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)

ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

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	2
Семестр	4

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.

Рецензент:
директор , ООО «Магнитогорская маркшейдерско-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 комплексные практические навыки цифрового моделирования рудных месторождений в среде ГГИС (рассматриваются Российские ГГИС «Геомикс» или «Майнфрэйм»). В результате студент сможет самостоятельно создавать цифровые геологические модели на основе данных разведки, выполнять подсчет запасов и передавать готовую блочную модель для проектирования горных работ

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Цифровое моделирование входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Учебная - геологическая практика

Учебная - геодезическая практика

Горнопромышленная геология

Введение в информационные технологии

Геология

Геодезия и маркшейдерия

Введение в специальность

Основы строительства горных предприятий

Начертательная геометрия

Техническое черчение

Открытая разработка месторождений полезных ископаемых

Подземная разработка месторождений полезных ископаемых

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

Маркшейдерские работы при разработке россыпных месторождений

Геодезия и маркшейдерия

Технология и безопасность взрывных работ

Программное обеспечение в маркшейдерии

Маркшейдерские работы при открытой разработке месторождений полезных ископаемых

Маркшейдерские работы при подземной разработке месторождений полезных ископаемых

Маркшейдерские работы при строительстве подземных сооружений

Маркшейдерское обеспечение безопасности ведения горных работ

Сдвижения и деформации земной поверхности

Управление состоянием массива в условиях открытых горных работ

Геометрия недр

Геометризация месторождений полезных ископаемых

Маркшейдерское обеспечение рационального недропользования

Компьютерные технологии в маркшейдерском деле

Маркшейдерское черчение

Геология полезных ископаемых Урала

Дистанционные методы зондирования Земли
Мониторинг сдвижений и деформаций, геодинамические полигоны
Структурная геология
Программное обеспечение горного производства
Пространственный анализ и интерпретация геоданных

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Цифровое моделирование» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-8 Способен работать с программным обеспечением общего, специального назначения и моделирования горных и геологических объектов	
ОПК-8.1	Выбирает программное обеспечения для моделирования горных и геологических объектов
ОПК-8.2	Осуществляет моделирование, расчет параметров горных и геологических объектов, проводит анализ полученных результатов с использованием программного обеспечения общего и специального назначения
ДПК-3 Способен осуществлять цифровое моделирование объектов деятельности, решая различные проектные, научные, текущие и плановые производственные задачи	
ДПК-3.1	Выполняет грамотное черчение объектов профессиональной деятельности, понимает их и грамотное читает представленную информацию, как в плоской, так и в объемной постановке задачи
ДПК-3.2	Знает особенности и функционал основного программного обеспечения, используемого при решении различных задач в области профессиональной деятельности
ДПК-3.3	Использует САПР/ГГИС при решении профессиональных задач с учетом основных требований к используемому компьютерному оборудованию

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

– контактная работа – 32,1 акад. часов:

– аудиторная – 32 акад. часов;

– внеаудиторная – 0,1 акад. часов;

– самостоятельная работа – 39,9 акад. часов;

– в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

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. Введение в цифровое моделирование месторождений • Роль цифровых технологий в горном деле. Понятие ГГИС и цифрового двойника месторождения. • Обзор и сравнение ГГИС «Геомикс» и «Майнфрэйм». • Структура ГГИС: модули «Геология», «Маркшейдерия», «Планирование».								
1.1 Изучение структуры и интерфейса ГГИС	4			2	7	Изучение основной и дополнительной литературы, работа с ГГИС	Защита практической работы	ОПК-8.1, ОПК-8.2, ДПК-3.1, ДПК-3.2, ДПК-3.3
Итого по разделу				2	7			
2. Работа с геологическими данными • Организация и ведение базы данных геологоразведки (скважины, пробы, литология). • Импорт, проверка и визуализация первичных данных. • Построение геологических разрезов и планов								
2.1 Работа с геологическими данными	4			6	7	Изучение основной и дополнительной литературы, работа в ГГИС	Защита практической работы	ОПК-8.1, ОПК-8.2, ДПК-3.1, ДПК-3.2, ДПК-3.3
Итого по разделу				6	7			
3. Каркасное моделирование рудных тел • Создание каркасных моделей (wireframe) по данным разведки. • Моделирование сложных структур залегания. • Визуализация и редактирование трехмерных каркасов.								

