

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
исторической геологии и палеонтологии


_____/А. Д. Савко/
14.04.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.06.01 Объемное моделирование рудных систем

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности: 21.05.02 При-
кладная геология
2. Профиль подготовки/специализация: Геологическая съемка, поиски и разведка ме-
сторождений твердых полезных ископаемых
3. Квалификация (степень) выпускника: горный инженер-геолог
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: исторической геологии и пале-
онтологии
6. Составители программы: Иванов Дмитрий Андреевич, кандидат геолого-
минералогических наук, доцент
7. Рекомендована: НМС геологического факультета от 17.04.2025, протокол №7
8. Учебный год: 2029-2030 Семестр(ы)/Триместр(ы): А

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

подготовка специалистов, компетентных в сфере горно-геологического моделирования рудных тел; геостатистической и математической обработки результатов и пространственной интерпретации геолого-разведочных данных на месторождениях твердых полезных ископаемых.

Задачи учебной дисциплины:

- формирование представлений о методах изучения рудных тел месторождений твердых полезных ископаемых как объектов объемного моделирования; о современных программных методах согласования информации при объемном моделировании геологических тел;
- получение обучаемыми знаний о специфике сопутствующих задач, решаемых в процессе подготовки и обработки первичных геологических данных по моделированию рудных тел; методике геостатистического анализа при пространственной оценке распределения рудных компонентов;
- развитие навыков программного проектирования горных выработок, подсчета запасов и геолого-экономической оценки объектов изучения;
- приобретение практических навыков работы по основным технологическим процессам горно-геологической информационной системы (ГИС) Micromine - одного из мировых лидеров среди разработчиков инновационных решений и услуг в области программного обеспечения для геологоразведки и горной промышленности.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Объемное моделирование рудных систем» относится к обязательным дисциплинам вариативной части математического и естественнонаучного цикла Б1.В.ДВ.06.02 ООП по направлению подготовки 21.05.02 «Прикладная геология», Специализация "Геологическая съемка, поиски и разведка твердых полезных ископаемых".

Дисциплина «Объемное моделирование рудных систем» относится к дисциплинам по выбору вариативной части профессионального цикла. Изучается в семестре А. Трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы или 72 часа, из них 54 аудиторных, в т.ч. 18 лекционных и 36 лабораторных.

Для успешного освоения курса студентом должны быть освоены знания и умения, представляемые в объеме базовых дисциплин подготовки специалистов цикла Б.1.: Математика, Информатика, ГИС в геологии, Математические методы в геологии, Геологические базы данных. Изучение дисциплины проводится на примерах геологической направленности, с данными имеющими пространственную характеристику. Для этого необходимы знания подготовки специалистов в объеме дисциплин Общая геология, Структурная геология, Общая геохимия, Разведка и геолого-экономическая оценка полезных ископаемых, Организация и планирование геологоразведочных работ, включая курсы вариативной (профильной) части – Прогнозирование и поиски полезных ископаемых и Методы поисков осадочных месторождений.

Основные требования к входным знаниям: студент должен знать основы современных информационных технологий, уверенно работать в качестве пользователя персонального компьютера с программными средствами общего назначения, иметь навыки работы в компьютерных сетях.

Владеть основными понятиями по математике и методами вычислений. Обладать навыками работы с геоинформационными системами: методами организации данных в ГИС и геоинформационного моделирования.

Обладать знаниями по профильным геологическим предметам, в т.ч. читать карты геологического содержания и понимать взаимоотношение изображенных на них геологических подразделений, иметь представление о стратиграфической шкале, классификациях геологических объектов, владеть геологической терминологией, понимать принципы системного анализа в оценке и прогнозе геологической ситуации.

Знания по предмету могут быть использованы при подготовке квалификационной работы.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-4	Способен проводить оценку прогнозных ресурсов и подсчет запасов месторождений твердых полезных ископаемых, в том числе с применением геоинформационных и горно-геологических	ПК-4.1	Составляет объемные модели рудных и пластовых систем с помощью специализированного программного обеспечения	<p>Знать: основные принципы подготовки и организации информации при объемном моделировании рудных систем, возможности каркасного и блочного моделирования и особенности их применения.</p> <p>Уметь: формулировать геологические задачи по моделированию рудных месторождений в виде, пригодном для решения средствами горно-геологической информационной системы (ГГИС) Micromine и выбирать наиболее эффективные методы их решения. Проводить оценку прогнозных ресурсов и подсчет запасов месторождений твердых полезных ископаемых на основе моделей ГГИС.</p> <p>Владеть: методами и методикой моделирования рудных систем, пространственно-статистического анализа геологической информации, создания разведочных горных выработок и оценки запасов на основе программных средств ГГИС Micromine.</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 2/72.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			№ семестра - А	№ семестра
Аудиторные занятия		54	54	
в том числе:	лекции	18	18	
	практические			
	лабораторные	36	36	
Самостоятельная работа		18	18	
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – 0 час.)				
Итого:		72	72	

