МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИГДиТ
_____ А.А. Зубков

02.02.2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПОДГОТОВКА ДАННЫХ ДЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА

Направление подготовки (специальность)
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль/специализация) программы
Маркшейдерское дело

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения - очная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых
Курс	5
Семестр	8

Магнитогорск
2026 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - специалитет по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ Минобрнауки России от 12.08.2020 г. № 987)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых
30.01.2026, протокол № 5

Зав. кафедрой _____ И.А. Гришин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ
02.02.2026 г. протокол № 5

Председатель _____ А.А. Зубков

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры ГМДиОПИ, канд.техн.наук

_____ Е. А. Романько

старший преподаватель кафедры ГМДиОПИ,

_____ Н. В. Литвиненко

Рецензент:
директор ООО «Магнитогорская маркшейдерская геодезическая компания»

Шекунова А.А.

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ И.А. Гришин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ И.А. Гришин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ И.А. Гришин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ И.А. Гришин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2031 - 2032 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ И.А. Гришин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2032 - 2033 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ И.А. Гришин

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Сформировать у студентов системное представление о классических и современных средствах геодезической съёмки, их физических принципах, точностных характеристиках и областях эффективного применения для объектов горного и смежного профиля.

Задачи

1. Систематизировать знания о тахеометрах, нивелирах, ГНСС.
2. Дать понимание принципов работы лазерных сканеров (стационарных и мобильных), БПЛА с фотокамерами и лидарами.
3. Раскрыть технологию наземной радарной и спутниковой интерферометрии.
4. Научить сопоставлять методы по точности, оперативности, стоимости и выбирать под объект.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Подготовка данных для пространственного анализа» входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Учебная - ознакомительная практика

Учебная - геологическая практика

Производственная - производственно- технологическая практика

Учебная - геодезическая практика

Геодезия и маркшейдерия

Подземная разработка месторождений полезных ископаемых

Открытая разработка месторождений полезных ископаемых

Горные машины и оборудование

Основы строительства горных предприятий

Введение в специальность

Начертательная геометрия

Техническое черчение

Цифровое моделирование

Подготовка данных для пространственного анализа

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Производственная - научно-исследовательская работа

Производственная - производственно- технологическая практика

Производственная - преддипломная практика

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Итоговая аттестация по специальности

Нейросетевые методы распознавания и прогноза

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Подготовка данных для пространственного анализа» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-12 Способен определять пространственно-геометрическое положение объектов, осуществлять необходимые геодезические и маркшейдерские измерения, обрабатывать и интерпретировать их результаты	
ОПК-12.1	Использует различные виды геодезических измерений для определения пространственно-геометрического положения объектов съемок с целью составления горнографической документации
ОПК-12.2	Осуществляет контроль за соблюдением проектных решений

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

– контактная работа – 36,7 акад. часов:

– аудиторная – 36 акад. часов;

– внеаудиторная – 0,7 акад. часов;

– самостоятельная работа – 71,3 акад. часов;

– в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1. Классические геодезические средства								
1.1 Тахеометр: принцип измерения углов и расстояний, точность, режимы работы. Нивелир: геометрическое и тригонометрическое нивелирование, контроль высотных отметок. ГНСС (GPS/ГЛОНАСС): принцип позиционирования, RTK и PPK, точность в условиях	8	2		2	10	изучение основной и дополнительной литературы, опыта проектных и производственных отделов по научным статьям в журналах, на форумах	опрос, защита практических работ	ОПК-12.1, ОПК-12.2
Итого по разделу		2		2	10			
2. 2. Наземное лазерное сканирование								
2.1 Импульсный и фазовый методы. Стационарное сканирование: выбор точек стояния, сшивка облаков точек. Мобильное сканирование (SLAM): инерциальные системы, сканирование в движении. Точность, плотность облака, ограничения (запылённость, вибрации)	8	2		6	15	изучение основной и дополнительной литературы, опыта проектных и производственных отделов по научным статьям в журналах, на форумах	опрос, защита практических работ	ОПК-12.1, ОПК-12.2
Итого по разделу		4		6	15			
3. 3. Беспилотные летательные аппараты (БПЛА)								

