Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента стратегической политики
Дата подписания: 01.04.2026 10:36:17
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДЕНО
Декан Факультета урбанистики и городского хозяйства
_____ К.И. Лушин
27 февраля 2025 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.2.17 Беспилотные технологии в маркшейдерском деле

Направление подготовки
21.05.04 **«Горное дело»**

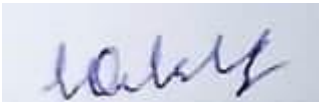
Специализация
Маркшейдерское дело

Квалификация
Специалист

Форма обучения
Заочная

Москва 2025

Разработчик:

д.т.н., профессор  /Ю.М.Левкин/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Промышленное, гражданское и подземное строительство»,
к.т.н., доцент /  / И.С. Пуляев
И.О. Фамилия

Содержание.

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2.Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины....5
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость....5
3.1.1. Заочная форма обучения....5
3.2. Тематический план изучения дисциплины....5
3.2.1. Заочная форма обучения....5
3.3. Содержание дисциплины....7
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий....9
3.5. Тематика курсовых проектов 10
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 10
4.1. Нормативные документы и ГОСТы....10
4.2. Основная литература....10
4.3.Дополнительная литература....10
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение....11
4.6.Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы....11
4.7 Электронные образовательные ресурсы 12
5. Материально-техническое обеспечение....12
6. Образовательные технологии....12
6.1.Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения....12
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин. 13
7. Фонд оценочных средств....14
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 14
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 14
7.2.2.Шкала оценивания для экзамена: 14
7.3. Оценочные средства....16
7.3.1. Текущий контроль....16
7.3.2. Промежуточная аттестация 16
7.3.3. Вопросы для подготовки к экзамену....16

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Беспилотные технологии в маркшейдерском деле"» следует отнести:

- получение студентами базисной основы знаний и навыков пространственного мышления:
- ознакомление студентов с назначением и способами выполнения основных геодезических, маркшейдерских и горно-геометрических работ, которые обеспечивают безопасность ведения горных работ:
- изучение основ использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для геодезических и маркшейдерских задач, таких как создание цифровых моделей рельефа, съемки местности, контроль объемов горных работ и мониторинг состояния объектов.

К основным задачам дисциплины относятся:

- получение практических навыков работы с беспилотными системами и программным обеспечением;
- подготовка специалистов, способных интегрировать беспилотные технологии в комплексные решения в области горного дела и строительства

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-14. Способен разрабатывать проектные инновационные решения по эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов	ИОПК-14.1.Умеет разрабатывать технологические схемы и календарный план строительства, выбор способа, техники и технологии горно-строительных работ, ориентируясь на инновационные разработки, обеспечение технологической и экологической безопасности жизнедеятельности, составление необходимой технической и финансовой документации ИОПК-14.2. Умеет выбирать объемно-планировочного решения и основных параметров инженерных конструкций подземных объектов, производство их расчета на прочность, устойчивость и деформируемость, выбор материалов для инженерных конструкций подземных и горно-технических зданий и сооружений на поверхности
ОПК-21. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ИОПК-21.1. Может обеспечивать эффективное использование информационных ресурсов в проектной деятельности. ИОПК-21.2. Умеет употреблять понятия и термины в области информационных технологий, знать основные операции преобразования горной информации.

	ИОПК-21.3. Может повысить роль ИТ в развитии технологических процессов подземного строительства.

2.Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Беспилотные технологии в маркшейдерском деле» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)». Дисциплина логически связана со следующими дисциплинами:
Линейная алгебра;
Электротехника и электроника
Маркшейдерия

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, (180 часов). Изучается на 6 курсе, в 11 и 12 семестрах. Форма промежуточной аттестации – экзамен в 11 семестре, зачёт в 12 семестре.