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	
1. Лекции			
1.1	Введение в ГГИС	<i>Лекция 1.</i> Назначение и возможности наиболее распространенных ГГИС	Объемное моделирование рудных систем
1.2	Подготовка исходных данных для объемного моделирования	<i>Лекция 2.</i> Создание проекта и импорт различных типов данных. Проверка и согласование данных в рамках общей Базы данных. Знакомство с возможностями и инструментами графической среды Визекс. Работа с разрезами. <i>Лекция 3.</i> Статистический анализ данных опробования: оценка аналитических данных, техника работы, вычисление бортовых и аномальных значений содержаний, вычисление координат проб, расчет композитов, средневзвешенных интервалов рудных пересечений, основные понятия. Принятые правила оконтуривания месторождения.	
1.3	Каркасное моделирование	<i>Лекция 4.</i> Алгоритмы построения цифровых моделей поверхностей (ЦМП). Их назначение и техника использования. По-	

	геологических тел	строение изолиний. <i>Лекция 5.</i> Построение и проверка каркасных моделей. Утилиты управления каркасами. Инструменты булевых операций. Отчеты по каркасным моделям. <i>Лекция 6.</i> Построение блочных моделей (БМ) рудных тел. Утилиты и инструменты по работе с БМ. Отчеты по БМ.	
1.4	Блочное моделирование. Основы геостатистики	<i>Лекция 7.</i> Основные понятия геостатистики, общий вид и физический смысл законов распределения. Вариографический анализ по 3-м направлениям. Создание эллипса поиска и его физический смысл. <i>Лекция 8.</i> Заполнение БМ путем интерполяции содержаний данных опробования различными методами. Редактирование и кодирование БМ по типам руд. Оценка и визуальная проверка результатов по разрезам.	
1.5	Проектирование горных выработок	<i>Лекция 9.</i> Создание простых и сложных отчетов по блочным моделям. Расчет металла, руды и породы в различных единицах измерения. Программное проектирование наземных и подземных горных выработок, буровзрывных вееров. Отчеты по тоннажу и запасам. Основы календарного планирования. Составление отчетной графики.	
2. Практические занятия			
3. Лабораторные работы			
3.1	Введение в ГГИС	1. Возможности горно-геологических информационных систем (ГГИС). Примеры применения. 2. Интерфейс, базовые концепции работы и возможности ГГИС Micromine. Создание и организации проекта в ГГИС Micromine на основе обменные форматов. Работа с табличными данными. Работа в 3-х мерной среде Визекс с векторными данными.	Объемное моделирование рудных систем
3.2	Подготовка исходных данных для объемного моделирования	3. Верификация и исправление ошибок в первичных данных в ГГИС Micromine. Типы проверок. 4. Статистическая оценка данных опробования в Micromine. Квантиль-квантиль графики, гистограммы, оценка средних значений. Диаграммы рассеяния. Выделение аномальных и бортовых значений в данных опробования. 5. Выделение и визуализация в 3-х мерной среде рудных интервалов. Типы штриховок для данных опробования. Расчет композитных интервалов. Принципы обработки пустых прослоев. Декластеризация данных опробования. 6. Привязка растровых данных (геологических разрезов) в 3-х мерной среде.	
3.3	Каркасное моделирование геологических тел	7. Алгоритмы моделирование каркаса рудного тела. Вычисления по каркасам. Управление отображением каркасами. 8. Пространственные операции по работе с каркасами. Оценка объемов и отчеты по каркасам. 9. Построение ЦМП. Методы и параметры интерполяции. 10. Тренд-анализ поверхностей.	
3.4	Блочное моделирование. Основы геостатистики	11. Построение регулярной блочной модели (БМ) на основе замкнутого каркаса. Субблокирование. Заполнение блочной модели данными первичного опробования. 12. Контроль заполнения БМ по разрезам и планам. Опции просмотра БМ в Визексе, интерактивная видимость блоков, штриховки, метки блоков. Пространственные операции по работе с БМ. Получение и содержание отчетов по БМ. 13. Построение всенаправленной вариограммы, вариограммы вдоль по скважине. Алгоритм расчета главных осей анизотропии. Понятие эллипсоида поиска. Параметры поискового эллипсоида. 14. Использование карты полувариограмм для анализа данных опробования. Перекрестная проверка статистической модели распределения полезного компонента. 15. Контрольное занятие по основам геостатистики.	
3.5	Проектирование горных выработок	16. Моделирование карьеров в ГГИС Micromine. Оптимизация карьера в ГГИС Micromine.	

		17. Моделирование подземных горных выработок в ГГИС Micromine. 18. Основы календарного планирования горных работ.
--	--	--

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)			
		Лекции	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение в ГГИС	2	4	2	8
2	Подготовка исходных данных для объемного моделирования	4	8	4	16
3	Каркасное моделирование геологических тел	6	8	4	18
4	Блочное моделирование. Основы геостатистики	4	10	6	20
5	Проектирование горных выработок	2	6	2	10
	Итого:	18	36	18	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

– перед лабораторными занятиями желательно повторение соответствующих теоретических разделов;
– при выполнении лабораторных заданий, для получения расширенного представления о функциях и возможностях ГГИС Micromine, использовать вспомогательное учебно-методическое обеспечение и онлайн справочную систему.

