

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 15.05.2026 14:07:49
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»
Аграрно-технологический институт**

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ВОЗДУШНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

21.04.02 ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО И КАДАСТРЫ

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

ТЕХНОЛОГИИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И КАДАСТРОВЫХ РАБОТ

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2026 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Воздушное лазерное сканирование» входит в программу магистратуры «Технологии геодезических и кадастровых работ» по направлению 21.04.02 «Землеустройство и кадастры» и изучается во 2 семестре 1 курса. Дисциплину реализует Агроинженерный департамент. Дисциплина состоит из 6 разделов и 22 тем и направлена на изучение методики проведения измерений лазерными сканерами, обработку измерения с применением программных продуктов (ПО), применяемых в технологии лазерного сканирования.

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов профессиональных знаний о современных методах, системах и технологиях получения, обработки и интерпретации данных дистанционного зондирования, с целью получения топографической информации для создания цифровых и электронных карт, геоинформационных систем.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Воздушное лазерное сканирование» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
УК-7	Способен к использованию цифровых технологий и методов поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации (в области Землеустройства и кадастров) в условиях цифровой экономики и современной корпоративной информационной культуры	УК-7.1 Осуществляет поиск нужных источников информации и данных, воспринимает, анализирует, запоминает и передает информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; УК-7.2 Проводит оценку информации, ее достоверность, строит логические умозаключения на основании поступающих информации и данных;
ПК-12	способностью использовать современные достижения науки и передовых информационных технологий в научно-исследовательских работах	ПК-12.1 Знает методики землеустроительного проектирования и создания землеустроительной и кадастровой документации; ПК-12.2 Умеет проводить расчеты по проекту в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ в сфере профессиональной деятельности;
ПК-3	способностью осваивать новые технологии ведения кадастров, систем автоматизированного проектирования в землеустройстве	ПК-3.1 Знает принципы составления комплексных планов-графиков выполнения землеустроительных и кадастровых работ; ПК-3.2 Умеет готовить презентационный материал с использованием современных информационных технологий в сфере профессиональной деятельности;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Воздушное лазерное сканирование» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Воздушное лазерное сканирование».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-7	Способен к использованию цифровых технологий и методов поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации (в области Землеустройства и кадастров) в условиях цифровой экономики и современной корпоративной информационной культуры	Информационные компьютерные технологии; Информационные базы данных;	Высшая геодезия**;
ПК-12	способностью использовать современные достижения науки и передовых информационных технологий в научно-исследовательских работах	Инновационная деятельность в землеустройстве и кадастрах; Спутниковые технологии в геодезическом производстве; <i>Ландшафтное проектирование**;</i> <i>Экологическое проектирование**;</i>	<i>Территориальные информационные системы для проведения землеустроительных работ**;</i> <i>Программное обеспечение землеустроительных задач**;</i> <i>Программное обеспечение кадастровых задач**;</i> <i>Цифровая картография;</i> <i>Земельные информационные системы для решения прикладных задач**;</i> <i>Современные технологии мониторинга земель**;</i> <i>Космический мониторинг земель**;</i>
ПК-3	способностью осваивать новые технологии ведения кадастров, систем автоматизированного проектирования в землеустройстве	Инновационная деятельность в землеустройстве и кадастрах; <i>Ландшафтное проектирование**;</i> <i>Экологическое проектирование**;</i>	<i>Территориальные информационные системы для проведения землеустроительных работ**;</i> <i>Земельные информационные системы для решения прикладных задач**;</i> <i>Современные технологии мониторинга земель**;</i> <i>Космический мониторинг земель**;</i> <i>Цифровая картография;</i>

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Воздушное лазерное сканирование» составляет «2» зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			2
Контактная работа, ак.ч.	34		34
Лекции (ЛК)	17		17
Лабораторные работы (ЛР)	17		17
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	38		38
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	0		0
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	72	72
	зач.ед.	2	2

Общая трудоемкость дисциплины «Воздушное лазерное сканирование» составляет «2» зачетные единицы.

