Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан

ВКТУ им.Д.Серикбаева

УТВЕРЖДАЮ:
Декан ШНоЗ:
Рахымбердина М.Е.
_____2026 г.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОДСЧЁТА ЗАПАСОВ

Рабочая учебная программа (силлабус)

Образовательная программа: 6B07204 Геология и разведка месторождений полезных ископаемых
Код дисциплины: SMPZ4220
Количество кредитов: 5
Цикл: БД
Компонент: ВК

Усть-Каменогорск, 2026

Рабочая учебная программа (силлабус) разработана на «ШНоЗ» на основании Государственных общеобязательных стандартов высшего и послевузовского образования (Приказ Министра науки и высшего образования РК №2 от 20.07.2022 г.), Правил организации учебного процесса по кредитной технологии обучения (Приказ Министра образования и науки РК от №152 от 20.04.2011 г.), Образовательной программы, Рабочего учебного плана, Каталога элективных дисциплин.

Одобрено Комиссией по обеспечению качества

Председатель — Асылханова Ж.А.
Дата 26.08.2026 г. протокол №1

Руководитель образовательной программы — Айтбаева С.С.
6В07204

Сотрудник библиотеки — Дроздова О.Н.

Разработал — Пяткова А.П.
Старший преподаватель
Альжапарова С.Н.
Старший преподаватель

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

1.1 Краткое описание дисциплины

Современные технологии подсчета ресурсов и запасов давно и весьма успешно используются в геологоразведочной практике. В данной дисциплине рассматриваются теоретические, методологические и практические основы для работы с большими массивами данных (скважин, проб и т.д.), которые преобразуют в цифровые модели с целью оценки и перспективности геологических объектов. Данный курс направлен на обучение студентов геологических специальностей.

1.2 Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины:

Освоение принципов сквозного цикла оценки месторождений: от понимания разницы геологоразведочных данных, расчета вариографии до построения трехмерных блочных моделей, а также классификации ресурсов/запасов и экономического обоснования кондиций.

Задачи изучения дисциплины:

- Обучение методам разведочного анализа данных (EDA), пространственной вариографии и геостатистической интерполяции;
- Приобретение навыков трехмерного каркасного и блочного моделирования в современных ГГИС;
- Изучение подходов к экономическому обоснованию бортового содержания и оценке запасов;
- Формирование компетенций по классификации минеральных ресурсов и запасов с их переводом в категории международной отчетности.

1.3 Цели устойчивого развития

Цель 4. Обеспечение всеохватного и справедливого качественного образования и поощрение возможности обучения на протяжении всей жизни для всех

Цель 6. Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех

Цель 12. Обеспечение перехода к рациональным моделям потребления и производства

1.4 Результаты обучения

Результаты обучения определяются на основе Дублинских дескрипторов соответствующего уровня образования и выражаются через компетенции.

Формируемые ключевые компетенции	Результаты обучения (единицы ключевых компетенций)	
	образовательной программы	дисциплины
КК4 - Способность использовать современные коммуникационные	РО4 - Обладать навыками обращения с современной техникой, уметь использовать информационные технологии в сфере профессиональной деятельности.	- Международные и отечественные стандарты, кодексы отчетности и требования к

Формируемые ключевые компетенции	Результаты обучения (единицы ключевых компетенций)	
	образовательной программы	дисциплины
средства и технологии для поиска и обработки информации.		классификации минеральных ресурсов и запасов. - Теоретические основы геостатистики, пространственного анализа (вариографии) и математические принципы алгоритмов интерполяции содержаний. - Методологию контроля и обеспечения качества (QA/QC) на всех этапах геологоразведочных работ. - Проводить аудит, валидацию и статистическую обработку первичных геологоразведочных данных (выявление выбросов, расчет композитов). - Строить трехмерные каркасные модели рудных тел и литологических доменов, а также проектировать реляционные блочные модели в современных горно-геологических информационных системах (ГГИС). - Рассчитывать бортовые содержания (Cut-off grade), обосновывать экономические кондиции и оценивать запасы с построением кривых «содержание-тоннаж». - Практической работы в специализированных ГГИС для решения задач блочного моделирования и оценки запасов. - Интерпретации результатов вариографии и подбора оптимальных параметров поисковых эллипсоидов для кригинга и обратных расстояний (IDW). - Профессиональной подготовки отчетной документации по международным стандартам отчетности на основе геолого-экономической оценки месторождений.способами оценки рудпроявлений. - Навык наглядно и убедительно представлять результаты цифрового моделирования (сводные таблицы ресурсов, кривые «содержание-тоннаж», разрезы и трехмерные визуализации) руководству или инвесторам. - Способность эффективно работать в составе комплексной группы геологов и модельеров при сквозном проектировании крупных проектов, распределять задачи по аудиту базы данных, каркасному и блочному моделированию.
КК6 - Способность к организационно-управленческой и проектной деятельности для обеспечения эффективного функционирования производства геологоразведочных организаций.	РО7 - Проектировать, организовывать и выполнять геологические исследования и все этапы геологического моделирования.	
КК8 - Способность к научно-исследовательской деятельности	РО11 - Совершенствовать существующие и внедрять передовые методы ведения исследований и проведения геологоразведочных работ.	