Электронный курс размещен по адресу <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2574>. Здесь выложены задания, методические рекомендации по выполнению этих заданий, ссылки на литературу, вопросы для самоконтроля.

Вид работы	Методические указания
<i>Подготовка к лекциям и составление конспекта</i>	<i>Лекция</i> является важнейшей формой организации учебного процесса, знакомит с новым материалом, разъясняет учебные элементы, трудные для понимания, систематизирует учебный материал и ориентирует в учебном процессе. В ходе лекционных занятий рекомендуется: а) вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт исследований; б) оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений; в) задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций; г) дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой
<i>Практические (в т.ч. семинарские) и лабораторные занятия</i>	Практические и лабораторные занятия предполагают их проведение в различных формах, с целью выявления полученных знаний, умений, навыков и освоенных компетенций с проведением текущих аттестаций: а) практические занятия ориентированы, прежде всего, на освоение умений применения теоретических знаний для решения задач; б) семинарские занятия, как одна из форм практических занятий, направлены, в основном, на формирование, углубление и расширение знаний, прежде всего, теоретического материала дисциплины, путем заслушивания и обсуждения содержания докладов в) лабораторные занятия могут быть направлены на освоение современного оборудования и программных средств (программного обеспечения) в дисциплинарной области, а также проведения экспериментальных исследований. При подготовке к семинарскому занятию, необходимо, прежде всего, изучить конспект лекций, разделы учебников и учебных пособий, проработать рекомендованную дополнительную литературу, сделать записи по ре-

	<p>комендованным источникам. В процессе этой работы обучающийся должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. На семинаре каждый его участник должен быть готовым к выступлению по всем поставленным в плане вопросам, проявлять максимальную активность при их рассмотрении. Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументировано, не допускается простое чтение конспекта.</p> <p>При подготовке к <i>лабораторному занятию</i> необходимо изучить теоретический материал, который будет использоваться в ходе выполнения лабораторной работы. Нужно внимательно прочитать методическое указание (описание) к лабораторной работе, продумать план проведения работы, подготовить необходимые бланки и таблицы для записей наблюдений. Непосредственно выполнению лабораторной работы иногда предшествует краткий опрос обучающихся преподавателем для выявления их готовности к занятию. При выполнении лабораторной работы, как правило, необходимы следующие операции: а) настройка и подготовка программной среды для выполнения лабораторной работы; б) знакомство и исходными данными для работы (при необходимости); в) воспроизведение изучаемого метода, алгоритма (процесса) по работе с данными; г) анализ и обобщение результатов (составление отчета); д) защита и личное представление результатов (отчета). При защите отчета преподаватель беседует со студентом, оценивая глубину понимания им полученных результатов.</p>
<p><i>Подготовка к текущей аттестации</i></p>	<p><i>Текущая аттестация</i> – это контроль процесса освоения обучающимися содержания образовательных программ, формирования соответствующих компетенций, первичных профессиональных умений и навыков; оценка результатов самостоятельной деятельности обучающихся. Форма проведения текущей аттестации может быть устной или письменной, а также с использованием современных информационных технологий. Возможны следующие формы текущей аттестации: а) контрольная работа; б) круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты; в) проект; г) реферат; д) доклад, сообщение; ж) собеседование; з) творческое задание; и) тест; к) эссе и др. Текущая аттестация осуществляется с применением фонда оценочных средств (КИМы, комплекты разноуровневых заданий, задачи и т.п.). При подготовке к текущей аттестации необходимо, изучить конспект лекций, разделы учебников и учебных пособий, проработать рекомендованную дополнительную литературу, сделать записи по рекомендованным источникам. Возможность использования обучающимися на текущей аттестации учебной литературы, справочных пособий и других вспомогательных материалов определяется преподавателем. Результаты текущей аттестации могут учитываться при промежуточной аттестации обучающихся по решению кафедры.</p>
<p><i>Собеседование (коллоквиум)</i></p>	<p>Вид учебно-теоретических занятий, представляющий собой групповое обсуждение под руководством преподавателя достаточно широкого круга проблем, например, относительно самостоятельного большого раздела лекционного курса. <i>Коллоквиум</i> проходит обычно в форме дискуссии, в ходе которой студентам предоставляется возможность высказать свою точку зрения на рассматриваемую проблему, учиться аргументированно отстаивать свое мнение и в то же время демонстрировать глубину и осознанность усвоения изученного материала. Одновременно это и разновидность массового устного опроса, позволяющего преподавателю в сравнительно небольшой временной промежуток выяснить уровень знаний студентов целой академической группы по конкретному разделу курса.</p>
<p><i>Самостоятельная работа</i></p>	<p><i>Самостоятельная работа</i> обучающегося является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Может выполняться в библиотеке, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также в домашних условиях. Учебный материал учебной дисциплины, предусмотренный рабочим учебным планом для усвоения обучающимся в процессе самостоятельной работы, выносится на промежуточную аттестацию наряду с учебным материалом, который рассматривался при проведении учебных занятий. Самостоятельная работа обучающихся во</p>

