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)

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ГЕОДАННЫХ

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	9

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

_____Романько Е. А.

старший преподаватель кафедры ГМДиОПИ,

_____Литвиненко Н. В.

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)

Цель - научить разрабатывать методику съёмки под конкретный объект и задачу мониторинга, выполнять пространственный анализ разновременных данных, выявлять опасные участки и оценивать связанные с ними риски.

Задачи

1. Научить формулировать требования к съёмке на основе типа объекта, его геометрии, окружающих условий и цели мониторинга.
2. Освоить методику планирования съёмочных работ для разных типов оборудования.
3. Сформировать навыки обработки разновременных данных: построение ЦМР, разностных моделей, карт скоростей смещений.
4. Научить выявлять и оконтуривать зоны деформаций, трещины, аномалии.
5. Дать методику оценки рисков на основе выявленных деформаций и научить готовить заключения.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Пространственный анализ и интерпретация геоданных 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) «Пространственный анализ и интерпретация геоданных» 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 – 37 акад. часов:

– аудиторная – 36 акад. часов;

– внеаудиторная – 1 акад. часов;

– самостоятельная работа – 35 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. Постановка задачи и требования к мониторингу								
1.Типы объектов: карьер, шахта, метро, здание, природный склон. Их особенности, характерные деформации, требуемая точность и периодичность съёмки. Внешние условия: погода, доступность, освещённость.	9	2			6	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			6			
2.Разработка методики съёмки								
2.Выбор метода/комплекса под объект. Планирование наземного лазерного сканирования: расстановка станций, марки, контрольные точки. Планирование съёмки с БПЛА: расчёт высоты полёта, перекрытий, размещение опознаков. Размещение ГНСС-точек. Календарный план: периодичность, учёт сезонных факторов.	9	2		2	6	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	6			

3. Обработка и построение базовых поверхностей								
3.Построение ЦМР из облака точек и фотограмметрии. Фильтрация облака: классификация земли, удаление растительности и техники. Создание ортофотоплана и его привязка	9	2		4	6	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		4	6			
4.Выявление изменений по 2–3 эпохам								
4.Разностная модель: вычитание ЦМР двух эпох, карта разностей высот. Векторные поля смещений: расчёт горизонтальных и вертикальных компонент. Выявление трендов: равномерное оседание, ускорение, локальные аномалии	9	2		2	8	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	8			
5. Оконтуривание трещин и опасных зон								
5.Визуальное дешифрирование ортофотоплана: выявление трещин и их систем. Автоматизированное выделение линейных структур по облаку точек и ЦМР. Связь трещин с зонами аномальных смещений. Критерии отнесения зоны к опасной	9	4		4	6	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	6			
6. Оценка рисков								
6.Основные понятия: опасность, риск, уязвимость, последствия. Отличие оценки рисков от констатации факта деформации. • Исходные данные для оценки риска: скорости и ускорения смещений, площадь опасной зоны, близость к инфраструктуре и людям, геологические условия, сезонные факторы. • Матрица рисков: вероятность события × тяжесть последствий.	9	4		4				ОПК-12.1, ОПК-12.2

Примеры матриц для карьеров, шахт, городских сооружений. • Качественная оценка: экспертное ранжирование (низкий / средний / высокий / критический риск). • Количественная оценка (обзорно): эмпирические зависимости скорости смещения от времени до разрушения, графики Fukuzono-Saito, понятие о времени до обрушения. • Принятие решений по результатам оценки: приёмлемый риск → плановый мониторинг; повышенный → учащение наблюдений; высокий → оповещение, ограничение доступа; критический → остановка работ. • Примеры: борт карьера с нарастающей скоростью смещений; мульда проседания над шахтой вблизи жилого дома; деформация свода тоннеля метро. •								
Итого по разделу		4		4				
7. Интерпретация и отчёт								
7.Составление заключения: состояние объекта, опасные зоны, оценка рисков, рекомендуемые меры. Ограничения анализа: где данных недостаточно, где требуется дополнительная съёмка. Форма представления результатов для руководства и надзорных органов	9	2		2				ОПК-12.1, ОПК-12.2
Итого по разделу		2		2	3			
Итого за семестр		18		18	32		зачёт	
Итого по дисциплине		18		18	35		зачет	

5 Образовательные технологии

1. Проектное обучение (основная технология). Студент с первого занятия ведёт сквозной проект по выбранному объекту: от технического задания до заключения с оценкой рисков. Проект разбит на этапы, соответствующие разделам дисциплины.