3.1 Каркасное моделирование рудных тел •	4			8	7	Изучение основной и дополнительной литературы, работа в ГГИС	Защита праткической работы	ОПК-8.1, ОПК-8.2, ДПК-3.1, ДПК-3.2, ДПК-3.3
Итого по разделу				8	7			
4. Блочное моделирование и подсчет запасов • Принципы построения блочных моделей. • Выбор размера блоков и интерполяция содержаний. • Подсчет запасов по блочной модели.								
4.1 Блочное моделирование и подсчет запасов	4			12	9	Изучение основной и дополнительной литературы, работа в ГГИС	Защита практической работы	ОПК-8.1, ОПК-8.2, ДПК-3.1, ДПК-3.2, ДПК-3.3
Итого по разделу				12	9			
5. Передача данных для проектирования • Экспорт блочной модели в форматы для проектирования горных работ. • Основы взаимодействия со смежными модулями (планирование, БВР).								
5.1 Передача данных для проектирования	4			4	5	Изучение основной и дополнительной литературы, работа в ГГИС	Защита практической работы	ОПК-8.1, ОПК-8.2, ДПК-3.1, ДПК-3.2, ДПК-3.3
Итого по разделу				4	9,9			
Итого за семестр				32	35		зао	
Итого по дисциплине				32	39,9		зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

Рекомендуется комбинировать следующие образовательные технологии, разбив студентов на группы:

1. Сквозные (Базовые) технологии

Проектное обучение (Project-Based Learning): Студенты работают над единым сквозным проектом от 1-го до 16-го занятия. Итог — не зачет, а готовый пакет документов (блочная модель + паспорт подсчета запасов). Это имитирует реальное ТЗ от недропользователя.

Контекстное обучение: Все задачи подаются как производственные «вводные» (например: «Геологи передали новые данные керна — срочно перестройте каркас»). Это формирует профессиональную гибкость.

2. Интерактивные технологии для работы в группе

Ролевая (деловая) игра «Сдача модели»: Разделите группу на «Группу моделирования» (студенты) и «Группу проектирования» (преподаватель или старшекурсники). Студенты защищают блочную модель, а «проектировщики» задают неудобные вопросы: «Почему вы выбрали этот размер блоков?», «Учтено ли разубоживание?». Это учит аргументировать решения.

Технология командного обучения (TBL): Студенты делятся на «Геологов» (отвечают за стратиграфию) и «Маркшейдеров» (отвечают за пространственные координаты и искажения). Без согласования внутри команды каркас не построится.

3. Технологии для «Цифровой» составляющей

Симуляционное моделирование: Используйте встроенный симулятор ГГИС, где студент может менять параметры интерполяции (метод обратных расстояний, кригинг) и мгновенно видеть, как меняются объемы запасов. Это развивает инженерную интуицию.

«Перевернутый класс» (Flipped Classroom): Теоретические блоки (алгоритмы построения каркасов, математика кригинга) выносите на видео для домашнего просмотра. В аудитории — только решение конкретной проблемы (например, «сбой в данных»).

4. Адаптивные и развивающие технологии • Дифференцированное обучение: Дайте 3 варианта сложности месторождений:

• Базовый — простое линзовидное тело;

• Повышенный — с дизъюнктивами (разломами);

• Сложный — с наличием "пустых" окон внутри рудного поля.

• Технология «Обучение действием» (Action Learning): Задание не просто построить модель, а найти ошибку в заранее подготовленной преподавателем «испорченной» модели и исправить ее.

5. Организационно-оценочные технологии

• Накопительная балльно-рейтинговая система (БРС): Студент получает баллы за каждый успешно сданный этап (База данных -> Каркас -> Блоки -> Отчет). Это снимает стресс на экзамене.

• Peer-Review (Взаимооценка): После построения каркасов студенты обмениваются файлами, проверяют геометрию друг у друга по чек-листу (нет ли самопересечений, сомкнуты ли контуры). Это учит внимательности к чужим ошибкам.