	внеаудиторное время может состоять из: а) повторения лекционного материала; б) подготовки к семинарам (практическим занятиям); в) изучения учебной и научной литературы; г) изучения нормативных правовых актов (в т.ч. в электронных базах данных); д) решения задач, выданных на практических занятиях; ж) подготовки к контрольным работам, тестированию и т.д.; з) подготовки к семинарам устных докладов (сообщений); и) подготовки рефератов, эссе и иных индивидуальных письменных работ по заданию преподавателя; к) выполнения курсовых работ, предусмотренных учебным планом; л) выполнения выпускных квалификационных работ и др.; м) выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями факультета на их консультациях; н) проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах рабочей программы дисциплины задач, тестов, написания рефератов и эссе по отдельным вопросам изучаемой темы
<i>Подготовка к промежуточной аттестации: зачет</i>	<p><i>Промежуточная аттестация</i> направлена на проверку конечных результатов обучения, выявление степени усвоения обучающимися системы знаний, умений и навыков, полученных в результате изучения данной дисциплины.</p> <p>Подготовка к экзамену/зачету/зачету с оценкой включает в себя три этапа: а) самостоятельная работа в течение семестра; б) непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету/зачету с оценкой/экзамену по темам курса; в) подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билетах. В период подготовки обучающийся вновь обращается к пройденному учебному материалу. Подготовка осуществляется на основании методических рекомендаций по дисциплине и списка вопросов изучаемой дисциплины, конспектов лекций, учебников и учебных пособий, научных статей, информации среды интернет. Для полноты учебной информации и ее сравнения лучше использовать не менее двух учебников. Обучающийся вправе сам придерживаться любой из представленных в учебниках точек зрения по спорной проблеме (в том числе отличной от преподавателя), но при условии достаточной научной аргументации. Основным источником подготовки к зачету является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде, основные положения его детализируются, подкрепляются современными фактами и информацией, которые в силу новизны не вошли в опубликованные печатные источники. В ходе подготовки к экзамену обучающимся необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания излагаемых проблем. Экзамен/зачет/зачет с оценкой проводится по вопросам, охватывающим весь пройденный материал.</p>

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Бушуев, Я.Ю. Компьютерные технологии подсчета запасов : методические указания к лаб. работам для студ. специальности 21.05.02 / С.-П/б. горный ун-т, каф. геологии и разведки месторождений полезных ископаемых ; [сост.: Я. Ю. Бушуев, Г. С. Федотов ; науч. ред. А. В. Козлов] .— Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский горный университет, 2018 .— 99 с.
2	Туртыгина, Н. А. Компьютерное моделирование рудных месторождений при планировании горных работ: учебное пособие / Н. А. Туртыгина, А. В. Охрименко. — Норильск: НГИИ, 2019. — 142 с. — ISBN 978-5-89009-710-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/155897 (дата обращения: 12.02.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Рабочая тетрадь Майкромайн по геологии от 11.03.2021., М: ООО "Майкромайн Рус", 2021. – 262 с.
4	Закревский К. Е. Геологическое 3D моделирование [Электронный ресурс]. / К. Е. Закревский. – Издание: ООО ИПЦ Маска, Москва, 2009 г., 376 стр. – Режим доступа: https://www.geokniga.org/books/6335
5	Ермолов, В.А. Геология Учебник для вузов [Электронный ресурс]. / В.А. Ермолов. - М: Московский государственный горный университет, 2005. - Ч. II. Разведка и геолого-

	промышленная оценка месторождений полезных ископаемых. - 405 с. - (Высшее горное образование). - ISBN 5-7418-0396-2 – Режим доступа: https://www.geokniga.org/books/8655
6	Коробейников А.Ф. Теоретические основы моделирования месторождений полезных ископаемых [Электронный ресурс]. / А.Ф. Коробейников. – Учебник для вузов. Изд-во Томского политехнического ун-та, 2009. – 183 с. Электронный экземпляр. – Режим доступа: https://www.geokniga.org/books/12431
7	Букринский, В.А. Геометрия недр. Учебник для вузов [Электронный ресурс] / В.А. Букринский. - 4-е изд., перераб. и доп. - М: Горная книга, 2012. - 546 с. - (Горное образование). - ISBN 5-7418-0191-9 – Режим доступа: https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&id=100051 (22.06.2015).
8	Шпайхер Е.Д., Салихов В.А. Геологоразведочные работы и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых. Учебное пособие. [Электронный ресурс] / СибГИУ. – Новокузнецк, 2002. – 311 с. – Режим доступа: https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-geologorazvedochnye-raboty-i-geologo-ekonomicheskaya-ocenka-mestorozhdeniy-pole.pdf