3.1 Типы БПЛА (мультироторные, самолётного типа) и их применение в маркшейдерии. Фотограмметрическая обработка (Structure from Motion): требования к перекрытию снимков. Воздушное лазерное сканирование (лидар) с БПЛА: особенности, точность, фильтрация растительности. Достоинства и ограничения: площадь съёмки, метеоусловия, согласование полётов.	8	2		6	15	изучение основной и дополнительной литературы, опыта проектных и производственных отделов по научным статьям в журналах, на форумах	опрос, защита практических работ	ОПК-12.1, ОПК-12.2
Итого по разделу		4		6	15			
4. 4. Радарная и спутниковая интерферометрия								
4.1 Наземная радарная интерферометрия (GB-InSAR): принцип работы, устройство (радарная головка на рельсовой направляющей), точность (доли миллиметра), зона охвата, непрерывный мониторинг, влияние атмосферы, основные производители. • Спутниковая интерферометрия (InSAR): принцип сравнения фазы отражённого сигнала, спутниковые системы (Sentinel-1, TerraSAR-X, COSMO-SkyMed, RADARSAT), режимы съёмки, пространственное разрешение, периодичность. • Методы обработки: дифференциальная интерферометрия (DInSAR), метод постоянных рассеивателей (PS-InSAR), метод малых базовых линий (SBAS). • Достоинства и ограничения: большая площадь, регулярность, отсутствие наземного оборудования, но ограниченная точность (миллиметры–сантиметры), геометрия луча (LOS), декорреляция, атмосферные эффекты. • Комплексирование: спутниковая разведка для общей картины +	8	4		6	20	изучение основной и дополнительной литературы, опыта проектных и производственных отделов по научным статьям в журналах, на форумах	опрос, защита практических работ	ОПК-12.1, ОПК-12.2

наземный радар на критических участках								
Итого по разделу		4		6	20			
5. 5. Сравнение и выбор под объект								
5.1 Сопоставление точности, площади охвата, оперативности, стоимости. Комплексирование методов. Критерии выбора для разных объектов: карьер (большая площадь, пыль, высокие борта), шахта (подземные выработки, сдвижение поверхности, провалы), метро (тоннели, своды), здание (высокая точность, архитектурные детали)	8	2		4	11,3	изучение основной и дополнительной литературы, опыта проектных и производственных отделов по научным статьям в журналах, на форумах	опрос, защита практических работ	ОПК-12.1, ОПК-12.2
Итого по разделу		4		4	11,3			
Итого за семестр		12		24	71,3		зачёт	
Итого по дисциплине		12		24	71,3		зачет	

5 Образовательные технологии

1. Лекция-визуализация. Каждое занятие сопровождается демонстрацией оборудования (фото, видео, 3D-модели), схем работы приборов, примеров результатов съёмки с реальных объектов.

2. Семинар-сравнение. Студенты получают карточки с характеристиками разных методов и для заданного объекта должны аргументированно выбрать оптимальный метод (или комплекс). Дискуссия.

3. Мастер-класс с оборудованием (по возможности). Демонстрация работы тахеометра, ГНСС-приёмника, наземного сканера, запуск и съёмка с учебного БПЛА. Если нет доступа к оборудованию — виртуальный тур по приборам.

4. Кейс-метод. Групповая работа: дан реальный (или приближённый к реальному) объект мониторинга. Группа выбирает оборудование, обосновывает выбор, защищает перед преподавателем.

5. Лабораторная работа «Читаем паспорт прибора». Студенты получают спецификации приборов (тахеометр, сканер, БПЛА, радар) и учатся извлекать ключевые характеристики: точность, дальность, частоту, ограничения.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Гиниятуллина, О. Л. Геоинформационные системы : [Электронный ресурс]: учебное пособие / О. Л. Гиниятуллина, Т. А. Хорошева. — Кемерово : КемГУ, 2018. — 122 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/120040 — Загл. с экрана.

2. Ануфриев, С. О. Технологии сбора пространственных данных аэрокосмическими методами : [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / С.О. Ануфриев, О. С. Ануфриев. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/427799 — Загл. с экрана.

б) Дополнительная литература:

1. Гиниятуллина, О. Л. Геоинформационные системы : [Электронный ресурс]: учебное пособие / О. Л. Гиниятуллина, Т. А. Хорошева. — Кемерово : КемГУ, 2018. — 122 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/120040 — Загл. с экрана.

2. Ануфриев, С. О. Технологии сбора пространственных данных аэрокосмическими методами : [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / С.О. Ануфриев, О. С. Ануфриев. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/427799 — Загл. с экрана.

3. Маркшейдерия: Учебник для ВУЗов. Под ред. М.Е. Певзнера, В.Н. Попова.М.: изд-во МГГУ, 2003.

