

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
(ФИЦ КНЦ РАН)

УТВЕРЖДАЮ

Начальник управления аспирантуры и магистратуры
ФИЦ КНЦ РАН
к.г.-м.н., доцент И.В. Чикирёв



(Handwritten signature)

подпись

" 30 " июня 2020 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

По дисциплине Б1.В.ДВ.02.01 Матероновская геостатистика
указывается цикл (раздел) ОП, к которому относится дисциплина, название дисциплины

Для направления подготовки (специальности) 05.04.01 Геология
код и наименование направления подготовки (специальности)

Направленность программы (профиль) Прикладная геохимия, минералогия и петрология
наименование профиля /специализаций/образовательной программы

Квалификация выпускника, уровень подготовки магистр
(указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО)

Апатиты

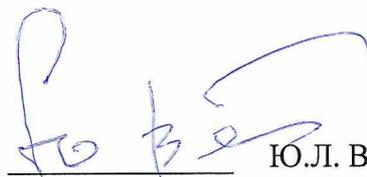
2020

Лист согласования

1. Разработчик:

профессор
должность

УАиМ


подпись

Ю.Л. Войтеховский
И.О. Фамилия

2. Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании учебно-методической комиссии управления аспирантуры и магистратуры 29 июня 2020 г., протокол № 02.

Председатель УМК УАиМ

29.06.2020
дата


подпись

Л.Д. Кириллова
И.О.Фамилия

1. Общие сведения:

1	Управление	Аспирантуры и магистратуры
2	Направление подготовки	05.04.01 Геология
	Направленность (профиль)	Прикладная геохимия, минералогия и петрология
3	Дисциплина (модуль)	Б1.В.ДВ.02.01 Матероновская геостатистика
4	Количество этапов формирования компетенций (ДЕ, разделов, тем и т.д.)	14

Перечень компетенций:

- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);
- способностью самостоятельно приобретать, осмысливать, структурировать и использовать в профессиональной деятельности новые знания и умения, развивать свои инновационные способности (ОПК-1);
- способностью формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и специализированных знаний, полученных при освоении программы магистратуры (ПК-1);

Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
1. Элементы математической статистики. Случайная величина. Её математическое ожидание, дисперсия и их свойства. Линейная комбинация случайных величин, её математическое ожидание и дисперсия. Понятие пространственно распределенной случайной функции. Гипотеза стационарности. Пуассоново распределение точек в пространстве: физический смысл, математическое ожидание, дисперсия.	ОК-3	<ul style="list-style-type: none"> • основные понятия, цели, задачи математической статистики. 	<ul style="list-style-type: none"> • находить информацию в различных источниках, содержащих информацию об элементах математической статистики. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами сбора, обработки и анализа информации, затрагивающей вопросы математической статистики. 	Тестирование, перечень экзаменационных вопросов
	ОПК-1	<ul style="list-style-type: none"> • основные принципы и элементы математической статистики применительно к геостатистике. 	<ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно анализировать, систематизировать и использовать новые знания, развивать свои инновационные способности в части, касающейся элементов математической статистики. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами адаптации новых знаний в части, касающейся элементов математической статистики. 	
	ПК-1	<ul style="list-style-type: none"> • базовые понятия фундаментальных разделов геологических наук и математической статистики. 	<ul style="list-style-type: none"> • формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и математической статистики. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами интеграции фундаментальных разделов геологических наук и математической статистики. 	
2. Вариограммный анализ. Расчет эмпирических вариограмм. Ковариограмма и полувариограмма, их связь и свойства. Неориентированные и ориентированные вариограммы. Регулярные и нерегулярные сети опробования. Эллиптический, зональный (геометрический) и смешанный типы анизотропии. Их устранение деформацией поля наблюдения.	ОК-3	<ul style="list-style-type: none"> • основные понятия, цели, задачи изучения вариограммного анализа. 	<ul style="list-style-type: none"> • находить информацию в различных источниках, содержащих вопросы вариограммного анализа и расчета эмпирических вариограмм.. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами сбора, обработки и анализа информации, затрагивающей вопросы вариограммного анализа и расчета эмпирических вариограмм. 	Тестирование, перечень экзаменационных вопросов
	ОПК-1	<ul style="list-style-type: none"> • основные принципы вариограммного анализа, области эффективного применения его в геостатистике. 	<ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно анализировать, систематизировать и использовать новые знания, развивать свои инновационные способности в части, касающейся вариограммного анализа и расчета эмпирических вариограмм.. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами адаптации новых знаний в части, касающейся вариограммного анализа применительно к геостатистике. 	
	ПК-1	<ul style="list-style-type: none"> • базовые понятия фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы вариограммного анализа. 	<ul style="list-style-type: none"> • формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и 	<ul style="list-style-type: none"> • методами интеграции фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы расчета эмпирических 	