Формируемые ключевые компетенции	Результаты обучения (единицы ключевых компетенций)	
	образовательной программы	дисциплины
		- критически оценивать достоверность первичной геологической информации, выявлять скрытые ошибки, аномалии и несоответствия в базах данных опробования до начала их математической обработки. - Способность быстро адаптироваться к интерфейсу и алгоритмам новых горно-геологических информационных систем (ГГИС) через понимание базовой математики и логики горно-геологического моделирования. - пособность увязывать геологические характеристики месторождения с горно-техническими и экономическими факторами (технологией выемки, затратами на переработку, рыночными ценами на металлы) при расчете бортовых содержаний. - Умение проверять и валидировать собственные результаты подсчета запасов, оценивать риски и уровень неопределенности полученных цифровых оценок.

1.5 Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

1.5.1 Современные образовательные технологии

При проведении учебных занятий предусматривается использование следующих образовательных технологий:

- Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя

- Вопросы преподавателя нацелены на активацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления

- Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

1.5.2 Адаптивные образовательные технологии (инклюзивное обучение)

Для успешного освоения дисциплины при обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья могут применяться следующие адаптивные образовательные технологии:

- Адаптация учебного процесса к индивидуальным особенностям студентов, подбор учебного процесса за счет изменения его структуры для качественного и доступного образования для каждого;

- При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья предполагается использование при организации образовательной деятельности адаптивных образовательных технологий, в частности: предоставление специальных учебных пособий и дидактических материалов;

- При прохождении длительной медицинской реабилитации студент с инвалидностью может присутствовать на учебных занятиях виртуально, посредством технического обеспечения.

1.6 Пререквизиты

- Математика 2

1.7 Постреквизиты

Дипломный (-ая) проект/ работа

1.8 Трудоемкость дисциплины

Виды работ	часы
Лекции	15
Практические работы	30
СРОП	30
СРО	75
Форма проведения итогового контроля	экзамен

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Тематический план

№	Наименование темы и ее содержание	Трудоемкость в часах	Достигаемые результаты CDIO	Метод обучения	Ссылка на литературу
Лекционные занятия					
1	**Тема 1. Тема 1.** Введение в современную парадигму оценки запасов. Эволюция методов подсчета. Международные кодексы отчетности и их гармонизация с государственными балансами	2	Оценка и качественный анализ	Интерактивный	1-8
2	**Тема 2. Тема 2.** Контроль и обеспечение качества данных (QA/QC). Протоколы опробования, анализ результатов дубликатных, слепых и стандартных проебов. Оценка надежности геологической базы данных.	4	Оценка и качественный анализ	Интерактивный	1-8

