов обработки.
8	Построение цифровой модели местности Создание цифровой модели местности по материалам съёмки. Разбор этапов фильтрации точек и отделения рельефа от объектов. Построение ЦММ и производных продуктов: горизонталей, высотных отметок и профилей. Проверка соответствия модели реальному рельефу и качеству исходных данных.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	Оценка пригодности ЦММ для проектных и мониторинговых задач. Формирование цифровой модели местности участка.
9	Оценка точности результатов съёмки Изучение критериев точности ортофотоплана и ЦММ. Сравнение результатов с контрольными точками или наземными измерениями. Расчёт величин отклонений по плановому положению и высоте. Анализ источников ошибок: параметров съёмки, привязки, обработки и рельефа. Проверка соответствия точности требованиям задачи. Заключение о точности результатов съёмки.
10	Контроль хода строительства по данным БАС Изучение применения материалов аэрофотосъёмки для контроля строительных работ. Сопоставление данных съёмки разных периодов и проектных решений. Выявление выполненных объёмов, отклонений от проекта и изменений на площадке. Освоение подготовки ведомостей объёмов и отклонений. Анализ ограничений метода и необходимости наземной проверки. Ведомость объёмов/отклонений по результатам БАС.
11	Мониторинг инфраструктуры по данным БАС Рассмотрение задач мониторинга линейных и площадных инфраструктурных объектов. Сравнение разновременных съёмок для выявления изменений. Выявление деформаций, смещений, повреждений и участков повышенного внимания. Освоение подготовки аналитических материалов по результатам съёмки. Оценка ограничений визуального и фотограмметрического анализа. Аналитическая справка об изменениях и деформациях объекта.
12	Интеграция данных БАС в ГИС Изучение форматов представления результатов съёмки: ортофотоплана, ЦММ и векторных слоёв. Выполнение импорта данных в геоинформационную систему. Освоение привязки слоёв, настройки систем координат и оформления проекта. Проверка корректности пространственного положения данных. Разбор примеров совместного анализа данных БАС с другими слоями ГИС. ГИС-проект с данными БАС.
13	Сравнение технологий съёмки Сопоставление аэрофотосъёмки с БАС и наземных методов съёмки. Сравнение точности, производительности, стоимости и условий применения. Учёт ограничений БАС: погоды, запретных зон, времени полёта и обработки данных. Учёт сильных сторон наземных методов: контроля точности и работы под препятствиями. Формулирование рекомендаций по выбору технологии под конкретную задачу. Сравнительная таблица технологий съёмки.
14	Комплексное применение БАС на участке ВСМ Решение сквозной задачи применения БАС на участке высокоскоростной магистрали. Планирование съёмки, подготовка оборудования и расчёт параметров. Отработка съёмки, фотограмметрической обработки и построения ЦММ/ортофотоплана. Оценка точности, контроль строительства и мониторинг инфраструктуры. Интеграция результатов в ГИС и оформление комплекта материалов. Комплект результатов комплексного применения БАС на участке ВСМ.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	изучение теоретического материала, нормативной документации и дополнительной литературы;
2	подготовка к занятиям и выполнение индивидуальных заданий;
3	подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Беспилотные летательные аппараты : учебное пособие / С. Н. Денисенко, А. Ю. Смирнов, А. М. Хрусталев, И. Г. Штеренберг. — Санкт-Петербург : СПбГТИ (ТУ), 2023. — 115 с.	ЭБС Лань: https://e.lanbook.com/book/365894 (дата обращения: 16.04.2024).
2	Глухов, А. Т. Транспортная планировка, землеустройство и экологический мониторинг городов : учебное пособие для вузов / А. Т. Глухов, А. Н. Васильев, О. А. Гусева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 324 с. — ISBN 978-5-507-44784-8.	ЭБС Лань: https://e.lanbook.com/book/242984 (дата обращения: 16.04.2024).
3	Фотограмметрия и дистанционное зондирование территории : учебное пособие / составители С. С. Рацен [и др.]. — Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2023. — 149 с. — ISBN 978-5-98346-146-8.	ЭБС Лань: https://e.lanbook.com/book/392105 (дата обращения: 16.04.2024).
4	Транспортная инфраструктура : учебник и практикум для вузов / А. И. Солодкий, А. Э. Горев, Э. Д. Бондарева, Н. В. Черных ; под редакцией А. И. Солодкого. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 443 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18169-2.	ОП Юрайт: https://urait.ru/bcode/534469 (дата обращения: 16.04.2024).
5	Суворова, Г. М. Информационные технологии в управлении средой обитания : учебное пособие для вузов / Г. М. Суворова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 210 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14062-0.	ОП Юрайт: https://urait.ru/bcode/544031 (дата обращения: 16.04.2024).

6	Кустышева, И. Н. Мониторинг земель : учебное пособие для вузов / И. Н. Кустышева, А. А. Широкова, А. В. Дубровский. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 96 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13277-9.	ОП Юрайт: https://urait.ru/bcode/543572 (дата обращения: 16.04.2024).

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

- Официальный сайт РУТ (МИИТ) (https://www.miit.ru/)
- Официальный сайт ОАО «РЖД» (https://www.rzd.ru/)
- Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (http://library.miit.ru)
- ЭБС издательства «Лань» (https://e.lanbook.com/)
- ЭБС «ZNANIUM.COM» (https://znanium.com/)
- Информационные справочные системы «КонсультантПлюс», «Гарант»

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

- программное обеспечение планирования полётов БАС UgCS (SPH Engineering;
- программное обеспечение фотограмметрической обработки Agisoft Metashape;
- геоинформационная система (ГИС) QGIS.

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

Компьютерный класс. оборудованный современными персональными компьютерами и мультимедийным оборудованием для демонстрации экрана

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 8 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

специалист	А.А. Менчинский

Согласовано:

Директор	О.Н. Покусаев
Руководитель образовательной программы	А.А. Баяндурова
Председатель учебно-методической комиссии	Д.В. Паринов