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
			геостатистики, затрагивающих вопросы эффективного применения вариационного анализа.	вариационных.	
3.1 Вариационный анализ. Гео-статистические модели. Основные ковариационные: эффект самородков, линейная, сферическая, квадратичная, экспоненциальная, гауссова. Их сравнительный анализ: поведение вблизи нуля, скорость роста, достижение уровня дисперсии. Природа сферической и квадратичной ковариационных. Применение ковариационных в пространствах различной размерности. Противоречивость линейной ковариационной в 2D.	ОК-3	<ul style="list-style-type: none"> • основные понятия, цели, задачи изучения гео-статистических моделей – локальных вариационных. 	<ul style="list-style-type: none"> • находить информацию в различных источниках, содержащих вопросы о гео-статистических моделях (локальных вариационных). и их практическом использовании. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами сбора, обработки и анализа информации, затрагивающей вопросы подбора и использования гео-статистических моделей (локальных вариационных). 	Тестирование, расчетно-графическое задание, перечень экзаменационных вопросов
	ОПК-1	<ul style="list-style-type: none"> • основные гео-статистические модели (локальные вариационные) и области их эффективного применения. 	<ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно анализировать, систематизировать и использовать новые знания, развивать свои инновационные способности в части, касающейся оценки, анализа и подбора гео-статистических моделей (локальных вариационных). 	<ul style="list-style-type: none"> • методами адаптации новых знаний в части, касающейся подбора гео-статистических моделей и их практического использования (локальных вариационных). 	
	ПК-1	<ul style="list-style-type: none"> • базовые понятия фундаментальных разделов геологических наук и гео-статистики, затрагивающих вопросы практического использования локальных вариационных. 	<ul style="list-style-type: none"> • формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и гео-статистики, затрагивающих вопросы подбора и использования локальных вариационных. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами интеграции фундаментальных разделов геологических наук и гео-статистики, затрагивающих вопросы применения локальных вариационных. 	
3.2 Вариационный анализ. Гео-статистические модели. Аналог сферической ковариационной в 2D – круговая ковариационная. Анизотропия взаимного влияния случайных величин. Эллиптический и геометрический типы анизотропии. Обобщение сферической ковариационной	ОК-3	<ul style="list-style-type: none"> • основные понятия, цели, задачи изучения гео-статистических моделей в 2D. 	<ul style="list-style-type: none"> • находить информацию в различных источниках, содержащих вопросы о гео-статистических моделях в 2D и их практическом использовании. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами сбора, обработки и анализа информации, затрагивающей вопросы подбора и использования гео-статистических моделей в 2D. 	Тестирование, расчетно-графическое задание, перечень экзаменационных вопросов
	ОПК-1	<ul style="list-style-type: none"> • основные принципы гео- 	<ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно анализируют 	<ul style="list-style-type: none"> • методами адаптации но- 	

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
граммы - эллипсоидальная ковариограмма. Обобщение круговой ковариограммы - эллиптическая ковариограмма.		статистики в части, касающейся геостатистических моделей в 2D, области их эффективного применения.	вать, систематизировать и использовать новые знания, развивать свои инновационные способности в части, касающейся практического применения геостатистических моделей в 2D.	вых знаний в части, касающейся практического применения геостатистических моделей в 2D.	
	ПК-1	<ul style="list-style-type: none"> базовые понятия фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы геостатистических моделей в 2D. 	<ul style="list-style-type: none"> формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы геостатистических моделей в 2D. 	<ul style="list-style-type: none"> методами интеграции фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы геостатистических моделей в 2D. 	
4. Обычный кригинг. Вывод основных уравнений. Обычный кригинг (ОК). Условие стационарности случайной величины. Вид оценивающей функции. Несмещённость оценки. Минимум дисперсии оценки. Вывод основного уравнения ОК. Вывод уравнения для дисперсии оценки ОК. Относительность минимума дисперсии оценки ОК.	ОК-3	<ul style="list-style-type: none"> основные понятия, цели, задачи изучения обычного кригинга в геостатистике. 	<ul style="list-style-type: none"> находить информацию в различных источниках, содержащих вопросы применения и эффективного использования обычного кригинга в геостатистике. 	<ul style="list-style-type: none"> методами сбора, обработки и анализа информации, затрагивающей вопросы применения и эффективного использования обычного кригинга в геостатистике. 	Тестирование, перечень экзаменационных вопросов
	ОПК-1	<ul style="list-style-type: none"> основную концепцию и математическую модель обычного кригинга. 	<ul style="list-style-type: none"> самостоятельно анализировать, систематизировать и использовать новые знания, развивать свои инновационные способности в части оценки и анализа практического использования обычного кригинга в геостатистике. 	<ul style="list-style-type: none"> методами адаптации новых знаний в части, касающейся обычного кригинга и вывода основных уравнений. 	
	ПК-1	<ul style="list-style-type: none"> базовые понятия фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы теоретических основ обычного кригинга. 	<ul style="list-style-type: none"> формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы теоретических основ обычного кригинга. 	<ul style="list-style-type: none"> методами интеграции фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы основного уравнения обычного кригинга. 	
5. Свойства процедуры	ОК-3	<ul style="list-style-type: none"> основные понятия, цели, задачи изучения свойств 	<ul style="list-style-type: none"> находить информацию в различных источниках, содер- 	<ul style="list-style-type: none"> методами сбора, обработки и анализа 	Тестирование, перечень экзаменацион-