№	Наименование темы и ее содержание	Трудоемкость в часах	Достигаемые результаты CDIO	Метод обучения	Ссылка на литературу
3	**Тема 3. Тема 3.** Разведочный анализ данных (EDA) и композитирование. Статистические методы обработки результатов опробования. Выявление выбросов, статпоказатели и выбор оптимальной длины композитов.	3	Оценка и качественный анализ	Интерактивный	1-8
4	**Тема 4. Тема 4.** Пространственный анализ и геостатистика (вариография). Понятие пространственной непрерывности. Построение экспериментальных вариограмм, анализ и подбор теоретических моделей вариограмм.	3	Моделирование	Интерактивный	1-8
5	**Тема 5. Тема 5.** Трехмерное каркасное и доменное моделирование. Принципы выделения рудных зон и литологических доменов. Каркасное (wireframing) и явное/неявное (implicit) моделирование поверхностей и зон оруденения полезных ископаемых.	4	Моделирование	Интерактивный	1-8
6	**Тема 6. Тема 6.** Блочное моделирование. Создание сетки блоков. Разделение модели на подблоки (sub-blocking) и заполнение доменов. Занесение объемной плотности и горно-геологических атрибутов	3	Стадии и методы проектирования	Интерактивный	1-8
7	**Тема 7. Тема 7.** Методы интерполяции и оценки содержаний. Детерминированные методы (метод ближайшего соседа, обратных расстояний — IDW) и стохастические/геостатистические методы (ординарный, простой и индикаторный кригинг, кокригинг). Кросс-валидация результатов.	3	Стадии и методы проектирования	Интерактивный	1-8
8	**Тема 8. Тема 8.** Обоснование кондиций и бортового содержания (Cut-off grade). Технико-экономические факторы определения бортовых содержаний. Маржинальный, операционный и оптимизационный подходы к выемке.	5	Применение знаний при проектировании	Интерактивный	1-8

№	Наименование темы и ее содержание	Трудоемкость в часах	Достигаемые результаты CDIO	Метод обучения	Ссылка на литературу
9	**Тема 9. Тема 9.** Классификация минеральных ресурсов и запасов. Критерии перевода ресурсов в категории Measured, Indicated, Inferred и запасов в Proved, Probable. Влияние плотности разведочной сети и геостатистического индекса надежности (Kriging Variance / Slope of Regression).	3	Применение знаний при проектировании	Интерактивный	1-8
ИТОГО		**30**			
	Практические занятия				
1	**Тема 1. Тема 1.** Валидация и аудит первичных геологоразведочных данных. Проверка таблиц устьев скважин, инклинометрии, интервалов опробования и литологии на пересечения и ошибки ввода.	2	Оценка и качественный анализ	Интерактивный	1-8
2	**Тема 2. Тема 2.** Статистический анализ массива данных. Построение гистограмм, кумулятивных кривых распределения содержаний и расчет базовых статистических параметров в специализированном ПО.	4	Оценка и качественный анализ	Интерактивный	1-8
3	**Тема 3. Тема 3.** Обработка выбросов и процедура отсечения. Определение порога влияния аномально высоких содержаний методом графического анализа и оценка их влияния на среднее содержание.	3	Оценка и качественный анализ	Интерактивный	1-8
4	**Тема 4. Тема 4.** Проведение композитирования. Пересчет неравномерных интервалов проб в фиксированные длины с учетом геологических границ доменов.	3	Понимание потребностей и постановка целей	Интерактивный	1-8
5	**Тема 5. Тема 5.** Построение вариограмм. Расчет экспериментальных вариограмм по направлениям главной анизотропии, подбор модели (сферическая, экспоненциальная, гауссовская) и оценка параметров (наггет-эффект, силл, радиус влияния).	4	Применение знаний при проектировании	Интерактивный	1-8
6	**Тема 6. Тема 6 Построение 3D-каркасов рудных тел.**	3	Моделирование	Интерактивный	1-8

№	Наименование темы и ее содержание	Трудоемкость в часах	Достигаемые результаты CDIO	Метод обучения	Ссылка на литературу
	Создание геологических разрезов, оцифровка рудных контуров и увязка их в единую трехмерную оболочку.				
7	**Тема 7. Тема 7 Построение и заполнение блочной модели.** Генерация модели блоков, назначение кодов доменов, расчет объемов и занесение средних значений плотности.	3	Моделирование	Интерактивный	1-8
8	**Тема 8. Тема 8 А)Интерполяция содержаний методами IDW и Kriging.** Настройка поисковых эллипсоидов, секторов поиска и запуск алгоритмов интерполяции. Сравнение результатов методами Visual Inspection и Swath Plots (сваз-плоты). Б)Расчет запасов по блочной модели. Определение объемов, тоннажа и средних металлов при различных пороговых значениях (Cut-off grades). Построение шкалы «содержание-тоннаж» (Grade-Tonnage Curve).	5	Применение знаний при проектировании	Интерактивный	1-8
9	**Тема 9. Тема 9.** Классификация блоков и оформление отчета. Автоматическая и ручная категоризация ресурсов по плотности сети и критериям непрерывности. Подготовка итоговых таблиц для отчета по различным стандартам.	3	Применение знаний при проектировании	Интерактивный	1-8
ИТОГО		**30**			