4. А.В. Евдокимов, А.Г. Симанкин. Сборник упражнений и задач по маркшейдерскому делу. Учебное пособие. М.: изд-во МГГУ, 2004.

5. Р.Р. Синанян. Маркшейдерское дело. Учебник для ВУЗов. М.: Недра, 1988.

6. Д.Н. Оглобин. Маркшейдерское дело. М.: Недра, 1981.

7. Асаченков Л.М. Маркшейдерские работы при строительстве и реконструкции шахт: Уч. пособие / Асаченков Л.М. – М.: Недра, 1987. – 191с.

8. Геоинформационные системы: пространственный анализ и геомоделирование: [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / А. В. Дубровский, О. И. Малыгина, В. Н. Никитин, Е. Д. Подрядчикова. — Новосибирск : СГУГиТ, 2021. — 87 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/222335 — Загл. с экрана.

9. Балтыжакова, Т. И. Визуализация пространственных данных в QGIS: [Электронный ресурс] / Т. И. Балтыжакова. — Москва : ДМК Пресс. — Режим доступа: https://dmkpress.com/catalog/computer/freeware/978-5-93700-419-2/ — Загл. с экрана.

10. Каган, Е. С. Прикладной статистический анализ данных : учебное пособие / Е. С. Каган. — Кемерово : КемГУ, 2018. — 235 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/134318 — Загл. с экрана.

11. Кадочникова, Е. И. Статистический анализ пространственных данных: [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. И. Кадочникова, Ю. А. Варламова. — Казань: КФУ, 2023. — 140 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/332354 — Загл. с экрана.

в) Методические указания:

В приложении 1

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
КРЕДО ТОПОГРАФ 2.1	Д-414-08 от 04.07.2008	бессрочно
КРЕДО КАДАСТР 2.1	Д-414-08 от 04.07.2008	бессрочно
КРЕДО КОНВЕРТЕР 2.1	Д-414-08 от 04.07.2008	бессрочно
КРЕДО ТРАНСФОРМ 4.1	Д-414-08 от 04.07.2008	бессрочно
КРЕДО ТРАНСКОР 3.0	Д-414-08 от 04.07.2008	бессрочно
ГИС »ГЕОМИКС»	Д-1005-22 от 07.11.2022	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий ООО «ИВИС»	https://eivis.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:
Тип и название аудитории Оснащение аудитории

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа 063 Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы 080 Компьютерная техника с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Специализированная мебель

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

Приложение 1

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов предусматривает:

- подготовку к лабораторным занятиям, изучение необходимых разделов в конспектах, рекомендованной литературе, учебных пособиях и методических указаниях; работа со справочной литературой, геодезическими, горняцкими форумами, изучение научных статей в профильных журналах
- исправление ошибок, замечаний, оформление отчетов по лабораторным работам.

- подготовку к промежуточному контролю.

Возможно использование технологии опережающая самостоятельная работа – изучение студентами нового материала до его изложения преподавателем на лекции и других аудиторных занятиях.

Методические рекомендации для студента ·

Ведите конспект в виде таблицы. По каждому методу фиксируйте: принцип работы, точность, достоинства, недостатки, область эффективного применения. Это ваш рабочий инструмент на все последующие дисциплины. ·

Ищите примеры. Для каждого типа прибора найдите в открытых источниках реальный пример его использования на карьере, шахте или при мониторинге зданий. Это поможет понять разницу между теорией и практикой. ·

Задавайте вопрос «почему». При сравнении методов не просто запоминайте характеристики, а задавайте вопрос: «почему для этого объекта выбрали именно это?».

Пользуйтесь ИИ-ассистентами для уточнения. Если какая-то характеристика прибора непонятна, спросите у ИИ простым языком: «объясни, что такое фазовый метод в лазерном сканировании». ·

Готовьтесь к семинарам-сравнениям. Перед занятием, где будут сравнивать методы, заранее подготовьте аргументы за и против каждого метода для заданного объекта.

Приложение 2

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине «Подготовка данных для пространственного анализа» за период обучения и проводится в форме зачета.