6. Технологии погружения в среду

• Мастер-классы от индустриальных партнеров: Пригласите практикующего горного инженера (онлайн/офлайн), чтобы он показал, как эта блочная модель трансформируется в календарный план добычи. Это мощнейшая мотивация.

Совет по синхронизации: Стройте занятие по схеме: «10 мин — мини-лекция (алгоритм) -> 40 мин — работа в ГГИС по инструкции -> 10 мин — "Боевой вызов" (нестандартная ситуация)». К 8-му занятию студенты должны работать с ПО без инструкций, только по горячим клавишам.

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

а) Основная литература:

Федотов, Г. С. Объемное цифровое моделирование геологических тел в процессе разведки : учебное пособие / Г. С. Федотов, Г. С. Январёв. — Москва : Горная книга, 2021. — 168 с. — ISBN 978-5-98672-540-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/248873 (дата обращения: 28.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Серебряков, А. О. Геологическое многомерное цифровое моделирование месторождений : монография / А. О. Серебряков. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 236 с. — ISBN 978-5-9729-0693-2. — Текст : электронный // Лань : электронно -библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/192558 (дата обращения: 28.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

Тедикова А. А., Климоченков М. Д., Мельниченко И. А. Геоинформационное моделирование пространственных данных в горнопромышленной геологии: практикум. – М.: Издательский Дом МИСиС, 2024. •

Тедикова А. А., Климоченков М. Д., Мельниченко И. А. Технологии визуализации геоинформационных пространственных данных для геометризации месторождений полезных ископаемых: практикум. – М.: Издательский Дом МИСиС, 2024.

Официальная документация ГГИС «Геомикс» (доступна на docs.geomix.ru).
Публикации и руководства пользователя ГГИС «Майнфрэйм» на mineframe.ru.

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
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса- Стандартный	Д-165-23 от 27.03.2023	27.03.2025
ГИС "ГЕОМИКС"	Д-1005-22 от 07.11.2022	бессрочно
AdobeReader	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	https://www.nature.com/siteindex
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

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа 063:
Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 063, 067: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, ГГИС, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Аудитории для самостоятельной работы 080: компьютерные классы; читальные залы библиотеки: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, ГГИС, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

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

- 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 обучающимся

Методические рекомендации по освоению дисциплины «Цифровое моделирование месторождений» (ГГИС «Геомикс» / «Майнфрэйм»)

Дисциплина построена по принципу «обучение через делание». Ваша главная задача — не выучить интерфейс, а научиться мыслить как инженер-модельер. Ниже — рекомендации, которые помогут пройти путь от нуля до готовой блочной модели без потери качества и нервов.

1. До начала занятий (подготовительный этап) · Установите ПО и ознакомьтесь с интерфейсом заранее. Даже 15 минут свободного «кликанья» по меню сэкономят час на первом занятии. · Скачайте и пролистайте документацию ГГИС (ссылки есть в литературе). Обратите внимание на разделы «Импорт данных», «Построение каркасов», «Блочная модель» — это ваш настольный справочник. · Освежите геологию: повторите понятия «рудное тело», «элементы залегания», «содержание», «мощность», «разубоживание». Без этого работа в ГГИС превратится в бессмысленное нажатие кнопок.

2. В процессе изучения теории (лекции / видео) · Ведите конспект-шпаргалку по ключевым алгоритмам: · Как выбирается размер блока (зависит от плотности разведочной сети и характера оруденения). · Чем отличается метод обратных взвешенных расстояний от кригинга (и когда какой применять). · Какие проверки геометрии каркаса обязательны (замкнутость, отсутствие самопересечений). · Задавайте вопросы «Зачем?» каждому параметру. Например: «Почему мы используем эллипсоид поиска? Как его ориентировать?» — это даст понимание, а не механику.

3. При выполнении практических работ (ключевая часть) Общие правила для всех работ: Создавайте резервные копии после каждого крупного этапа (например, модель_каркас_1, модель_блоки_2). ГГИС — не Word, откат изменений часто невозможен. · Ведите журнал действий (бумажный или текстовый файл): записывайте, какие параметры интерполяции пробовали, какие получили объёмы. Это пригодится при защите. · Не игнорируйте предупреждения программы — они часто указывают на ошибки в исходных данных (например, скважина «висит» в воздухе).