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			11 семестр	12 семестр
1	**Аудиторные занятия**	**34**	**16**	**18**
	В том числе:			
1.1	Лекции	**22**	**10**	12
1.2	Семинарские/практические занятия	**12**	**6**	6
1.3	Лабораторные занятия			
2	**Самостоятельная работа**	**146**	**73**	**73**
	В том числе:			
2.1	Подготовка и защита графических работ	76	**38**	38
2.2	Самостоятельное изучение	70	**35**	**35**
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	180	**Экзамен**	**Зачёт**

3.2. Тематический план изучения дисциплины

3.2.1. Заочная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	

1	Раздел 1. Введение. Архитектура системы. Модели проектирования. Система координат.	1	1				
2	Раздел 2. Переменные состояния. Кинематика. Динамика неизменяемых систем	17	1	1			15
3	Раздел 3 Модели линейного проектирования. Описание нелинейных уравнений движения	13	2	1			10
4.	Раздел 4. Проектирование автопилота с использованием последовательных замыканий контура обратной связи	12	2				10
5.	Раздел 5 . Цифровые компасы. Система глобального позиционирования	13	2	1			10
6.	Раздел 6 Планирование траектории. Поточечные алгоритмы. Алгоритмы охвата. Навигация с помощью видеосистемы	18	1	2			15
7.	Раздел 7 Интеллектуальное управление БЛА . Постановка проблемы интеллектуального управления БЛА. Структура перспективной интегрированной интеллектуальной системы управления БЛА	18	2	1			15
8.	Раздел 8 Обязательный состав компонентов квадрокоптера; электродвигатели; плата распределения питания (PDB); пропеллер; приёмник радиосигнала; рама; регуляторы оборотов электродвигателей; аккумулятор; полётный контроллер. Настройка БПЛА.	18	1	2			15
9	Раздел 9 Выполнение маркшейдерских работ беспилотными аппаратами при строительстве тоннелей метро, проложении инженерных сетей, комплексному исследованию особенностей рельефа	19	2	2			15
10	Раздел 10. Создание 3D-моделей карьеров, горнодобывающих предприятий и обогатительных фабрик.	12	2				10
11	Раздел 11. Назначение, устройство и характеристики лазерного высокоточного сканера (лидара)	19	2	2			15

	IMU DJI Zenmuse L1 и камеры RGB предназначенного для построения 3D-моделей рельефа местности.						
12	Раздел 12.Мониторинг подземных горных выработок (шахт, рудников, штолен), проверка инфраструктуры шахт (надшахтных построек, копров, вентиляционных сетей) беспилотными аппаратами	20	4				16
	Итого	**180**	**22**	**12**			**146**

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение. Архитектура системы БЛА. Модели проектирования. Опытно-конструкторская разработка. Системы координат. Матрицы вращения. Системы координат БЛА. Воздушная скорость, скорость ветра и скорость относительно Земли. Ветровой треугольник. Дифференцирование вектора.

Раздел 2. Кинематика и динамика. Переменные состояния. Кинематика. Динамика неизменяемых систем. Силы и моменты сил. Гравитационные силы. Аэродинамические силы и моменты. Движущие силы и моменты. Атмосферные возмущения. Модели линейного проектирования. Описание нелинейных уравнений движения. Координированный поворот. Балансировочный режим. Модели передаточной функции. Линейные модели в пространстве состояний. Упрощенные режимы. Описание нелинейных уравнений движения. Координированный поворот. Балансировочный режим. Модели передаточной функции. Линейные модели в пространстве состояний. Упрощенные режимы

Раздел 3. Проектирование автопилота с использованием последовательных замыканий контура обратной связи. Последовательное замыкание контура. Ограничения, связанные с насыщением, и их влияние на рабочие характеристики. Автопилот движения в боковом направлении. Автопилот продольного движения. Цифровая реализация контуров с ПИД - регулятором. Датчики МБЛА. Акселерометры. Датчики угловой скорости. Датчики давления. Цифровые компасы. Система глобального позиционирования. Оценка состояния. Контрольный маневр. Фильтры низких частот. Оценка состояния путем обращения модели датчика. Теория динамического наблюдателя. Вывод дискретно-непрерывного фильтра Калмана. Оценка положения. Сглаживание данных GP.