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
обычного кригинга. Две формы основного уравнения ОК. ОК в случае чистого «эффекта самородков». ОК как точный интерполятор. Эффект перпендикулярного экрана для гауссовой ковариограммы в ОК.		процедуры обычного кригинга.	жащих вопросы о свойствах процедуры обычного кригинга.	информации, затрагивающей вопросы свойств процедуры обычного кригинга.	ных вопросов
	ОПК-1	<ul style="list-style-type: none"> • основные понятия геостатистики, в части касающейся свойств процедуры обычного кригинга. 	<ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно анализировать, систематизировать и использовать новые знания, развивать свои инновационные способности в части, касающейся свойств процедуры обычного кригинга. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами адаптации новых знаний в части, касающейся свойств процедуры обычного кригинга. 	
	ПК-1	<ul style="list-style-type: none"> • базовые понятия фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы свойств процедуры обычного кригинга. 	<ul style="list-style-type: none"> • формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и специализированных знаний, затрагивающих вопросы оценки и анализа свойств процедуры обычного кригинга. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами интеграции фундаментальных разделов геологических наук и специализированных знаний, затрагивающих вопросы применения процедуры обычного кригинга. 	
6. Простой кригинг. Вывод основных уравнений. Простой кригинг (SK). Вид оценивающей функции. Условие стационарности случайной величины. Несмещенность оценки. Вывод основного уравнения SK.	ОК-3	<ul style="list-style-type: none"> • основные понятия, цели, задачи изучения простого кригинга в геостатистике. 	<ul style="list-style-type: none"> • находить информацию в различных источниках, содержащих вопросы применения и эффективного использования простого кригинга в геостатистике. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами сбора, обработки и анализа информации, затрагивающей вопросы применения и эффективного использования простого кригинга в геостатистике. 	Тестирование, перечень экзаменационных вопросов
	ОПК-1	<ul style="list-style-type: none"> • основную концепцию и математическую модель простого кригинга. 	<ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно анализировать, систематизировать и использовать новые знания, развивать свои инновационные способности в части оценки и анализа практического использования простого кригинга в геостатистике. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами адаптации новых знаний в части, касающейся простого кригинга и вывода основных уравнений. 	
	ПК-1	<ul style="list-style-type: none"> • базовые понятия фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы теоретических основ простого 	<ul style="list-style-type: none"> • формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, за 	<ul style="list-style-type: none"> • методами интеграции фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы основного уравнения 	

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
		го кригинга.	трагивающих вопросы теоретических основ простого кригинга.	простого кригинга..	
7. Свойства процедуры простого кригинга. Единственность формы основного уравнения SK, Вывод уравнения для дисперсии оценки SK. SK как точный интерполятор. Абсолютный минимум дисперсии оценки SK. Геометрическая интерпретация на квадратичной поверхности для двух точек оценивания. Эффект перпендикулярного экрана для гауссовой ковариограммы в SK для произвольного числа точек оценивания.	ОК-3	<ul style="list-style-type: none"> • основные понятия, цели, задачи геостатистики, рассматривающей свойства процедуры простого кригинга. 	<ul style="list-style-type: none"> • находить информацию в различных источниках, содержащих основную концепцию математическую модель простого кригинга. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами сбора, обработки и анализа информации, затрагивающей вопросы процедуры простого кригинга. 	Тестирование, расчетно-графическое задание, перечень экзаменационных вопросов
	ОПК-1	<ul style="list-style-type: none"> • основные понятия геостатистики в части, касающейся свойств процедуры простого кригинга. 	<ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно анализировать, систематизировать и использовать новые знания, развивать свои инновационные способности в части, касающейся свойств процедуры простого кригинга. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами адаптации новых знаний в части, касающейся свойства процедуры простого кригинга. 	
	ПК-1	<ul style="list-style-type: none"> • базовые понятия фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих свойства процедуры простого кригинга. 	<ul style="list-style-type: none"> • формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы оценки и анализа процедуры простого кригинга. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами интеграции фундаментальных разделов геологических наук и специализированных знаний, затрагивающих вопросы применения процедуры простого кригинга. 	
8. Кристаллическая горная порода как топологическое пространство. Анализ наиболее общих представлений о кристаллической горной породе. Идея акад. В.И. Вернадского о горной породе как «специфическом пространстве земной реальности». Горная порода как пространство с примитивной и дискретной топологиями. Поиск промежуточных топологий.	ОК-3	<ul style="list-style-type: none"> • основные понятия, цели, задачи геостатистики, рассматривающей представления о кристаллической горной породе как топологическом пространстве. 	<ul style="list-style-type: none"> • находить информацию в различных источниках, содержащих вопросы представления о кристаллической горной породе как топологическом пространстве. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами сбора, обработки и анализа информации, затрагивающей вопросы представления о кристаллической горной породе как топологическом пространстве. 	Защита практической работы, перечень экзаменационных вопросов
	ОПК-1	<ul style="list-style-type: none"> • основные понятия геостатистики в части, касающейся представлений о кристаллической горной породе как топологическом пространстве. 	<ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно анализировать, систематизировать и использовать новые знания, развивать свои инновационные способности в части, касающейся анализа и оценки представлений о кристаллической горной породе как топологическом пространстве. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами адаптации новых знаний в части, касающейся представлений о кристаллической горной породе как топологическом пространстве. 	