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы Интернет) *:

№ п/п	Ресурс
9	http://lib.vsu.ru - Зональная библиотека ВГУ
10	Электронный учебный курс: «Объемное моделирование рудных систем» - https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2574
11	http://geo.web.ru – Неофициальный сервер геологического факультета МГУ
12	http://webhelp.micromine.com/mm/16.0/Russian/Micromine.htm – онлайн справка Micromine
13	http://ru.micromine.com – сайт российского представительства компании Micromine
14	База картографических и фактографических данных по региональным поисково-съёмочным работам. Фонды НИИ геологии ВГУ.

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Сапронова, Н. П. Геометрия недр. Решение геолого-маркшейдерских задач в среде ГГИС Micromine : учебное пособие / Н. П. Сапронова, В. В. Мосейкин, Г. С. Федотов. — Москва: МИСИС, 2019. — 89 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/129051 (дата обращения: 12.02.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Бахаева, С. П. Планирование горных работ на разрезах: учебное пособие / С. П. Бахаева, Е. В. Ананенко. — Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2020. — 161 с. — ISBN 978-5-00137-143-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/145116 (дата обращения: 12.02.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

При освоении дисциплины используется ПО ГГИС Micromine – одно из наиболее распространенных программных решений для горнодобывающей промышленности при моделировании месторождений твердых полезных ископаемых. Работа с ПО ГГИС Micromine обеспечивает весь производственный цикл: от геологоразведки и трехмерного моделирования до контроля над горным производством, планирования и управления данными.

В работе широко используются региональные картографические и фактографические базы данных по месторождениям твердых полезных ископаемых.

Программа курса реализуется с использованием электронного обучения и применением дистанционных технологий

№ пп	Программное обеспечение
1	WinPro 7 RUS Upgrd OLP NL Acdmс
2	OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmс
3	Неисключительные права на ПО Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Расширенный Russian Edition
4	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах Антиплагиат.ВУЗ
5	Сублицензионный договор № S150612 от 15 июня 2012 г. между ООО «Майкромайн Рус» и

	ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» о предоставлении последнему неисключительных (пользовательских) прав на ПО Micromine. Номер лицензии М3472 на 25 рабочих мест.
--	---

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Для освоения дисциплины используется специализированный учебный компьютерный класс, включенный в сеть ВГУ (15 компьютеров), с выходом в Internet, индивидуализированным входом студентов и пользовательскими дисками для сохранения данных.

В учебном процессе используются региональные картографические и аналитические базы данных в цифровом виде по реальным рудным месторождениям.

Чтение лекций проводится в аудиториях, оснащенных мультимедийным оборудованием.

№ аудитории	Адрес	Название аудитории	Тип аудитории	Материально-техническое обеспечение
106п	г. Воронеж, Университетская пл.1, корпус 1Б	Лаборатория геоинформационных систем	Компьютерный класс	Персональный компьютер Core i3-4130 3,4 GH 4GB RAM DDR3-1600 500GB HDD2+2 USB 2.0/2USB 3.0 Intel graphics 4400 VGA/HDMI Mouse+Key Board (15 шт), TV LG 42".

19. Фонд оценочных средств:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Введение в ГГИС	ПК-4	ПК-4.1	Лабораторные работы 1-2
2	Подготовка исходных данных для объемного моделирования	ПК-4	ПК-4.1	Лабораторные работы 3-6 Тест 1
3	Каркасное моделирование геологических тел	ПК-4	ПК-4.1	Лабораторные работы 7-10 Тест 2
4	Блочное моделирование. Основы геостатистики	ПК-4	ПК-4.1	Лабораторные работы 11-15 Тест 3
5	Проектирование горных выработок	ПК-4	ПК-4.1	Лабораторные работы 16-18
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				Перечень вопросов Практическое задание

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущих и промежуточной аттестаций.

20.1. Текущий контроль успеваемости

Для дисциплины «Объемное моделирование рудных систем» предусмотрено три текущих аттестации. Во время изучения дисциплины осуществляется непрерывный контроль усвоения пройденного материала. Непосредственный контакт с каждым обучающимся во время лабораторных занятий по проверке понимания выполняемой работы и обсуждению получаемых результатов, в т.ч. при дистанционном режиме занятий.

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

1. Лабораторные работы

Лабораторные работы выполняются последовательно, согласно содержанию разделов дисциплины (п. 13.1). По каждой лабораторной работе предполагается первоначальный разбор изучаемых методов и алгоритмов в режиме мастер-класса на основе общих примеров совместно с

преподавателем программной среды AutoDESK AutoCAD с последующим выполнением изучаемых операций на основе индивидуальных данных по вариантам.