Раздел 4. Модели наведения. Модель автопилота. Кинематическая модель управляемого полета. Кинематические модели наведения. Динамическая модель наведения. Движение по прямой линии и круговой орбите. Движение по прямолинейной траектории. Движение по круговой орбите. Система управления маршрутом. Переходы между путевыми точками. Поточечные алгоритмы. Алгоритмы охвата. Навигация с помощью видеосистемы. Система координат карданного подвеса, видеокамеры и проективная геометрия. Нацеливание карданного подвеса. Геолокация. Оценка движения цели в плоскости изображения. Время до столкновения. Точная посадка. Основные положения прикладной теории управления беспилотными летательными аппаратами. Состав и классификация беспилотных ЛА. Структура современных беспилотных авиационных комплексов. Организация функционирования беспилотных авиационных комплексов. Жизненный цикл БЛА и основные задачи его реализации. Общая характеристика прикладной теории управления БЛА.

Раздел 5. Ветровые возмущения траекторий движения БЛА . Общая характеристика ветровых возмущений. Оценки влияния ветровых возмущений на параметры полета БЛА. Общий метод моделирования движения БЛА в неспокойной атмосфере. Математические модели управляемого полета БЛА самолетных схем. Модели пространственного движения БЛА. Модели управляемых полетов БЛА в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Модели движения БЛА в географических координатах. Модели управляемых установившихся режимов полетов БЛА. Формирование требуемых законов прямого управления БЛА.

Модели управляемого полета БЛА одновинтовой вертолетной схемы. Основные сведения из теории полета одновинтовых вертолетов. Общая математическая модель управляемого полета беспилотного вертолета. Частные модели управляемых полетов беспилотного вертолета. Модели динамики старта, взлета и посадки БЛА. Модели старта БЛА с мобильной пусковой установки. Модель парашютной посадки БЛА. Моделирование процессов аэродромного взлета и посадки БЛА. Модели взлета и посадки беспилотного вертолета. Траекторные методы формирования управления различными видами БЛА. Управление полетами БЛА по требуемым плоским траекториям. Управление полетами БЛА по требуемым пространственным траекториям. Управление информационными БЛА. Управление БЛА оптикоэлектронной видовой разведки и мониторинга наземных (надводных) объектов. Управление БЛА разведки и мониторинга загрязнений воздушного бассейна. Управление БЛА радиотехнической разведки. Управление БЛА ретрансляции связи воздушных и наземных объектов.

Раздел 6 Управление полетами БЛА по замкнутой траектории с максимальной площадью охвата наземной поверхности. Полет БЛА в спокойной атмосфере . Полет БЛА при действии ветровых возмущений. Учет основных характеристик целевой аппаратуры БЛА оптико-электронной разведки и мониторинга. Управление БЛА при перелете между заданными точками маршрута в неспокойной атмосфере. Управление набором высоты БЛА. Управление разбегом БЛА по взлетно-посадочной полосе аэродрома. Оптимизация установившихся режимов полета БЛА. Прямолинейный горизонтальный полет БЛА. Барражирование БЛА по круговой траектории.

Интеллектуальное управление БЛА. Постановка проблемы интеллектуального управления БЛА. Структура перспективной интегрированной интеллектуальной системы управления БЛА. Базовая бортовая экспертная система БЛА. Основные вопросы реализации бортовой экспертной системы подсистемы «Полет» интегрированной интеллектуальной системы управления БЛА.

Раздел 7 Аэродинамика летательных аппаратов, динамика полета моторных аппаратов. Основные понятия. Строение атмосферы. Положение летательных аппаратов в воздухе и системы координат. Узлы летательного аппарата. Геометрические характеристики крыла. Аэродинамические силы. Четыре основные силы, действующие на летательный аппарат в полете: тяга; лобовое сопротивление; подъемная сила; вес или гравитация. Основные понятия и показатели надежности, безопасности и живучести БЛА. Количественные показатели надежности, безопасности и живучести БЛА. Понятия: центра давления; центра масс; перегрузки; аэродинамического качества.