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
	ПК-1	<ul style="list-style-type: none"> • базовые понятия фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы представлений о кристаллической горной породе как топологическом пространстве. 	<ul style="list-style-type: none"> • формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики при определении кристаллической горной породы как топологического пространства, при поиске промежуточных топологий. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами интеграции фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы анализа и оценки представлений о кристаллической горной породе как топологическом пространстве. 	
9. Кристаллическая горная порода как пространство толерантности. Виды отношений между элементами множества. Классификации и пространства толерантности по Ю.А. Шрейдеру. Горная порода как множество элементов – возможность различных представлений. Горная порода как пространство толерантности на уровне межзерновых и межагрегатных отношений.	ОК-3	<ul style="list-style-type: none"> • основные понятия, цели, задачи геостатистики, рассматривающей вопросы кристаллической горной породы как пространство толерантности. 	<ul style="list-style-type: none"> • находить информацию в различных источниках, содержащих вопросы о кристаллической горной породе как пространстве толерантности. . 	<ul style="list-style-type: none"> • методами сбора, обработки и анализа информации, затрагивающей вопросы о кристаллической горной породе как пространстве толерантности. 	Защита практической работы, перечень экзаменационных вопросов
	ОПК-1	<ul style="list-style-type: none"> • основные понятия геостатистики в части, рассматривающей кристаллическую горную породу как пространство толерантности. 	<ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно анализировать, систематизировать и использовать новые знания, развивать свои инновационные способности в части, рассматривающей кристаллическую горную породу как пространство толерантности. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами адаптации новых знаний в части, касающейся представлений кристаллической горной породы как пространства толерантности. 	
	ПК-1	<ul style="list-style-type: none"> • базовые понятия фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы различных представлений кристаллической горной породы как пространства толерантности. 	<ul style="list-style-type: none"> • формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы различных представлений кристаллической горной породы как пространства толерантности. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами интеграции фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы представлений кристаллической горной породы как пространства толерантности. 	
10. Кристаллическая горная порода как измеримое пространство. Мера как вещественная, неотрицательная, монотонная и аддитивная функция множества. Меры минеральных агрегатов. Кристалличе-	ОК-3	<ul style="list-style-type: none"> • основные понятия, цели, задачи геостатистики, рассматривающей вопросы о кристаллической горной породе как измеримом пространстве. 	<ul style="list-style-type: none"> • находить информацию в различных источниках, содержащих вопросы о кристаллической горной породе как измеримом пространстве. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами сбора, обработки и анализа информации, затрагивающей вопросы о кристаллической горной породе как измеримом пространстве. 	Защита практической работы, перечень экзаменационных вопросов