Примерное содержание:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
ОПК-12 Способен определять пространственно-геометрическое положение объектов, осуществлять необходимые геодезические и маркшейдерские измерения, обрабатывать и интерпретировать их результаты		
ОПК-12.1	Использует различные виды геодезических измерений для определения пространственно-геометрического положения объектов съемок с целью составления горнографической документации	Примерные теоретические вопросы к зачету: 1. Какие виды геодезических измерений выполняет тахеометр? Назовите точность измерения углов и расстояний для современного тахеометра. 2. В чём разница между режимами RTK и PPK при ГНСС-измерениях? В каком режиме целесообразно снимать борт карьера, если нет устойчивой связи с базовой станцией? 3. Опишите принцип работы наземного лазерного сканера (импульсный метод). Что такое «облако точек» и какие параметры влияют на его плотность? 4. Какие требования необходимо соблюдать при аэрофотосъёмке с БПЛА, чтобы получить качественную цифровую модель борта карьера? 5. В чём отличие воздушного лазерного сканирования (лидара) от фотограмметрической обработки снимков с БПЛА при съёмке одного и того же участка? 6. Объясните принцип измерения смещений наземным радаром (GB-InSAR). Какую компоненту смещения он измеряет? 7. Что такое дифференциальная спутниковая интерферометрия (DInSAR)? Какие данные нужны для построения интерферограммы? 8. В чём суть метода постоянных рассеивателей (PS-InSAR) и для каких объектов он применим? 9. Какие системы координат используются при съёмке карьера и как осуществляется переход между ними? 10. Вам нужно составить горно-графическую документацию по участку борта карьера высотой 200 м.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
		Какой метод или комплекс методов вы выберете для получения пространственного положения бровки и нижней отметки? Обоснуйте ответ. 11. 1 Понятие пространственных данных: определения, основные типы и формы представления (12. Источники пространственных данных в геодезии и маркшейдерском деле 13. Требования к точности, полноте и актуальности пространственных данных для задач маркшейдерского обеспечения горных работ. 14. Структура исходных материалов геодезических и маркшейдерских измерений 15. Основные виды ошибок и погрешностей в исходных пространственных данных, методы их обнаружения и оценки влияния на результаты анализа. 16. Системы координат и высот, применяемые в маркшейдерском деле: местные, условные, государственные системы; необходимость приведения данных к единой системе. 17. Методы преобразования координат и согласования данных из разных источников перед пространственным анализом. 18. Принципы структурирования и кодирования пространственных данных для использования в CAD, GIS и специализированных маркшейдерских программных комплексах. 19. Подготовка цифровых моделей рельефа и облаков точек к анализу: фильтрация, классификация, генерализация, формирование расчетных поверхностей. 20. Подготовка пространственных данных для контроля соблюдения проектных решений: формирование контрольных выборок, расчет отклонений фактических отметок и положений от проектных. 21. Роль метаданных и документирования процессов подготовки данных (описание источников, методов обработки, параметров преобразований) в обеспечении воспроизводимости пространственного анализа. 22. Подготовка пространственных данных для составления горнографической документации: требования к форматам, точности и содержанию данных, взаимодействие с нормативной документацией и стандартами оформления.
ОПК-12.2	Осуществляет контроль за соблюдением проектных решений	Примерные теоретические вопросы к зачету: 1. Какие геодезические методы применяются для контроля фактического положения бровки борта карьера относительно проекта? 2. Как с помощью ГНСС-измерений организовать контроль соблюдения проектных уклонов съезда в карьере?

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
		3. Какие средства съёмки позволяют оперативно выявить отклонение от проекта при проходке подземной выработки? Обоснуйте выбор. 4. Наземный лазерный сканер и БПЛА: сравните их применимость для контроля проектного контура карьера. В каких случаях предпочтительнее каждый из них? 5. Как с помощью спутниковой интерферометрии можно контролировать соблюдение проектных границ мульды сдвижения над шахтным полем? 6. Какая периодичность съёмки достаточна для контроля проектного положения уступов карьера? От чего зависит эта периодичность? 7. Вы работаете на карьере, где проектом задан угол откоса рабочего борта 60°. Каким методом вы проверите его соблюдение? Какие отклонения считаются критическими? 8. Какие источники ошибок могут привести к неверному заключению о соблюдении проектных решений при использовании только данных БПЛА? 9. Опишите, как организовать контроль за соблюдением проектного положения подпорной стены на объекте культурного наследия с помощью наземного сканера. 10. Вам необходимо проконтролировать соблюдение проекта заоткоски борта карьера. Какие методы съёмки и с какой периодичностью вы примените?

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Примерная структура и содержание пункта:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Подготовка данных для пространственного анализа» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– на оценку **«зачтено»** – обучающийся показывает уровень сформированности компетенций не ниже порогового.

– на оценку **«не зачтено»** – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.