Основные определения о беспилотных летательных аппаратов. Способы запуска и управления БПЛА. Классификация БПЛА по назначению и принципам полёта. БПЛА самолётного типа. БПЛА с гибким крылом. БПЛА вертолётного типа. БПЛА с машущим крылом. БПЛА аэростатического типа. Классификация БПЛА по лётным характеристикам: классификация UVS International; российская универсальная классификация. Моно-коптер. Мультикоптеры. Различные схемы построения мультикоптеров. Обязательный состав компонентов квадрокоптера; электродвигатели; плата распределения питания (PDB); пропеллер; приёмник радиосигнала; рама; регуляторы оборотов электродвигателей;

аккумулятор; полётный контроллер. Настройка БПЛА. Формула для расчета мощности, выдаваемой аккумуляторной батареей. Правовое использование БЛА.

Раздел 8. Выполнение маркшейдерских работ беспилотными аппаратами при строительстве тоннелей метро, проложении инженерных сетей, комплексному исследованию особенностей рельефа, составе грунта, пространственных и геометрических параметров участка выполнения работ, сбор информации о миграции горных пород, сейсмической активности, подземных сооружениях и прочие натурные измерения.

Использование беспилотных не летательных (движущихся по почве) аппаратов в маркшейдерском обслуживании горных работ проводимых подземным способом, Международная практика использования беспилотных не летательных (движущихся по почве) аппаратов в горной промышленности.

Раздел 9. Создание 3D-моделей карьеров, горнодобываюших предприятий и обогатительных и фабрик. Сбор картографических материалов (данных для построения карт и схем). Создание детального цифрового плана местности. Геологоразведка (изучение строения, структуры и качества залежей полезных ископаемых, определение количества и состава минерального сырья). Построение высокоточных трёхмерных моделей участков и объектов. Зарубежная практика осуществления маркшейдерского мониторинга беспилотными автоматизированными системами (БАС) за нарушением закреплённых границ земельных отводов предназначенных для добычи полезных ископаемых.

Раздел 10. Конструктивные особенности и характеристики фотограмметрической камеры DJI Zenmuse P1. Особенности сбора геопространственных данных. Построение трёхмерной модели изучаемой местности для выполнения маркшейдерских измерений беспилотным комплексом изготовленным на базе универсальной летной платформы DJI Matrice 300 RTK с полезной нагрузкой Zenmuse P1.

Раздел 11 Назначение, устройство и характеристики лазерного высокоточного сканера (лидара) IMU DJI Zenmuse L1 и камеры RGB предназначенного для построения 3D-моделей рельефа местности. Назначение, устройство и характеристики инерциального измерительного блока - IMU. Назначение устройства и характеристики портативного беспилотного аппарата DJI **Mavic 3 Enterprise** (M3E) для картирования сложных объектов. Современный подход к созданию маркшейдерской графической документации. Общие сведения о маркшейдерской графической документации, классификация, назначение и содержание чертежей, их роль для безопасного ведения горных работ. Требования, применяемые к маркшейдерским чертежам.

Раздел 12 Мониторинг подземных горных выработок (шахт, рудников, штолен), проверка инфраструктуры шахт (надшахтных построек, копров, вентиляционных сетей) беспилотными аппаратами. Исследование состояния экологически опасных подземных объектов (шахт, рудников и прочих), и окружающую их территорию. Мониторинг состояния хвостохранилищ (сооружения для захоронения или временного хранения отходов горнообогатительных предприятий). Наблюдения за процессом добычи полезных ископаемых, строительными работами, эксплуатацией объектов в реальном времени.

3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

1. Беспилотные технологии для инженерно-геодезических изысканий, получение
2. данных о земельном участке, и мониторинга работ от начала до эксплуатации
3. готового объекта

2. Получение геологоразведочных данных в труднодоступных горных и лесистых местностях .

3. Поиск мест полезных ископаемых путем мониторинга состояния земной коры.

4. Мониторинг состояния вышек ЛЭП и высоковольтного хозяйства.
5. Мониторинг состояния железных и автомобильных дорог, мостов, плотин, дамб.. Контроль за безопасностью дорожного движения, предотвращение аварийных ситуаций.
6. Мониторинг состояния лесного хозяйства, выявление очагов возгорания.
7. Контроль за нарушителями пожарного законодательства. Мониторинг карьеров, выявление незаконных свалок, контроль состояния воздуха.
8. Доставка грузов в труднодоступные места, военная логистика. Курьерская доставка.