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
ская горная порода как измеримое пространство с различными мерами. Физические интерпретации представлений.	ОПК-1	<ul style="list-style-type: none"> • основные понятия геостатистики в части, касающейся изучения кристаллической горной породе как измеримом пространстве. 	<ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно анализировать, систематизировать и использовать новые знания, развивать свои инновационные способности в части, касающейся изучения кристаллической горной породе как измеримом пространстве. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами адаптации новых знаний в части, касающейся физических интерпретаций представлений о кристаллической горной породе как измеримом пространстве. 	
	ПК-1	<ul style="list-style-type: none"> • базовые понятия фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы изучения кристаллической горной породе как измеримом пространстве. 	<ul style="list-style-type: none"> • формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы изучения кристаллической горной породе как измеримом пространстве. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами интеграции фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы изучения кристаллической горной породе как измеримом пространстве. 	
11. Кристаллическая горная порода как метрическое пространство. Метрика (расстояние) как вещественная, неотрицательная, удовлетворяющая трём аксиомам функция, заданная на парах объектов. Метрика Евклида. Метрика Ф. Хаусдорфа. Метрики, заданные через меры.	ОК-3	<ul style="list-style-type: none"> • основные понятия, цели, задачи геостатистики, рассматривающей вопросы изучения кристаллической горной породы как метрического пространства. 	<ul style="list-style-type: none"> • находить информацию в различных источниках, содержащих вопросы о кристаллической горной породе как метрическом пространстве. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами сбора, обработки и анализа информации, затрагивающей вопросы изучения кристаллической горной породы как метрического пространства. 	Защита практической работы, перечень экзаменационных вопросов
	ОПК-1	<ul style="list-style-type: none"> • основные понятия геостатистики в части, касающейся изучения кристаллической горной породы как метрического пространства. 	<ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно анализировать, систематизировать и использовать новые знания, развивать свои инновационные способности в части, касающейся изучения кристаллической горной породы как метрического пространства. 	<ul style="list-style-type: none"> • методами адаптации новых знаний в части, касающейся изучения кристаллической горной породы как метрического пространства. 	
	ПК-1	<ul style="list-style-type: none"> • базовые понятия фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы изучения кристаллической горной породы как метрического пространства. 	<ul style="list-style-type: none"> • формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы изучения кристаллической горной породы 	<ul style="list-style-type: none"> • методами интеграции фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы изучения кристаллической горной породы как метрического пространства. 	

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
12. Кристаллическая горная порода как коррелированное пространство. Элементы индикаторного кригинга по Ж. Матерону. Построение индикаторных вариограмм. Кристаллическая горная порода как коррелированное пространство.	ОК-3	<ul style="list-style-type: none"> основные понятия, цели, задачи геостатистики, рассматривающей вопросы кристаллической горной породы как коррелированного пространства. 	<ul style="list-style-type: none"> находить информацию в различных источниках, содержащих вопросы о кристаллической горной породе как коррелированном пространстве. 	<ul style="list-style-type: none"> методами сбора, обработки и анализа математических моделей геостатистики, затрагивающей вопросы о кристаллической горной породе как коррелированном пространстве. 	Защита практической работы, перечень экзаменационных вопросов
	ОПК-1	<ul style="list-style-type: none"> основные понятия геостатистики для изучения кристаллической горной породы как коррелированного пространства. 	<ul style="list-style-type: none"> самостоятельно анализировать, систематизировать и использовать новые знания геостатистики, развивать свои инновационные способности в части, касающейся изучения кристаллической горной породы как коррелированного пространства, проводить оценки индикаторных вариограмм и их структурный анализ. 	<ul style="list-style-type: none"> методами адаптации новых знаний геостатистики в части, касающейся кристаллической горной породы как коррелированного пространства, методами построения индикаторных вариограмм. 	
	ПК-1	<ul style="list-style-type: none"> базовые понятия фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы изучения кристаллической горной породы как коррелированного пространства. 	<ul style="list-style-type: none"> формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы кристаллической горной породы как коррелированного пространства. 	<ul style="list-style-type: none"> методами интеграции фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы изучения кристаллической горной породы как коррелированного пространства. 	
13. Определение и классификация петрографических структур. Определение петрографической структуры в терминах алгебраических квадратичных форм. Классификация петрографических структур. Обобщение на формы 3-го и 4-го порядков.	ОК-3	<ul style="list-style-type: none"> основные понятия, цели, задачи определения и классификации петрографических структур математическими моделями геостатистики. 	<ul style="list-style-type: none"> находить информацию в различных источниках, содержащих определения и классификации петрографических структур математическими моделями геостатистики. 	<ul style="list-style-type: none"> методами сбора, обработки и анализа информации, затрагивающей вопросы определения и классификации петрографических структур математическими моделями геостатистики. 	Защита практической работы, расчетно-графическое задание, перечень экзаменационных вопросов
	ОПК-1	<ul style="list-style-type: none"> основные принципы определения и классификации 	<ul style="list-style-type: none"> самостоятельно анализировать, систематизировать и ис- 	<ul style="list-style-type: none"> методами адаптации новых знаний в геостатистике в 	