Таблица 4.2. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очно-заочной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			2
Контактная работа, ак.ч.	34		34
Лекции (ЛК)	17		17
Лабораторные работы (ЛР)	17		17
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	38		38
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	0		0
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	72	72
	зач.ед.	2	2

Общая трудоемкость дисциплины «Воздушное лазерное сканирование» составляет «2» зачетные единицы.

Таблица 4.3. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для заочной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			3
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	12		12
Лекции (ЛК)	4		4
Лабораторные работы (ЛР)	8		8
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	56		56
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	4		4
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	72	72
	зач.ед.	2	2

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
Раздел 1	Введение	1.1	Задачи и краткое содержание курса. Обзор отечественного и зарубежного опыта наземного лазерного сканирования и трехмерного моделирования. Пространственные элементы	В теме рассматриваются цели и задачи курса, его структура и ожидаемые результаты обучения. Проводится обзор отечественного и зарубежного опыта в области наземного лазерного сканирования и трехмерного моделирования. Также вводятся основные пространственные элементы и их роль в формировании цифровых моделей.	ЛК
		1.2	Основные предпосылки и концепции методов обработки пространственных данных, полученных с помощью лазерных сканеров. Связь курса с другими дисциплинами	Изучаются базовые предпосылки и концепции методов обработки пространственных данных, полученных с помощью лазерных сканеров. Рассматриваются принципы интеграции данных и их интерпретации. Поясняется связь дисциплины с другими областями знаний, такими как геодезия, картография и ГИС.	ЛК, ЛР
Раздел 2	Приборы и оборудование для ВЛС	2.1	Основные понятия о трехмерных лазерных сканерах и их функциональных возможностях. Принципы действия лазерных сканеров (ЛС). Импульсный метод измерения расстояний. Фазовый метод измерения расстояний. Особенности данных методов измерения длин линий.	Рассматриваются основные понятия о трехмерных лазерных сканерах и их функциональных возможностях. Изучаются принципы действия лазерных сканеров, включая импульсный метод измерения расстояний. Даются представления о формировании облаков точек и их характеристиках.	ЛК
		2.2	Типы лазерных сканеров. Технические характеристики ЛС. Классификация ЛС по степени безопасности. Форматы данных ЛС.	Описываются различные типы лазерных сканеров и их технические характеристики. Приводится классификация сканеров по степени безопасности и области применения. Рассматриваются форматы данных, используемые при работе с результатами сканирования.	ЛК, ЛР
		2.3	Аппаратные средства для сканирования, дополнительное оборудование для НЛС. Мобильные системы лазерного сканирования.	Изучаются аппаратные средства для выполнения лазерного сканирования и дополнительное оборудование. Рассматриваются мобильные системы лазерного сканирования и их особенности. Анализируются преимущества и ограничения различных конфигураций оборудования.	ЛР
		2.4	Источники ошибок НЛС. Инструментальные ошибки ЛС. Ошибки угломерных блоков. Точность работы дальномерного блока. Влияние атмосферы	Рассматриваются основные источники ошибок при наземном лазерном сканировании. Анализируются инструментальные погрешности, а также ошибки угломерных и дальномерных блоков. Изучается влияние атмосферных условий на точность	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
			на точность измерения углов и длин линий. Внешние факторы, влияющие на точность НЛС. Влияние метрологических свойств объектов на точность НЛС. Влияние параметров сканирования на точность получаемых результатов. Проблемы НЛС	измерений.	
Раздел 3	Программное обеспечение	3.1	Современное программное обеспечение (ПО) для обработки результатов НЛС. Функциональные возможности ПО для НЛС. Классификация программных продуктов по функциональному назначению. Прикладные программы для управления сканером.	Изучается современное программное обеспечение для обработки результатов наземного лазерного сканирования. Рассматриваются основные функции таких программ и их возможности. Проводится анализ интерфейсов и инструментов обработки данных.	ЛК, ЛР
		3.2	Программные продукты для создания единой точечной модели. ПО для построения трехмерных моделей и двумерных чертежей.	Рассматриваются программные продукты для создания единой точечной модели. Изучаются средства построения трехмерных моделей и двумерных чертежей. Анализируются этапы перехода от облака точек к инженерной документации.	ЛР
		3.3	Программные продукты Cyclone, Rapidform, I-Site, RealWorks Survey и др. для создания трехмерных моделей и цифровых планов по данным НЛС. Пользовательский интерфейс, инструментальные средства и функциональные возможности данных пакетов программ. Системы меню. Управление изображением. Получение справочной информации.	Изучаются специализированные программные продукты, такие как Cyclone, Rapidform, I-Site, RealWorks Survey и другие. Рассматриваются их возможности по созданию трехмерных моделей и цифровых планов. Анализируется пользовательский интерфейс и основные рабочие процессы.	ЛК, ЛР
Раздел 4	Технология НЛС(ВЛС) для получения сканов	4.1	Технология сбора пространственных данных при наземном лазерном сканировании. Принципиальные технологические схемы и процессы НЛС. Состав технического проекта. Рекогносцировка местности и составление абрисов. Составление рабочего проекта планово-высотного обоснования и наземного сканирования. Определение координат точек рабочего съемочного	Рассматривается технология сбора пространственных данных при наземном лазерном сканировании. Изучаются технологические схемы и процессы выполнения съемки. Описывается состав технического проекта и этапы его реализации.	ЛК