2. Кейс-стади. Разбор реальных аварий и инцидентов, связанных с обрушением бортов, проседанием поверхности. Анализ: что и когда было снято, какие признаки пропустили, как можно было предотвратить.

3. Лабораторная работа «Построение разностной модели». Выдаются облака точек двух эпох (учебный набор данных). Студент в QGIS или CloudCompare строит разностную модель, вычисляет смещения, оформляет карту.

4. Деловая игра «Маркшейдер — главный инженер». Один студент — маркшейдер с результатами мониторинга, второй — главный инженер, задающий вопросы. Задача маркшейдера: объяснить, где опасно и что делать.

5. Семинар-матрица рисков. Группа заполняет матрицу рисков для разных сценариев: борт карьера со скоростью смещений 20 мм/сутки, мульда проседания, приближающаяся к дороге, трещина в фасаде здания с раскрытием 5 мм/год.

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	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. Специализированная мебель

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 проект последовательно. Не перескакивайте через этапы. Если не сделали качественное ТЗ на съёмку, обработка будет бессмысленной. · Работайте с данными в QGIS или CloudCompare. Теория без практики быстро забывается. Заведите привычку каждое занятие подкреплять действием в программе. ·

Учитесь читать карты смещений. Обращайте внимание на локальные аномалии: если весь борт «ползёт» равномерно — это одно. Если на одном участке скорость в 3 раза выше фона — это сигнал. · Не увлекайтесь цифрами без контекста. Скорость 10 мм/сутки на карьере глубиной 100 м и на карьере глубиной 500 м — разные риски. Всегда привязывайте цифры к объекту. ·

Оценка рисков — это не формулы, а мышление. Задавайте себе два вопроса: «насколько вероятно, что станет хуже?» и «что случится, если станет хуже?».

.

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 «Пространственный анализ и интерпретация геоданных» 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	1. Как сформулировать техническое задание на съёмку борта карьера, чтобы полученные данные были пригодны для составления горно-графической документации? 2. Какие параметры съёмки с БПЛА необходимо рассчитать, чтобы обеспечить заданную точность цифровой модели рельефа? 3. Как разместить опорные точки (опознаки) при съёмке карьера с БПЛА, чтобы обеспечить надёжную геопривязку модели? 4. Опишите методику построения ЦМР по данным наземного лазерного сканирования. Какие этапы фильтрации облака точек необходимы? 5. Как сшить облака точек двух съёмок одного участка, выполненных в разные даты, для последующего анализа изменений? 6. Что такое ортофотоплан и как его используют при составлении горно-графической документации? 7. Какие геодезические измерения необходимо выполнить для привязки наземного радара (GB-InSAR) к системе координат карьера? 8. Как построить разностную модель поверхности по двум ЦМР? Какие характеристики изменений можно из неё извлечь? 9. Какие методы пространственного анализа применяются для оконтуривания зон деформаций на карьере? 10. Вам необходимо составить план участка борта карьера с нанесением выявленных трещин.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
		Какие исходные данные для этого нужны и какими методами они получены?
ОПК-12.2	Осуществляет контроль за соблюдением проектных решений	1. Какие параметры проекта (угол откоса, ширина бермы, высота уступа) необходимо контролировать при мониторинге борта карьера и какими методами? 2. Как по разностной модели поверхности определить, соответствует ли фактическое положение борта проектному? 3. Опишите методику контроля соблюдения проектного контура подземной выработки с помощью мобильного лазерного сканера. 4. По результатам двух съёмок выявлено, что скорость смещения бровки борта составляет 15 мм/сутки. Является ли это нарушением проектных решений? От чего зависит ответ? 5. Как организовать контроль соблюдения проектных решений по заоткоске борта с использованием данных БПЛА? 6. Какие документы оформляет маркшейдерская служба по результатам контроля проектного положения горных выработок? 7. При контроле проектного положения мульды сдвижения над шахтой обнаружено, что граница мульды вышла за проектную на 50 м. Ваши действия? 8. Как оценить риск для здания, находящегося в зоне влияния горных работ, на основе пространственного анализа данных мониторинга? 9. Какие критерии (скорость, ускорение, площадь) используются для принятия решения о приостановке горных работ? Приведите пример пороговых значений для карьера. 10. Опишите процедуру принятия решения по результатам оценки рисков: от выявления аномалии до оповещения руководства. Какие этапы обязательны?

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

Примерная структура и содержание пункта:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Пространственный анализ и интерпретация геоданных» 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.