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
		петрографических структур методами геостатистики, области их эффективного применения.	пользовать новые знания, развивать свои инновационные способности в части, касающейся определения и классификации петрографических структур методами геостатистики.	части, касающейся определения и классификации петрографических структур.	
	ПК-1	<ul style="list-style-type: none"> базовые понятия фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы определения и классификации петрографических структур 	<ul style="list-style-type: none"> формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы определения и классификации петрографических структур. 	<ul style="list-style-type: none"> методами интеграции фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы определения и классификации петрографических структур. 	
14. Описание перестроек петрографических структур. Описание структурных (качественных) и организационных (количественных) перестроек горных пород в терминах алгебраических квадратичных форм.	ОК-3	<ul style="list-style-type: none"> основные понятия, цели, задачи геостатистики, рассматривающей вопросы описания перестроек горных пород. 	<ul style="list-style-type: none"> находить информацию в различных источниках, содержащих вопросы описания перестроек горных пород в терминах алгебраических квадратичных форм. 	<ul style="list-style-type: none"> методами сбора, обработки и анализа информации, затрагивающей вопросы описания перестроек петрографических структур. 	Защита практической работы, перечень экзаменационных вопросов
	ОПК-1	<ul style="list-style-type: none"> основные принципы описания перестроек петрографических структур. 	<ul style="list-style-type: none"> самостоятельно анализировать, систематизировать и использовать новые знания, развивать свои инновационные способности в части, касающейся описания перестроек горных пород в терминах алгебраических квадратичных форм. 	<ul style="list-style-type: none"> методами адаптации новых знаний в части, касающейся описания структурных и организационных перестроек горных пород. 	
	ПК-1	<ul style="list-style-type: none"> базовые понятия фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы описания перестроек петрографических структур. 	<ul style="list-style-type: none"> формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы описания перестроек петрографических структур 	<ul style="list-style-type: none"> методами интеграции фундаментальных разделов геологических наук и геостатистики, затрагивающих вопросы описания структурных и организационных перестроек горных пород. 	

2. Фонд оценочных средств включает:

2.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости:

- тестовые задания;
- темы практических занятий;
- расчетно-графические работы.

2.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) в форме:

- зачета;
- экзамена.

3. Критерии и шкала оценивания компетенций текущего контроля знаний

3.1 Регламент, критерии и шкала оценки тестирования

№№ п/п	Вид работы	Продолжительность
1.	Тест	5-10 мин.

Критерии оценки тестирования обучающихся

Оценка выполнения тестов	Критерии оценки
9	81-100% правильных ответов
7	61-80% правильных ответов
5	41-60% правильных ответов
0	40% и меньше правильных ответов

3.2 Критерии и шкала оценивания расчетно-графической работы

Список вопросов для контроля знаний представлен в методических указаниях к самостоятельной работе по дисциплине.

Баллы	Критерии оценивания
14	Верно и аргументировано построены графики для геостатистических моделей, проведен сравнительный анализ стандартных ковариационных диаграмм, определены дисперсии оценок методами обычного и простого кригинга. Правильно рассчитана матрица вероятностей различных межзерновых контактов по изображению сечения кристаллической горной породы, правильно определен тип структуры горной породы. Работа оформлена в соответствии с предъявляемыми требованиями. При защите обучающийся правильно ответил на все заданные вопросы.
12	Верно и аргументировано построены графики для геостатистических моделей. Допущены несущественные ошибки при проведении сравнительного анализа стандартных ковариационных диаграмм, определении дисперсии оценок методами обычного и простого кригинга. Правильно рассчитана матрица вероятно-

	стей различных межзерновых контактов по изображению сечения кристаллической горной породы, допущены неточности при определении типа структуры горной породы. Работа в целом оформлена в соответствии с предъявляемыми требованиями. При защите обучающийся в целом правильно ответил на основные вопросы, однако допускал неточности.
10	Имеются небольшие погрешности при построении графиков для геостатистических моделей. Допущены неточности при проведении сравнительного анализа стандартных ковариограмм, определении дисперсии оценок методами обычного и простого кригинга. Не совсем правильно рассчитана матрица вероятностей различных межзерновых контактов по изображению сечения кристаллической горной породы, поэтому допущены ошибки при определении типа структуры горной породы. Работа оформлена в соответствии с предъявляемыми требованиями, но имеются замечания. При защите обучающийся не всегда правильно отвечал на основные вопросы.
0	Графики для геостатистических моделей построены неправильно. Допущены грубые ошибки при проведении сравнительного анализа стандартных ковариограмм, определении дисперсии оценок методами обычного и простого кригинга. Не правильно рассчитана матрица вероятностей различных межзерновых контактов по изображению сечения кристаллической горной породы, неверно определен тип структуры горной породы. Работа оформлена с нарушением с предъявляемых требований. При защите обучающийся не смог правильно ответить на заданные вопросы.

3.3 Критерии и шкала оценивания практических работ

В целях закрепления практического материала и углубления теоретических знаний по разделам дисциплины предполагается проведение практических занятий, что позволяет расширить процесс познания и раскрыть понимание прикладной значимости осваиваемой дисциплины.

Темы практических занятий, описание структуры и содержания, вопросы для подготовки к семинару представлены в методических указаниях к практическим занятиям по дисциплине.

Баллы	Критерии оценивания
5	Работы выполнены в соответствии с предъявляемыми требованиями. При защите обучающийся правильно ответил на все вопросы, касающиеся определения кристаллической горной породы как пространства и определения и классификации петрографических структур.