3.5. Тематика курсовых проектов

Курсовые проекты не предусмотрены

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1. Нормативные документы и ГОСТы

ГОСТ Р 59517-2021 Беспилотные авиационные системы. Классификация и категоризация;
ГОСТ Р 59518-2021 Беспилотные авиационные системы. Порядок разработки;
ГОСТ Р 59519-2021 Беспилотные авиационные системы. Компоненты беспилотных авиационных систем. Спецификация и общие технические требования.
ГОСТ Р 59520-2021 Беспилотные авиационные системы. Функциональные свойства станции внешнего пилота.

4.2. Основная литература

1. Рэндал У. Биард, Тимоти У. МакЛэйн Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2015. – 312 с.
ISBN 978-5-94836-393
2. Моисеев В.С. Прикладная теория управления беспилотными лета-тельными аппаратами: монография. – Казань: ГБУ «Республиканский центр мониторинга качества образования» (Серия «Современная прикладная математика и информатика»). – 768 с.
ISBN 978-5-906158-53-6
3. Качалин А. М., Ларин Е. А., Шутько А. П., Качалина М. А., Управление БПЛА: Учебное пособие. – Москва: РЦ НИИТ МАИ, – 2023. – 156 с
4. Гололобов В. Н.,Ульянов В. И. Беспилотники для любознательных. - СПб.: Наука и Техника, 2018. - 256 с., илл. ISBN 978-5-94387-878-7

4.3.Дополнительная литература

5. K. Chunuev, Yu. M. Levkin, Zh. Bolotbekov. Determination of bench, dump and road sliding wedge technological parameters. Vol 6, № 1 (2021), p. 31-
6. NATIONAL UNIVERSITY MINING OF SCIENCE AND TECHNOLOGY MISIS (Russia). https://doi.org/10.17073/2500-0632-2021-1-31-41.
(И.К.чунуев, Ю. М. Левкин, Ж. Болотбеков. Определение технологических параметров призмы обрушения уступов, Отвалов и дорог. Журнал "горные науки и технологии", ниту "мисис"). Со всеми выходными данными вы можете ознакомиться, пройдя по ссылке: https://mst.misis.ru/jour/issue/view/25**).**
7.Ю. М. Левкин. Маркшейдерское обеспечение подземных горных выработок подлежащих восстановлению. Y. M. Levkin. SURVEYING SUP-
PORT OF UNDERGROUND MINE WORKINGS SUBJECT TO SERTORATION. Научно технический и производственный журнал "Маркшейдерский вестник" № 1 [146] январь -

февраль 2022г. стр. 30 - 32. Официальный орган общероссийской общественной организации "СОЮЗ МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ".
8.Ю. М. Левкин Использование технологии дистанционного зондирования и математического моделирования для анализа аварийных горных выработок. Журнал "Уголь", июнь 2022г., стр. 32 - 34.
9.С.Б. Чан1 SC□, Л.Х. Чинь2 SC, К.Л. Нгуен3 SC, Ю.М. Левкин4 SC, И.В. Зеньков5 SC, Т.Х. Тонг2 SC Выявление нарушений границ разработки месторождений полезных ископаемых открытым способом с использованием данных Sentinel-2 MSI на примере провинций Северного Вьетнама Лао Кай и Йень Бай. MINING SCIENCE AND TECHNOLOGY (RUSSIA) ГОРНЫЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ 2023; 8(2): стр. 173 - 182; УДК 622:502.7
10. Латагуз М. М. Маркшейдерско-геодезические приборы: методические материалы для обучающихся по специальности 21.05.04 Горное дело, специализация /направление (профиль) "Маркшейдерское дело"; Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2021. – Текст : электронный.