2.2 Задания для самостоятельной работы обучающегося (СРО)

Тема	Содержание задания	Форма контроля	Срок сдачи, неделя	Трудоемкость в часах	Результаты CDIO
Анализ стандартов и кодексов отчетности	Сравнение требований отечественной классификации запасов (например, ГКЗ) и международных кодексов (JORC) в части критериев перехода ресурсов в категорию доказанных/вероятных	Реферат/обзор (Аналитическая записка с таблицей сопоставления категорий и требований к технико-экономическому обоснованию.)	3	10	Оценка и качественный анализ

Тема	Содержание задания	Форма контроля	Срок сдачи, неделя	Трудоемкость в часах	Результаты CDIO
Проверка качества базы данных (QA/QC Data Audit)	Получение «сырого» набора данных по скважинам (Collar, Survey, Assay, Lithology), выявление и ручное/полуавтоматическое исправление ошибок (перехлесты интервалов, отрицательные длины, ошибки в координатах устьев, расхождение данных инклинометрии).	Электронный отчет (Исправленная реляционная база данных, готовая к импорту в ГГИС, с приложением ведомости устраненных ошибок.)	6	20	Оценка и качественный анализ
Статистический анализ и обработка выбросов	Построение гистограмм распределения содержаний металла по конкретному домену. Расчет коэффициента вариации, асимметрии и эксцесса. Определение порога отсечения (capping) для аномально высоких содержаний с использованием графиков вероятности (Log-Probability Plot).	Отчет (по статистике с обоснованием выбранного порога отсечения и оценкой потерь металла.)	8	20	Оценка и качественный анализ
Выбор параметров композитирования	Анализ распределения длин первичных проб. Выбор оптимальной длины композита с учетом минимальной мощности рудного тела и технологической схемы разработки. Выполнение операции композитирования в ГГИС.		11	20	Моделирование
А) Построение и интерпретация вариограмм. Б) Создание трехмерных литологических и рудных каркасов	А)Расчет экспериментальных вариограмм в трех ортогональных направлениях (по простиранию, падению и вкрест простирания) для выделенного рудного домена. Подбор теоретической модели вариограммы, определение	А)Графики вариограмм с подобранными параметрами анизотропии. Б)Валидный 3D-каркас рудного тела без самопересечений и вырожденных треугольников	15	20	Моделирование

Тема	Содержание задания	Форма контроля	Срок сдачи, неделя	Трудоемкость в часах	Результаты CDIO
	параметров. Б) Интерполяция рудных пересечений по разведочным профилям с учетом геологических закономерностей. Построение замкнутых трехмерных каркасов (wireframes) рудных тел и вмещающих пород с использованием инструментов явного (implicit) или классического каркасного моделирования.				
ИТОГО				**90**	

2.3 График сдачи заданий по дисциплине

Вид задания	Академический период обучения, неделя														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Знание															
Практическое занятие	+		+		+		+		+		+		+		
Лекция			+		+			+			+		+		+
Понимание															
Практическое занятие	+		+		+		+		+		+		+		+
Применение															
Практическое занятие	+		+		+		+		+		+		+		+
СРО			+			+		+			+				+
Анализ															
Практическое занятие	+		+		+		+		+		+		+		+

3 ОЦЕНКА ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Преподаватель проводит все виды работ текущего контроля и выводит соответствующую оценку текущей успеваемости обучающихся два раза в академический период. По результатам текущего контроля формируется рейтинг 1 и 2. Учебные достижения обучающегося оцениваются по 100-балльной шкале, итоговая оценка Р1 и Р2 выводится как средняя арифметическая из оценок текущей успеваемости. Оценка работы обучающегося в академическом периоде осуществляется преподавателем в соответствии с графиком сдачи заданий по дисциплине. Система контроля может сочетать письменные и устные, групповые и индивидуальные формы.