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
			обоснования. Методы проложения сканерных ходов. Производство работ при НЛС.		
		4.2	Предварительная обработка результатов сканирования. Оценка точности внешнего ориентирования сканов. Методы внешнего ориентирования сканов. Методы прямого определения линейных и угловых элементов внешнего ориентирования сканов. Анализ точности внешнего ориентирования сканов.	Изучается предварительная обработка результатов сканирования. Рассматриваются методы оценки точности внешнего ориентирования сканов. Анализируются методы прямого и косвенного ориентирования.	ЛК, ЛР
		4.3	Экспорт результатов сканирования в формат ПО для дальнейшей обработки.	Рассматриваются процессы экспорта результатов сканирования в форматы программного обеспечения для дальнейшей обработки. Изучаются требования к данным при передаче между системами. Анализируются возможные потери информации и способы их минимизации.	ЛК
Раздел 5	Обработка результатов измерения	5.1	Технологические схемы и способы камеральной обработки НЛС. Принципы построения 3D проекта. Создание базы геопространственных данных. Обработка материалов НЛС с помощью системы автоматизированного моделирования. Сшивка сканов. Методы регистрации сканов в заданной системе координат.	Изучаются технологические схемы камеральной обработки данных наземного лазерного сканирования. Рассматриваются принципы построения трехмерных проектов. Описывается создание баз геопространственных данных и обработка материалов сканирования.	ЛК, ЛР
		5.2	Методы построения трехмерных примитивов. Изменение свойств для графических примитивов. Редактирование простых и составных объектов.	Рассматриваются методы построения трехмерных примитивов на основе облаков точек. Изучаются способы изменения свойств графических объектов. Анализируются методы редактирования простых и составных элементов моделей.	ЛР
		5.3	Векторизация точечной модели. Создание ситуационной модели топографического плана. Создание цифровой модели рельефа на основе триангуляции Делоне (TIN) и Mesh. Методы моделирования и отображения поверхности.	Изучается процесс векторизации точечной модели. Рассматривается создание ситуационной модели топографического плана. Анализируются методы построения цифровых моделей рельефа на основе TIN и Mesh.	ЛК, ЛР
		5.4	Оформление цифрового топографического плана. Оценка точности создания	Рассматриваются правила оформления цифрового топографического плана. Изучаются требования к точности и	ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
			топографического плана	качеству создаваемых моделей. Анализируются критерии оценки результатов работы.	
		5.5	Экспортно-импортные операции. Экспорт трехмерной векторной модели в формат ГИС и САПР. Вывод трехмерных моделей и цифровых планов на печать.	Изучаются экспортно-импортные операции при работе с трехмерными моделями. Рассматривается экспорт данных в форматы ГИС и САПР. Анализируются методы вывода моделей и цифровых планов на печать.	ЛК, ЛР
Раздел 6	Трехмерное моделирование и решение инженерных задач по материалам лазерного сканирования	6.1	Построение трехмерных моделей объектов инженерных сооружений и стальных конструкций. Составление трехмерных моделей ситуации и рельефа местности.	Рассматривается построение трехмерных моделей инженерных сооружений и конструкций. Изучаются методы моделирования ситуации и рельефа местности. Анализируются особенности работы с различными типами объектов.	ЛР
		6.2	Применение цифровых моделей местности для решения задач автоматизации проектирования, планирования строительства и управления территориями.	Изучается применение цифровых моделей местности для решения задач автоматизации. Рассматриваются примеры использования моделей в инженерной практике. Анализируются преимущества цифровых технологий в управлении проектами.	ЛК, ЛР
		6.3	Методы построения изолиний. Построение разрезов и профилей местности. Сеточные методы. Сканирующие методы. Аналитические методы.	Рассматриваются методы построения изолиний и анализа рельефа. Изучаются способы создания разрезов и профилей местности. Анализируются сеточные, сканирующие и аналитические методы обработки данных.	ЛР
		6.4	Определение объемов земляных (масс) работ. Вычисление объемов горных выработок, карьеров и складов. Измерительные операции по трехмерной модели.	Изучаются методы определения объемов земляных работ. Рассматриваются способы вычисления объемов карьеров, складов и горных выработок. Анализируются измерительные операции на основе трехмерных моделей.	ЛК, ЛР
		6.5	. Оценка точности пространственных данных. Критерии оценки точности пространственных данных.	Рассматриваются методы оценки точности пространственных данных. Изучаются критерии и показатели качества результатов сканирования. Анализируются подходы к контролю и верификации данных.	ЛР

* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	Комплект специализированной мебели, имеется выход в интернет. Программное обеспечение, пакет офисных программ.
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве 20 шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	Комплект специализированной мебели, имеется выход в интернет. Программное обеспечение, пакет офисных программ.
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	Комплект специализированной мебели, имеется выход в интернет. Программное обеспечение, пакет офисных программ.

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Карпик, А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий [Электронный ресурс] : монография / ; СГГА. - Новосибирск : СГГА, 20с. - Режим доступа: http://lib.*****/. – загл. с экрана.

2. Маликов, и подготовка к изданию карт и атласов с использованием компьютерных технологий [Электронный ресурс] : монография / . - Новосибирск : СГГА, 20с. - Режим доступа: http://lib.*****/. – загл. с экрана

Дополнительная литература:

1. 6. Обработка результатов наземного лазерного сканирования и трехмерное моделирование объектов местности [Текст]: сборник описаний лабораторных работ. – Новосибирск: СГГА, 2012. – 101 с.

2. 7. Технология создания трехмерных цифровых моделей различного назначения [Электронный ресурс]. – офиц. сайт компании НПП «Геокосмос». – Режим доступа: http://www.****/. Принципы создания системы автоматизированного проектирования железорудных карьеров с применением объектно-ориентированной методологии / М.М. Турдахунов, Д.Г. Букейханов, С.Ж. Галиев // Горный журнал. - 2014. - №6. - С. 83 - 89
Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS

<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Воздушное лазерное сканирование».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

РАЗРАБОТЧИК:

Ассистент агроинженерного
департамента

Должность, БУП

Подпись

Шмелёва Марина
Юрьевна

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Директор агроинженерного
департамента

Должность БУП

Подпись

Поддубский Антон
Александрович

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Доцент агроинженерного
департамента

Должность, БУП

Подпись

Поддубский Антон
Александрович

Фамилия И.О.