Для оценивания результатов лабораторных работ используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полном объеме выполнил задание: владеет теоретическими основами по теме задания, способен выполнить предложенные методы и алгоритмы работ самостоятельно или на других исходных данных, объяснить суть выполняемых операций.	<i>Отлично</i>
Обучающийся выполнил задание: владеет теоретическими основами по теме задания, дает ответы на дополнительные вопросы, но допускает ошибки при решении практических задач.	<i>Хорошо</i>
Лабораторная работа выполнена с ошибками. Обучающийся владеет частично теоретическими основами по теме задания, фрагментарно способен дать ответ на дополнительные вопросы, не умеет применять теоретические знания при решении практических задач.	<i>Удовлетворительно</i>
Не выполнение лабораторной работы. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки или не способность к решению практических задач по предложенной схеме.	<i>Неудовлетворительно</i>

2. Тестовые задания по тематическим разделам лекций

Тестовые задания проводятся в рамках текущих аттестаций с периодичностью один раз в месяц и выставлением балльной оценки.

Текущая аттестация проводится в соответствии с основным и временным (в условиях предупреждения распространения коронавирусной инфекции) Положениями о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится, после прохождения материала соответствующего раздела. Форма аттестации – интерактивный тест по курсу на сайте Электронного университета (<https://edu.vsu.ru/>), или в виде письменного ответа ходе занятия на два вопроса по теме раздела, выбранные студентом случайным образом. Вопросы текущей аттестации соответствуют перечню вопросов к зачету П. 20.2, в соответствии с тестируемым разделом. Время аттестации 30 минут.

В случае дистанционного режима аттестации выбор вопросов для ответа студент осуществляет с помощью онлайн программ-генераторов случайных чисел в режиме демонстрации своего экрана компьютера. Данные программы позволяют определить диапазон чисел для выбора и исключить их дубликаты в результатах. Пример программы онлайн-генераторов случайных чисел: <https://ru.piliapp.com/random/number/> Время ответа на вопросы в дистанционном режиме так же составляет 30 минут, после чего студент должен выложить фото своего письменного ответа в на ресурс «Текущая аттестация №...» на странице электронного курса. Оценка ответов производится преподавателем вне занятий.

Тестирование предполагает выбор одного правильного ответа из предлагаемых вариантов. Тесты включают в себя не менее 30-ти вопросов по отдельным разделам дисциплины. Ответы на вопросы ограничены временными рамками.

Полные актуальные тестовые задания размещены в электронном курсе «Инженерно-геологическая графика» <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3937>

Критерии оценок за выполнение теста (% правильных ответов на вопросы от общего количества вопросов):

0-40% - «неудовлетворительно»

41-60% - «удовлетворительно»

61-80% - «хорошо»

81-100% - «отлично»

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с основным и временным (в условиях предупреждения распространения коронавирусной инфекции) Положениями о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Допуск к зачету/экзамену осуществляется при полном выполнении лабораторных работ. Промежуточная аттестация проводится после полного прохождения материала курса. Форма аттестации - устный ответ на два вопроса билета, который выбран студент случайным образом. Время подготовки к аттестации до 30 минут.

В случае дистанционного режима аттестации студент должен иметь на своем компьютере функционирующие видеочкаму и микрофон и предварительно продемонстрировать свою зачетку с фотографией. Выбор вопросов для ответа студент осуществляет с помощью онлайн программ-генераторов случайных чисел в режиме демонстрации экрана своего компьютера. Время подготовки ответа на вопросы в дистанционном режиме так же составляет до 30 минут, после чего студент производит устный ответ при включенной на своем компьютере видеочкаму. Оценка ответов производится преподавателем непосредственно после ответа и объявляется студенту.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации (ФОС) включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень формирования умений и навыков. Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Примеры вопросов к зачету

Раздел 1. Введение в горно-геологические системы (ГГИС)

Основные горно-геологических информационных систем (ГГИС): особенности и возможности.

Интерфейс, базовые концепции работы и возможности ГГИС Micromine.

Принципы создания и организации проекта в ГГИС Micromine.

Базовые обменные форматы в ГГИС Micromine на основе различных графических типов данных.

Раздел 2. Подготовка исходных данных для объемного моделирования

Работа с табличными данными, типы полей, таблицы подстановок в ГГИС Micromine.

Организация связи с внешними БД в ГГИС Micromine.

Алгоритм верификация и исправление ошибок в первичных данных в ГГИС Micromine. Типы проверок.

Работа в 3-х мерной среде Визекс с векторными данными.

Методы статистической оценки данных опробования в ГГИС Micromine.

Графические методы статистической оценки данных опробования в ГГИС Micromine: диаграммы рассеяния, вероятностные и квантиль графики, гистограммы.

Расчет композитных интервалов. Принципы обработки пустых прослоев.

Декластеризация данных опробования. Цель и состав работы.

Алгоритм привязки растровых данных геологических разрезов в 3-х мерной среде.

Способы получения цифровых моделей поверхности (ЦМП). Типы данных.

Способы получения ЦМП. Методы интерполяции.