По каждой работе: ·

Работа №1 (База данных) — проверьте все скважины на выбросы. Одна проба с содержанием 100% золота может исказить всю модель. Просмотрите статистику, постройте гистограмму. ·

Работа №2 (Каркас) — после построения обязательно выполните проверку на замкнутость и визуальный контроль в 3D. Покрутите модель со всех сторон, сравните с геологическими разрезами. Если тело «вылезает» за контуры — пересмотрите стратиграфию. ·

Работа №3 (Блочная модель) — не берите первый попавшийся размер блока. Поэкспериментируйте: уменьшите размер блока в 2 раза — посмотрите, как изменится объём и как вырастет время расчёта. Выберите золотую середину. ·

Работа №4 (Подсчёт запасов) — сравните подсчёт по блокам с подсчётом геологическим методом (по средним содержаниям). Расхождение >5% — повод

перепроверить интерполяцию. · Работа №5 (Экспорт) — перед выгрузкой проверьте, что экспортируются все атрибуты (содержания, категории запасов, плотность). Уточните у преподавателя, какой формат нужен проектировщикам (например, *.dxf, *.csv или *.xml).

4. Советы по работе в команде (если работаете в парах) · Распределите роли: один отвечает за геологическую интерпретацию (литология, контакты), второй — за математику и интерполяцию (статистика, вариограммы). Но каждый должен понимать обе части. · Проводите взаимные проверки каждую неделю: обменяйтесь файлами и найдите чужие ошибки — это лучший способ научиться.

5. Как готовиться к защите проекта · Соберите портфолио: скриншоты всех этапов, таблицу подсчёта запасов, краткое описание принятых решений. · Подготовьте ответы на типичные вопросы: · Почему вы выбрали именно такой размер блока? · Как учтены разрывные нарушения? · Какие ограничения вы наложили при интерполяции? · Что делать, если появятся новые данные разведки? Прогоните защиту перед сокурсниками — они укажут на слабые места.

6. Ресурсы, которые помогут вам · Официальные форумы и базы знаний «Геомикс» и «Майнфрэйм» — там есть примеры решения частых проблем. · YouTube-каналы с туториалами (поиск по запросу «Geomix каркас», «Mineframe блочная модель»). · Группы в соцсетях горных специалистов — там можно спросить совет по нестандартной ситуации.

7. Типичные ошибки и как их избежать

Ошибка	**Как избежать**
Забыли указать единицы измерения (метры / тонны)	Сразу задайте единицы в настройках проекта
Каркас не замкнут — объём не считается	Используйте инструмент «Проверка замкнутости» перед расчётом
Интерполяция дала содержание за пределами рудного тела	Ограничьте интерполяцию только блоками внутри каркаса
Модель «весит» слишком много и тормозит	Увеличьте размер блоков на участках с низкой плотностью данных
Не сохранены промежуточные версии — потеря работы	Настройте автосохранение или делайте ручные сейвы каждые 30 минут

8. Тайм-менеджмент на семестр

Разбейте большой проект на еженедельные микрозадачи (например, 1-я неделя — импорт и проверка данных, 2-я — построение разрезов, 3-я — первый каркас…). · Не откладывайте на последнюю неделю — сложность нарастает экспоненциально, и ошибку на поздних этапах исправлять труднее.

Итоговое напутствие

Модель — это не самоцель, а инструмент для принятия решений. Если ваша модель не отвечает на вопросы «сколько?», «где?» и «как добывать?» — она бесполезна. Думайте как геолог, считайте как математик, проверяйте как маркшейдер. Удачи! И помните: каждый «вылет» программы — это новый опыт, а каждый исправленный баг — шаг к профессионализму

Приложение 2

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине «Цифровое моделирование» за период обучения и проводится в форме зачета с оценкой.