Период	Вид работы	Итоговая оценка
1-й рейтинг	Практическое занятие	0-100
	Лекция	
	СРО	
2-й рейтинг	Практическое занятие	0-100
	Лекция	
	СРО	
Итоговый контроль	экзамен	0-100

3.1 Политика оценивания результатов обучения по видам работ

Вид работы	90-100	70-89	50-69	0-49
	Отлично	**Хорошо**	**Удовлетворительно**	**Неудовлетворительно**
Лекция	Выставляется, если обучающийся раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой, изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно используя терминологию данного предмета как учебной дисциплины; отвечал самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя; успешно ответил на тестовые задания, правильно и обоснованно решил ситуационные задачи. Возможны одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, которые обучающийся легко исправил по замечанию преподавателя.	Выставляется, если ответ обучающегося удовлетворяет в основном требованиям на отметку «отлично», но при этом имеет место один из недостатков: допущены одна - две неточности при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя; допущены ошибка или более двух неточностей при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, легко исправленные по замечанию преподавателя	Выставляется в следующих случаях: неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, имеются ошибки при ответах на тесты, неточности в решении ситуационных задач, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала, определенного учебной программой дисциплины.	Выставляется в случаях, если не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или неполное понимание обучающимся большей или наиболее важной части учебного материала; допущены грубые ошибки при ответах на вопросы собеседования, неправильно решены ситуационные задачи, допущены ошибки в ответах на тесты, допущены ошибки в определении понятий при использовании специальной терминологии в рисунках, схемах, выкладках, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя.

Практическое занятие	Оценка «отлично» выставляется, если студент активно работает в течение всего практического занятия, дает полные ответы на вопросы преподавателя в соответствии с планом практического занятия и показывает при этом глубокое овладение лекционным материалом, знание соответствующей литературы, способен выразить собственное отношение к данной проблеме, проявляет умение самостоятельно и аргументированно излагать материал, анализировать явления и факты, делать самостоятельные обобщения и выводы, правильно выполняет учебные задачи, допуская не более 1-2 арифметических ошибок или описок	Оценка «хорошо» выставляется при условии соблюдения следующих требований: студент активно работает в течение практического занятия, вопросы освещены полно, изложения материала логическое, обоснованное фактами, со ссылками на соответствующие литературные источники, освещение вопросов завершено выводами, студент обнаружил умение анализировать факты и события, а также выполнять учебные задания. Но в ответах допущены неточности, некоторые незначительные ошибки, имеет место недостаточная аргументированность при изложении материала, четко выраженное отношение студента к фактам и событиям или допущены 1-2 арифметические и 1-2 логические ошибки при решении задач.	Оценка «удовлетворительно» выставляется в том случае, когда студент в целом овладел сути вопросов по данной теме, обнаруживает знание лекционного материала,и учебной литературы, пытается анализировать факты и события, делать выводы и решать задачи. Но на занятии ведет себя пассивно, отвечает только по вызову преподавателя, дает неполные ответы на вопросы, допускает грубые ошибки при освещении практического материала или 3-4 логических ошибок при решении специальных задач	Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, когда студент обнаружил несостоятельность осветить вопрос вопросы освещены неправильно, бессистемно, с грубыми ошибками, отсутствуют понимания основной сути вопросов, выводы, обобщения, обнаружено неумение решать учебные задачи

Итоговая оценка знаний обучающего по дисциплине осуществляется по 100 балльной системе и включает:

- 60% результатов текущей успеваемости;
- 40% результата, полученного на экзамене.

Формула подсчета итоговой оценки:

$$И = 0{,}6\frac{Р_1+Р_2}{2} + 0{,}4Э \quad (1)$$

где Р1, Р2 – цифровые эквиваленты оценок первого, второго рейтингов соответственно; Э – цифровой эквивалент оценки на экзамене.

Буквенная система оценки учебных достижений обучающихся, соответствующая цифровому эквиваленту по четырехбалльной системе:

Оценка по буквенной системе	Цифровой эквивалент	Баллы (%-ное содержание)	Оценка по традиционной системе
A	4.0	95-100	Отлично
A-	3.67	90-94	
B+	3.33	85-89	Хорошо
B	3.0	80-84	
B-	2.67	75-79	
C+	2.33	70-74	
C	2.0	65-69	Удовлетворительно
C-	1.67	60-64	
D+	1.33	55-59	
D	1.0	50-54	
FX	0.5	25-49	Неудовлетворительно
F	0	0-24	

4 ПОЛИТИКА ДИСЦИПЛИНЫ

Политика дисциплины направлена на обеспечение последовательного и качественного освоения обучающимися содержания дисциплины, соблюдение учебной дисциплины, академической честности и требований образовательного процесса.