Раздел 3. Каркасное моделирование геологических тел

Алгоритмы моделирование каркаса рудного тела.

Пространственные операции по работе с каркасами.

Пространственные операции по работе с каркасами. Вычисления по каркасам.

Управление отображением каркасами.

Оценка объемов и отчеты по каркасам.

Моделирование по облаку точек. Условия применения, возможности и ограничения.

Условное моделирование.

Раздел 4. Блочное моделирование. Основы геостатистики

Построение регулярной блочной модели (БМ) на основе замкнутого каркаса. Субблокирование.

3D оценка блоков. Методы и параметры моделирования.

Получение и содержание отчетов по БМ.

Алгоритм заполнения блочной модели данными первичного опробования.

Контроль блочной модели по разрезам и планам.
Построение пластовой блочной модели. Условия создания, форма представления, применение классификации.
Способы построения регулярной блочной модели (БМ). Субблокирование.
Пространственные операции по работе с БМ.
Получение и содержание отчетов по БМ.
Вариографический анализ данных опробования. Условия применения и решаемые задачи.
Алгоритм расчета главных осей эллипса анизотропии. Параметры эллипсоида поиска.
Всенаправленные вариограммы, вариограммы вдоль по скважине.
Расчет всенаправленной полувариограммы для маркирующего пласта.
Полувариограммы всенаправленные, направленные, вдоль по скважине.
Алгоритм заполнения блочной модели данными первичного опробования.
3D оценка блоков. Методы и параметры моделирования.
Характеристика кригинг-метода интерполяции. Разновидности метода, параметры, условия применения.
Тренд-анализ в Micromine. Параметры моделирования, решаемые задачи.

Раздел 5. Проектирование горных выработок

Алгоритм вычисления коэффициента вскрыши в ГГИС Micromine.
Алгоритм моделирования карьеров в ГГИС Micromine. Понятие оптимизации карьера.
Алгоритм моделирования подземных горных выработок в ГГИС Micromine.
Моделирование и расчеты по скважинам БВР.
Основы календарного планирования в ГГИС Micromine.

Критерии оценок промежуточной аттестации (зачета)

Зачтено: Самостоятельные и исчерпывающие ответы на вопросы билетов или ответы при уточняющих вопросах. Ответы на дополнительные вопросы. Полное самостоятельное выполнение лабораторных заданий. Знание основных теоретических положений в рамках лекционного материала и практических методов работы в ПО Micromine в рамках объема курса.
Не зачтено: Незнание вопросов билета. Не выполнение лабораторных заданий. Не знание лекционного материала. Невозможность ответить на дополнительные вопросы. Отсутствие целостного представления по теме.

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) тестовые задания, средний уровень сложности (в формулировке задания перечислены все варианты ответа (на Образовательном портале «Электронный университет ВГУ» реализованы с помощью вопросов следующих типов: множественный выбор, на соответствие, все или ничего):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) Короткие задания, повышенный уровень сложности (в формулировке задания отсутствуют варианты ответа (на Образовательном портале «Электронный университет ВГУ» реализованы с помощью вопросов следующих типов: короткий ответ, числовой ответ, верно/неверно):

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) открытые задания (ситуационные задачи, средний уровень сложности) (на Образовательном портале «Электронный университет ВГУ» реализованы с помощью вопросов типа эссе):

- 5 баллов – задание выполнено верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход выполнения (при необходимости));
- 2 балла – выполнение задания содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода его выполнения (если оно было необходимым), или задание выполнено не полностью, но получены промежуточные (частичные) результаты, отражающие правильность хода выполнения задания,

или, в случае если задание состоит из выполнения нескольких подзаданий, 50% которых выполнено верно;

· 0 баллов – задание не выполнено или выполнено неверно (ход выполнения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее его изучение).

Показатели оценивания:

- полнота раскрытия темы;
- наличие в работе позиции ее автора;
- аргументированность выдвинутого тезиса работы;
- четкость, логичность, смысловое единство изложения;
- обоснованность выводов;
- грамотность изложения.

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Является ли обязательным создание папки с именем проекта перед созданием проекта в Micromine?

- **нет;**
- да;
- только при создании проекта на рабочем столе;
- только при создании проекта на диске С.

ЗАДАНИЕ 2. Какие поля обязательны к заполнению при создании проекта? (выбор нескольких вариантов)

- **Путь;**
- **Имя;**
- **Единицы;**
- Заголовок.

ЗАДАНИЕ 3. С помощью какого окна осуществляется добавление объектов в Визекс?

- **Формы Визекса;**
- Визекс;
- Просмотр слоев Визекса;
- Свойства.

ЗАДАНИЕ 4. С помощью какой функции можно восстановить исходный вид рабочего пространства программы?

- **Окно|[Конфигурация экрана] Восстановить настройки по умолчанию;**
- Визекс|Сохраненный вид (Слой)|Загрузить вид Визекса;
- Окно|Загрузить макет [Конфигурации экрана];
- Окно|[Окна Визекса] Окно общего обзора.