6,5	Работы выполнены в соответствии с предъявляемыми требованиями. При защите обучающийся в целом правильно ответил на все вопросы, определения кристаллической горной породы как пространства и определения и классификации петрографических структур, но допускал неточности.
8	Работы в целом выполнены в соответствии с предъявляемыми требованиями, но имеются небольшие замечания. При защите обучающийся испытывал затруднения при ответах на вопросы, касающиеся определения кристаллической горной породы как пространства и определения и классификации петрографических структур.
0	Работы выполнены с грубыми нарушениями предъявляемых требований. При защите обучающийся не смог правильно ответить на вопросы, касающиеся определения кристаллической горной породы как пространства и определения и классификации петрографических структур.

4. Критерии и шкала оценивания компетенций промежуточной аттестации знаний

4.1 Список вопросов к экзамену

1. Случайная величина. Ее математическое ожидание и дисперсия. Их свойства.
2. Ковариация двух случайных величин. Связь с дисперсией.
3. Линейная комбинация произвольного числа случайных величин. Ее математическое ожидание и дисперсия.
4. Различные формы представления дисперсии.
5. Пространственно распределенная случайная функция. Гипотеза стационарности и ее физическое обоснование.
6. Вариограммы (ковариограмма и полувариограмма), их связь и свойства.
7. Неориентированная и ориентированная вариограммы. Их расчет в случаях регулярной сетей опробования.
8. Основные модельные вариограммы: эффект самородков, сферическая, квадратичная, экспоненциальная, гауссова, линейная.
9. Сравнительный анализ модельных вариограмм: поведение вблизи нуля, скорость роста, достижение уровня дисперсии.
10. Пуассоновое распределение точек в пространстве: математическое ожидание, дисперсия, физический смысл параметра распределения.
11. Природа сферической вариограммы.
12. Природа квадратичной вариограммы.
13. Природа линейной вариограммы.
14. Применение вариограмм в пространстве различной размерности.
15. Противоречивость линейной вариограммы в 2D и 3D.
16. Правила комплексирования модельных вариограмм.
17. Круговая вариограмма как 2D-аналог сферической.
18. Анизотропия взаимного влияния случайных величин. Эллиптический, зональный (геометрический) и смешанный типы анизотропии.
19. Эллиптическая вариограмма как анизотропное обобщение круговой.
20. Эллипсоидальная вариограмма как анизотропное обобщение сферической.
21. Процедура перекрестной проверки (cross-validation).

22. Обычный кригинг (ОК). Вид оценивающей функции. Условие стационарности. Несмещенность оценки.
23. Минимум дисперсии оценки и вывод основного уравнения ОК.
24. Вывод уравнения для дисперсии оценки и относительность ее минимума в ОК.
25. Две формы основного уравнения ОК.
26. ОК в случае чистого эффекта самородков.
27. ОК как точный интерполятор.
28. Эффект перпендикулярного экрана для гауссовой вариограммы в ОК.
29. Простой кригинг (СК). Вид оценивающей функции. Условие стационарности. Несмещенность оценки.
30. Минимум дисперсии оценки и вывод основного уравнения СК.
31. Единственность формы основного уравнения СК.
32. Вывод уравнения для дисперсии оценки и ее абсолютный характер в СК.
33. СК как точный интерполятор.
34. Эффект перпендикулярного экрана для вариограммы в СК для двух и трех точек оценивания.
35. Соотношение между дисперсиями оценок в ОК и СК. Геометрическая интерпретация для двух точек оценивания.
36. Два подхода к решению основных уравнений ОК и СК в случае анизотропии: деформация поля наблюдений и применение эллиптических обобщений сферической вариограммы.
37. Связь весовых коэффициентов с симметрией поля наблюдений.
38. Анализ наиболее общих представлений о кристаллической горной породе.
39. Идея акад. В.И. Вернадского о горной породе как «специфическом пространстве земной реальности».
40. Идея акад. Ю.А. Косыгина о геологических системах как алгебрах.
41. Горная порода как пространство с примитивной и дискретной топологиями. Поиск промежуточных топологий.
42. Виды отношений между элементами множества.
43. Классификации и пространства толерантности по Ю.А. Шрейдеру.
44. Горная порода как множество элементов – различные представления.
45. Горная порода как пространство толерантности на уровне межзерновых и межагрегатных отношений.
46. Мера как вещественная, неотрицательная, монотонная и аддитивная функция множества.
47. Меры минеральных агрегатов.
48. Кристаллическая горная порода как измеримое пространство с различными мерами. Физические интерпретации представлений.
49. Метрика как вещественная, неотрицательная, удовлетворяющая трём аксиомам функция, заданная на парах объектов.
50. Метрика Евклида. Метрика Ф. Хаусдорфа.
51. Метрики, заданные через меры.
52. Индикаторный кригинг по Ж. Матерону.
53. Построение индикаторных вариограмм.
54. Кристаллическая горная порода как коррелированное пространство.
55. Определение петрографической структуры в терминах алгебраических квадратичных форм. Классификация петрографических структур.
56. Обобщение классификации на формы 3-го и 4-го порядков.
57. Элементы теории групп. Описание структурных (качественных) и организационных (количественных) перестроек кристаллических горных пород в терминах алгебраических квадратичных форм.