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
ОПК-8 Способен работать с программным обеспечением общего, специального назначения и моделирования горных и геологических объектов		
ОПК-8.1	Выбирает программное обеспечения для моделирования горных и геологических объектов	1. Ситуация: Вы моделируете россыпное месторождение золота с очень неравномерным распределением проб и сложным рельефом долины. В вашем распоряжении — «Геомикс» и «Майнфрэйм». Какой критерий выбора станет решающим и почему? Опишите алгоритм выбора ГГИС для данной задачи. Проверяет: понимание различий ГГИС по модулям россыпной геологии, статистическим инструментам, работе с поверхностями.
ОПК-8.2	Осуществляет моделирование, расчет параметров горных и геологических объектов, проводит анализ полученных результатов с использованием программного обеспечения общего и специального назначения	1. Вы построили каркас рудного тела и блочную модель. Подсчёт запасов по блокам дал результат на 12% меньше, чем подсчёт классическим геологическим методом по среднему содержанию. Назовите три возможные причины такого расхождения. Какую из них вы проверите в первую очередь и каким инструментом ГГИС воспользуетесь? Проверяет: умение интерпретировать расхождения, анализировать параметры интерполяции, проверять ограничения модели (борта, зоны разубоживания) 2. Практическое задание: Вам даны данные 10 скважин с неравномерной сеткой (ступение в центре, разрежение на флангах). При интерполяции методом обратных взвешенных расстояний (ОВР) вы получили «ореолы» высоких содержаний вокруг одиночных скважин. Как изменить параметры поискового эллипсоида и степенной показатель, чтобы сгладить этот эффект? Обоснуйте численно (как изменится влияние расстояния). Проверяет: глубокое понимание математики интерполяции и её настройки.
ДПК-3 Способен осуществлять цифровое моделирование объектов деятельности, решая различные проектные, научные, текущие и плановые производственные задачи		
ДПК-3.1	Выполняет грамотное черчение объектов профессиональной деятельности, понимает их и грамотное читает	Дано: План горизонта -200 м и геологический разрез по линии А-Б. На разрезе рудное тело имеет угол падения 65° и мощность 15 м, а на плане его проекция имеет сложную изогнутую форму. Вопрос: Построение каркаса в ГГИС требует задания «стран» (границ) на каждом разрезе. Объясните, как правильно «сшить» разрезы, если контуры тела на

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
	представленную информацию, как в плоской, так и в объемной постановке задачи	смежных разрезах сильно отличаются по площади. Какие операции в ГГИС вы примените (построение дополнительных сечений, аппроксимация)? Проверяет: навык перехода от 2D-чертежей к 3D-каркасу, понимание геометрической увязки.
ДПК-3.2	Знает особенности и функционал основного программного обеспечения, используемого при решении различных задач в области профессиональной деятельности	Сравнительный вопрос: Назовите две уникальные функции «Майнфрэйма», которых нет в базовой версии «Геомикса» (или наоборот), и опишите, для каких горно-геологических задач каждая из них критически важна. Приведите пример, когда отсутствие этой функции делает работу в другой ГГИС невозможной или крайне трудоёмкой. Проверяет: не поверхностное знание, а функциональное сравнение сред.
ДПК-3.3	Использует САПР/ГГИС при решении профессиональных задач с учетом основных требований к используемому компьютерному оборудованию	1. Ситуация: Ваш компьютер имеет 16 ГБ ОЗУ, процессор Intel i5, видеокарта с 4 ГБ. Вы строите блочную модель месторождения с размерами 2×2×2 м для всего поля (объём 2 км³). Программа выдаёт предупреждение о нехватке памяти. Задания: а) Предложите два способа оптимизировать модель без потери точности подсчёта запасов. б) Какой из способов вы выберете, если ваша цель — передать модель проектировщикам карьера (им важна детализация уступов)? Проверяет: понимание взаимосвязи «размер блока — производительность — задача проектирования». 2. Вы завершили моделирование и хотите экспортировать блочную модель в формат для системы планирования горных работ (например, MineSight или Datamine). В ГГИС доступно три формата экспорта: .dxf, .csv с координатами блоков, и собственный бинарный формат. Вопрос: Какой формат вы выберете и почему? Опишите, что нужно сделать перед экспортом, чтобы проектировщики получили не только геометрию, но и все атрибуты (содержания, категории запасов, плотность). Какие ограничения по объёму данных могут возникнуть при каждом формате? Проверяет: практическое понимание интероперабельности ГГИС с другими системами и учёт ограничений оборудования/ПО.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Цифровое моделирование» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.