Обучающийся обязан:

-посещать лекционные и практические занятия в соответствии с утвержденным расписанием;

-не опаздывать на учебные занятия;

-своевременно и в полном объеме выполнять учебные задания, предусмотренные рабочей учебной программой (силлабусом);

-выполнять задания СРО и СРОП в установленные сроки;

-принимать активное участие в лекционных и практических занятиях;

-самостоятельно выполнять практические работы, решать ситуационные задачи, тесты и другие индивидуальные задания;

-своевременно сдавать и защищать выполненные работы в соответствии с графиком сдачи заданий по дисциплине;

-соблюдать требования преподавателя при выполнении учебных заданий и прохождении текущего, рубежного и итогового контроля;

-соблюдать требования Кодекса академической честности ВКТУ им. Д. Серикбаева и не допускать плагиата, списывания, фальсификации результатов и иных нарушений академической честности;

-при использовании технологий искусственного интеллекта (ИИ) соблюдать требования, установленные нормативными документами ВКТУ им. Д. Серикбаева;

-при использовании генеративного ИИ при подготовке учебных материалов указывать факт его использования, наименование используемого ИИ-сервиса и соответствующую ссылку в порядке, установленном нормативными документами ВКТУ;

-самостоятельно проверять достоверность и корректность информации, полученной с использованием ИИ, и нести ответственность за содержание представленной работы;

-не использовать технологии ИИ для выполнения контрольных и экзаменационных заданий, если такое использование не предусмотрено или не разрешено преподавателем;

-соблюдать правила внутреннего распорядка университета и требования безопасности при проведении практических занятий.

Использование технологий искусственного интеллекта в рамках дисциплины осуществляется в соответствии с Академической политикой НАО «ВКТУ имени Д. Серикбаева» и другими действующими нормативными документами университета, регулирующими вопросы использования ИИ и академической честности. (Нормативная основа: Академическая политика НАО «ВКТУ имени Д. Серикбаева» АП НАО «ВКТУ» 029-V-2025, раздел 19 «Политика применения искусственного интеллекта», стр. 53–54.)

5 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

5.1 Основная литература

1. Учебное пособие по курсу «Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых». Учебное пособие /сост., Ш.З. Гафуров., Б.Р. Мирзошоев А.И., Муллакаев, А.Н. Тюрин, Р.Р. Хасанов. – Казань: Казанский университет, **2023**. – 100 с.

2. The CIMVAL Code for the Valuation of Mineral Properties. - The Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum. - **2019**. - P.44

3. Пространственная интерполяция с использованием машинного обучения: от паттернов и закономерностей к блочным моделям. - Bourdeau J.E., Frimmel H.E., Ghorbani Y., Nwaila G.T., Zhang S.E. - **2023** г., 33 стр.

4. Кушнарев П.И. Применение методов фрактальной геометрии для оценки потерь и разубоживания при разработке месторождений сложного строения / Кушнарев П.И., Сытенков В.Н., Чичерина А.Г. // Рациональное освоение недр. – **2020**. – № 5. – С. 64-71.

5. Haldar, S. K. (**2020**). Mineral Exploration: Principles and Applications (2nd Edition). Elsevier.

6. Кушнарев П.И. Современные способы подсчета запасов и геолого- экономической оценки месторождений твердых полезных ископаемых / П.И. Кушнарев // Разведка и охрана недр. – **2018**. – № 2. – С. 60-66.

7. Кременецкий А. А. и др. (**2021–2023** гг., циклы методических пособий ЦНИГРИ). Контроль качества (QA/QC) геологоразведочных работ при оценке месторождений твердых полезных ископаемых. Москва: ЦНИГРИ.

8. P. Manikovsky, L. Vasyutich, G. Sidorova (**2021**). The methodology for modeling ore deposits in the Micromine GIS. Earth sciences// Bulletin of ZabGU. 2021. Vol. 27. No. 2.

5.2 Дополнительная литература

1. Капутин Ю.Е. Информационные технологии и экономическая оценка горных проектов (для горных инженеров). Недра, Санкт-Петербург, **2008** г., 397 с.

2. Капутин Ю.Е. Горные компьютерные технологии и геостатистика. СПб.: Недра, **2002** 424 с.

3. Демьянов В.В., Савельева Е.А. Геостатистика. Теория и практика. Издательство «Наука», Москва, **2010**, 327 стр.

4. IPR SMART http://www.iprbookshop.ru

5. ScienceDirect - http://www.sciencedirect.com.

6. EBSCO Discovery Service (EDS) - http://search.ebscohost.com