4.2 Критерии и шкала оценивания на экзамене

Оценка	Критерии оценивания
«отлично» (20 баллов)	<p>Ставится в том случае, когда обучающийся обнаруживает систематическое и глубокое знание программного материала по дисциплине, умеет свободно ориентироваться в вопросе. Ответ полный и правильный на основании изученного материала. Выдвинутые положения аргументированы и иллюстрированы примерами. Материал изложен в определенной логической последовательности, осознанно, литературным языком, с использованием современных научных терминов; ответ самостоятельный. Обучающийся уверенно отвечает на дополнительные вопросы.</p> <p>Дисциплинарные компетенции сформированы на итоговом уровне.</p>
«хорошо» (15 баллов)	<p>Ставится в том случае, когда обучающийся обнаруживает полное знание учебного материала, демонстрирует систематический характер знаний по дисциплине. Ответ полный и правильный, подтвержден примерами; но их обоснование не аргументировано, отсутствует собственная точка зрения. Материал изложен в определенной логической последовательности, при этом допущены 2-3 несущественные погрешности, исправленные по требованию экзаменатора. Обучающийся испытывает незначительные трудности в ответах на дополнительные вопросы. Материал изложен осознанно, самостоятельно, с использованием современных научных терминов, литературным языком.</p> <p>Дисциплинарные компетенции сформированы на среднем уровне.</p>
«удовлетворительно» (10 баллов)	<p>Ставится в том случае, когда обучающийся обнаруживает знание основного программного материала по дисциплине, но допускает погрешности в ответе. Ответ недостаточно логически выстроен, самостоятелен. Основные понятия употреблены правильно, но обнаруживается недостаточное раскрытие теоретического материала. Выдвигаемые положения недостаточно аргументированы и не подтверждены примерами; ответ носит преимущественно описательный характер. Обучающийся испытывает трудности в ответах на вопросы. Научная терминология используется недостаточно.</p> <p>Дисциплинарные компетенции сформированы на базовом уровне.</p>
«неудовлетворительно» (0 баллов)	<p>Выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине. При ответе обнаружено непонимание обучающимся основного содержания теоретического материала или допущен ряд существенных ошибок, которые обучающийся не может исправить при наводящих вопросах экзаменатора, затрудняется в ответах на вопросы. Ответ носит поверхностный характер; наблюдаются ошибки в использовании научной терминологии.</p> <p>Дисциплинарные компетенции не сформированы.</p>

4.3 Критерии и шкала оценивания на зачете

Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине, то он считается аттестованным.

Оценка	Баллы	Критерии оценивания
Зачтено	60-80	Выполнены все контрольные точки текущего контроля
Не зачтено	< 60	Контрольные точки не выполнены в полном объеме

5. Примеры заданий для внутренней оценки уровня сформированности компетенций

5.1 Примеры тестовых заданий

- написать формулы для заданных геостатистических моделей (сферической, гауссовой, экспоненциальной и т.д.);
- перейти от заданной ковариограммы к соответствующей полувариограмме на основании связывающего их фундаментального соотношения;
- для заданных композиций геостатистических моделей указать размерности пространства, в которых они непротиворечивы;
- рассчитать дисперсию линейной комбинации заданных попарно независимых случайных величин;
- записать основное уравнение обычного или простого кригинга для заданных схемы опробования и геостатистической модели;
- предсказать значение случайной величины в заданной точке методом обычного или простого кригинга при условии, что геостатистическая модель – чистый эффект самородков.

5.2 Примеры расчетно-графических заданий

Расчетно-графическое задание № 1 «Расчёт стандартных ковариограмм и исследование поведения вблизи нуля».

Студенты должны для указанных геостатистических моделей построить графики γ (h), предварительно изучив их поведение в окрестности нуля и точки выхода на уровень дисперсии σ^2 . Модели, не являющиеся полиномиальными, разложить в ряд Маклорена. Для экспоненциальной и гауссовой моделей рассчитать «practical range».

Расчетно-графическое задание № 2 «Оценка случайной величины в точке методами ОК и СК».

Студенты должны по значениям случайной величины ξ в вершинах заданной фигуры, математическому ожиданию, геостатистической модели (сферической, квадратичной, гауссовой, экспоненциальной, круговой) с заданными параметрами σ^2 и a оценить значение величины ξ_A и найти соответствующие дисперсии оценок методами обычного и простого кригинга.

Расчетно-графическое задание № 1 «Определение петрографических структур».

Студенты должны по изображению сечения кристаллической горной породы, полученному под микроскопом (шлиф, аншлиф), рассчитать матрицу вероятностей различных межзерновых контактов, привести её невырожденным преобразованием подобия к каноническому диагональному виду и определить тип структуры.