4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. МойОфис – российская компания-разработчик безопасных офисных решений для общения и совместной работы с документами (Альтернатива MS Office) https://myoffice.ru/
2. Платформа nanoCAD – это российская платформа для проектирования и моделирования объектов различной сложности. Поддержка форматов *.dwg и IFC делает ее отличным решением для совмещения САПР- и BIM-технологий. Функционал платформы может быть расширен с помощью специальных модулей https://www.nanocad.ru/support/education/
3. Система трехмерного моделирования «КОМПАС-3D» https://edu.ascon.ru/main/download/freeware/
4. VALTEC.PRG.3.1.3. Программа для теплотехнических и гидравлических расчетов https://valtec.ru/document/calculate/
5. Онлайн расчеты АВОК-СОФТ https://soft.abok.ru/help_desk/

4.6.Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru
6. «Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/
7. НП «АВОК» – помощник инженера по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике https://www.abok.ru/
8. Е-ДОСЬЕ – Электронный эколог. Независимая информация о российских организациях, база нормативных документов и законодательных актов https://e-ecolog.ru/
9. Инженерная сантехника VALTEC (каталог продукции и нормативная документация) https://valtec.ru/

4.7 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам

Название ЭОР	Ссылка на курс
«Беспилотные технологии в маркшейдерском деле»	ЭОР по данной дисциплине не предусмотрен

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog). Ссылка на электронную библиотеку: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7621&section=1

5. Материально-техническое обеспечение

Кафедра «Промышленного, гражданского и подземного строительства», обеспечивающая преподавание дисциплины «Маркшейдерия», располагает аудиториями и лабораторией АВ 2304, АВ 2305, АВ 4212а на 30 посадочных мест. Аудитории оснащены электронными проекторами.

Для организации образовательного процесса со студентами используется также материально-техническая база университета, обеспечивающая проведение всех видов лекционных, практических и лабораторных занятий. Преподаватели кафедры и студенты имеют возможность пользоваться компьютерными классами. Все компьютеры имеют выход в систему Интернет. Студенты и преподаватели имеют доступ к электронным образовательным ресурсам, размещенным в Интернете.

6. Образовательные технологии

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР).

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.1.Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель обращает особое внимание студентов на: - виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО

Мосполитеха); - виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;

- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. С проведением первых часов занятий, необходимо рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. В начале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущие лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины. 6.1.9. При подготовке **к семинарскому занятию** по перечню объявленных тем, преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии. В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.10. Целесообразно в ходе защиты **лабораторных работ** задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин.

Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS Мосполитеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.1 Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.2 При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (СДО Московского Политеха), как во время контактной работы

с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.
6.2.3 К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (РПД).

7. Фонд оценочных средств

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствие с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете".
Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля: - контроль текущей успеваемости (текущий контроль); - промежуточная аттестация.
В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).
Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:
Форма промежуточной аттестации: экзамен.
Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра.
Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», "хорошо", "удовлетворительно" или «неудовлетворительно».
Необходимым условием прохождения промежуточной аттестации является выполнение всех видов работ, предусмотренных данной рабочей программой по дисциплине.
Если не выполнены необходимые условия, студенты получают «неудовлетворительно».

7.2.2.Шкала оценивания для экзамена:

Шкала оценивания	**Описание**

Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом может быть допущена незначительная ошибка, неточность, затруднение при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Шкала оценивания для зачета:

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные РПД. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при

	аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных РПД. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3. Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы:
контрольная работа, тесты.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в 11 и в 12 семестре обучения в форме экзамена и зачёта.

Экзамен проводится по билетам, ответы предоставляются письменно с последующим устным собеседованием. Билеты формируются из вопросов представленного ниже перечня.

Регламент проведения экзамена:

1. В билет включается (4) вопроса из разных разделов дисциплины и (одно, два) практических задания
2. Перечень вопросов соответствует темам, изученным на лекционных и лабораторных занятиях (прилагается).
3. Время на подготовку письменных ответов - до 40 мин, устное собеседование - до 10 минут.
4. Проведение аттестации (экзамена) с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий выполняется в соответствии с утверждённым в университете "Порядком проведения промежуточной аттестации с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий"

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии. До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все расчетно-графические лабораторные работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

7.3.3. Вопросы для подготовки к экзамену

Нормативно-правовые основы выполнения беспилотного фотографирования.
2. Каким образом может быть выполнено внешнее и внутреннее ориентирование снимков?
3. Что называют картой глубины снимка?