ЗАДАНИЕ 5. Какие типы полей существуют для таблиц в программе Micromine? (выбор нескольких вариантов)

- **бинарные;**
- **текстовые;**
- **форматируемые;**
- структурные.

ЗАДАНИЕ 6. Внутренний формат табличных данных Micromine (несколько вариантов)

- **DAT;**
- **STR;**
- DBF;
- MDB.

ЗАДАНИЕ 7. Исходные данные опробования, содержащие лабораторные коды (>, <, следы, ps, па, ...), заносятся в поле таблицы типа ...

- **числовое;**
- символьное;
- вещественное;
- форматированное.

ЗАДАНИЕ 8. При оценке содержания данные опробования координатно определяются ...

- **серединой интервала опробования;**
- кровлей интервала опробования;
- подошвой интервала опробования;
- целиком отрезком опробования.

ЗАДАНИЕ 9. Ошибки объектов каркасного типа? (несколько)

- **самопересечение;**
- **замкнутость;**
- незамкнутость;
- наложение.

ЗАДАНИЕ 10. Типы внутренних данных Micromine (несколько)

- **Сеточная поверхность;**
- **ЦМП;**
- **Стринг;**
- Грид;
- Мультипатч;
- XML.

ЗАДАНИЕ 11. Методы субблокирования (несколько)

- **субблоки;**
- **фактор блока;**
- квадротомическое дерево блоков;
- иерархическое дерево.

ЗАДАНИЕ 12. Пустая блочная модель (БМ) это ...

- **модель в каркасе рудного тела, созданная перед оценкой содержания;**
- БМ в режиме просмотра – 3D контуры;
- БМ в режиме просмотра – 3D каркас;
- БМ во временной форме представления без создания файла.

ЗАДАНИЕ 13. Содержание полей стандартного файла БМ с результатами оценки полезного компонента (несколько) содержит ...

- **Координаты центра блока;**
- Размеры блока;
- Содержания;
- Тоннаж;
- Глубина.

ЗАДАНИЕ 14. Формат данных файла проектирования карьера?

- **PIT;**
- SVY;
- SEC;
- STP.

ЗАДАНИЕ 15. Набор бортов это ...

- **интервалы содержания, которые рассматриваются в качестве типов руд;**

- интервалы цветовой кодировки содержаний, полученные при статистической оценке выборки;
- средние содержания, соответствующие бортовым уступам отработки РТ;
- средние содержания, соответствующие отдельным этапам отработки РТ.

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Что понимается под проектом Micromine?

Ответ: проект — это папка (директория), в которой расположены файлы данных этого проекта, а также автоматически создаются все производные данные текущих рабочих процессов.

ЗАДАНИЕ 2. Типы бинарных полей в таблицах Micromine

Ответ: короткое целое, длинное целое, плавающее, вещественное.

ЗАДАНИЕ 3. Виды каркасных объектов

Ответ: ЦМП, 3D-поверхность, 3D-солид

ЗАДАНИЕ 4. Операции по взаимной обработке каркасных объектов:

Ответ: перересечение, объединение, вычитание, солид под/над поверхностью, построение линии пересечения каркасов.

ЗАДАНИЕ 5. Методы оценки (расчета) содержаний для блочных моделей

Ответ: метод обратно взвешенных расстояний (ОВР/IDW), кригинг и его разновидности (полииндикаторный кригинг, ранговый кригинг).

3) темы эссе

ЗАДАНИЕ 1. Какая информация может быть использована для создания базы данных по скважинам\канавам (траншеям)?

Ответ: БД скважин: устья, инклинометрия, опробование, литология, события. БД канав: та же, но без инклинометрии.

ЗАДАНИЕ 2. Критерии проверки БД в Micromine

Ответ: проверки на отсутствующие интервалы опробования, отсутствующие скважины, интервалы с нулевой длиной, взаимное перекрытие данных опробования, местоположения устьев, отклонение траекторий в трехмерной среде.

ЗАДАНИЕ 3. Понятие и задачи композитирования данных опробования?

Ответ: композитами в моделировании называют, пересчитанные по определенным правилам, пробы. Композиты рассчитывают для оценки мощности рудных пересечений при заданных средних содержаниях полезного компонента, включение в данные опробования допустимых безрудных интервалов, избавление от влияния длины пробы, для участков с неравномерным распределением полезного компонента и неясным геологическим контролем границ рудных тел.

ЗАДАНИЕ 4. Понятие и задачи субблокирования

Ответ: субблокирование задается в местах пересечения блочной модели с каркасом рудного тела (РТ) для более точного представления его формы. Субблокирование может осуществляться за счет разделения материнских блоков на более мелкие или за счет расчета фактора блока – доли блока в объеме РТ.

ЗАДАНИЕ 5. Назначение эллипса поиска при оценке содержаний полезного компонента?

Ответ: учет анизотропии распределения содержаний полезного компонента в РТ.