4. Что называют главной оптической осью объектива?
5. Сколько элементов ориентирования имеет стереопара?
6. Что называется продольным параллаксом p?
7. С какой целью выполняется фототриангуляция?
8. Каким образом может быть создана наземная контрольная точка?
9. Какое количество контрольных точек является минимальным для пространственного ориентирования модели?
10. Какие параметры являются основными при планировании беспилотной аэрофотограмметрической съемки?
11. Что является главным недостатком лидаров, работающих на основе фазовых дальномеров?
12. Назовите одним из главных недостатков лазерно-сканирующих технологий относительно тахеометрической и GNSS-съемки.
13. Дайте определение термину – «лидар».
14. Что является отличительной особенностью мобильного и воздушного сканирования?
15. Чего позволяет добиться использование блоков развертки лазерного луча, работающих по пошаговому принципу?
16. Как преимущественно определяются инструментальные ошибки наземного лазерного сканера?
17. Что понимается под глубиной сканирования для триангуляционных типов лазерных сканеров?
18. Как реализуется обработка данных, полученных посредством регистрации формы отраженной волны, при измерении дальностей?
19. Как расшифровывается аббревиатура NURBS, часто встречающаяся в методологии пространственного моделирования?
20. Как называют операцию разделения исходного облака точек на части в соответствии с выбранным критерием?
21. Эффект Доплера и его учет при проведении дистанционного зондирования Земли.
22. Поляризация электромагнитных (ЭМ) волн.
23. Вектор Стокса, примеры.
24. Окна прозрачности атмосферы.
25. Активные и пассивные методы съемки.
26. Основные типы взаимодействия излучения с атмосферой.
27. Уровни обработки данных дистанционного зондирования.
28. Какие приборы и оборудование используется для дешифрирования?
29. Передача данных со спутников на Землю.
30. Последовательность обработки одиночного радиолокационного изображения.
31. Уровни обработки данных дистанционного зондирования
32 Что такое фотограмметрия?
33. Перечислите цели и задачи фототопографической съемки.
34. Укажите принципы ориентирования стереопары.
35. Приведите характеристики фотографических объективов и материалов.
36. Перечислите основные элементы и свойства центральной проекции
37. С какой целью выполняется серийная фотосъемка?
38. Приведите определение и требования к продольному и поперечному перекрытию снимка.
39. Каким образом высота съемки сказывается на характеристиках получаемой модели?.
40. Охарактеризуйте зависимости между координатами точки местности и снимка.

7.3.4. Вопросы для подготовки к зачету

1. Перечислите методы формирования геодезической основы аэрофотограмметрической съемки.
2. Каким образом выполняется внешнее и внутреннее ориентирование снимков?
3. Каким образом выполняется геопривязка снимков?
4. Приведите основные этапы автоматизированной обработки данных фотограмметрической съемки.
5. Перечислите традиционные и перспективные методы пространственной фототриангуляции.
6. Каким образом может быть оценена достоверность полученных фотограмметрических данных?
7. На чем основана наиболее распространенная система классификации лазерных сканеров?
8. Перечислите основные характеристики лазерного излучения, используемого в геодезических приборах.
9. В чем заключается основное ограничение предельной точности измерений импульсными дальномерами?
10. Что является главным недостатком лидаров, работающих на основе фазовых дальномеров?
11. Перечислите способы решения фазовой неоднозначности.
12.Как преимущественно определяются инструментальные ошибки наземного лазерногосканера?
13. Что необходимо определить для полного пространственного ориентирования трехмерных моделей?
14. С помощью чего реализуется аналитический метод ориентирования облаков точек?
15. Перечислите основные подготовительные операции, предшествующие процессу съемки лазерными сканерами.
16. Как выполняется ориентирование цифровых моделей, получаемых воздушными лидарами?
17. Как реализуется обработка данных, полученных посредством регистрации формы отраженной волны при измерении дальностей?
18. Охарактеризуйте в целом данные, полученные с использованием лазерно-сканирующих систем.
19. На что в первую очередь следует обращать внимание на при выборе программного обеспечения для решения задач по обработке данных лазерного сканирования?
20. Дайте характеристику данных, полученных с помощью лазерно-сканирующих систем, по сравнению со стерефотограмметрическими.
21. Перечислите существующие программные продукты для обработки данных лазерного сканирования.