

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**УТВЕРЖДАЮ**Проректор по учебной работе
и образовательным инновациямО. И. Чуприс

«04» декабря 2019 г.

Регистрационный № УД 7555 /уч.**ГИС-анализ и моделирование в геологии****Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:****1-51 80 04 Геология****Профилизация: Общая и региональная геология**

2019 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-51 80 04-2019 и учебного плана УВО рег. № I 51-026/уч. от 11.04.2019 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.Н. Кузьмин доцент кафедры региональной геологии Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Н.В. Жуковская, доцент кафедры почвоведения и земельных информационных систем факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета, кандидат географических наук;

Н.Ю. Денисова, начальник отдела геологии и минерагении платформенного чехла Государственного предприятия «Научно-производственный центр по геологии», кандидат географических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой региональной геологии Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 28.11.2019 г.);

Научно-методическим советом БГУ
(протокол № 2 от 03.12.2019 г.).

Заведующий кафедрой
региональной геологии, доцент

Лукашёв О.В.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «ГИС-анализ и моделирование в геологии» разработана для учреждений высшего образования Республики Беларусь в соответствии с требованиями образовательного стандарта по специальности 1-51 80 04 «Общая и региональная геология» для второй ступени (магистратуры).

Цель учебной дисциплины – дать студентам знания о компьютерных технологиях анализа и моделирования геологических данных при изучении верхней части земной коры.

В рамках поставленной цели **задачи учебной дисциплины** состоят в следующем:

1. сформировать у студентов необходимый набор знаний об аналитических и геостатистических методах, используемых при обработке геологической и геофизической информации, используемой в геологии и инженерной геологии,
2. рассмотреть программную базу для проведения аналитических и графических работ,
3. научить правильно выбирать методы анализа и наборы моделей при представлении и интерпретации геологической и геофизической информации.

Учебная дисциплина «ГИС-анализ и моделирование в геологии» относится к модулю «Геоинформационный анализ геологических данных» государственного компонента.

Учебная дисциплина «ГИС-анализ и моделирование в геологии» базируется на знаниях, полученных при изучении ряда учебных геологических дисциплин I ступени высшего образования: «Общая геология», «Геотектоника», «Геофизические методы исследований», «Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых», дисциплин специализаций – «Компьютерные технологии в геологии», «ГИС-технологии в геологии». В свою очередь, знания, полученные при изучении учебной дисциплины «ГИС-анализ и моделирование в геологии», являются базой для изучения учебных дисциплин «Компьютерная графика в инженерной геологии» и «Математические методы обработки и анализа геоданных».

Освоение учебной дисциплины «ГИС-анализ и моделирование в геологии» должно обеспечить формирование компетенций:

углубленные профессиональные компетенции:

УПК-2. Быть способным использовать программный геоинформационный инструментарий при проведении научного геоинформационного анализа пространственных данных, применять его при решении исследовательских задач в области геологии.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- принципы построения растровых и векторных моделей обработки данных;

- принципы анализа и управления наборами геологических и геофизических данных;
 - математические основы управления цветом и растром, а также векторными объектами;
 - принципы аналитических и геостатистических методов обработки данных;
- уметь:**
- создавать и модифицировать вычислительные ресурсы с учетом требований к инженерно-геологическому контенту;
 - использовать ИТ-сервисы и интернет-ресурсы;
 - классифицировать методы анализа и моделирования по решаемым геологическим задачам;
- владеть:**
- инструментами разработки и манипулирования векторными и растровыми данными;
 - методами обработки данных, включая геостатистические;
 - основной терминологией в области методов анализа и моделирования пространственной информацией;
 - приемами и основными правилами для построения графических образов карт;
 - принятыми условными обозначениями при составлении легенд к картам.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается во 2 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «ГИС-анализ и моделирование в геологии» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 208 часов, в том числе 82 аудиторных часа, из них: лекции – 22 часа, лабораторные – 60 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 6 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине «ГИС-анализ и моделирование в геологии» – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Введение в предмет. Программное обеспечение для гис-анализа и моделирования

Основные определения: пространственные объекты, понятия, отношения, представления, шкалы, распределения. Пространственный анализ и моделирование в геоинформатике. Наиболее распространенное программное обеспечение (ПО) для ГИС-анализа и моделирования.

Тема 1. Основные операции, используемые для пространственного анализа векторных данных

Анализ векторный данных: структурирование, навигация, масштабирование, выборка и идентификации объектов. Анализ атрибутов: поиск, сортировка, выборка, определение местоположения объектов по заданному атрибуту и статистика. Анализ метрических характеристик: координаты, длины, площади, объемы объектов. Анализ топологических отношений между объектами, сетевой анализ, алгебра контуров.

Тема 2. Основные операции, используемые для пространственного анализа растровых данных

Анализ растровых данных: разрешение, интерполяция и сжатие растровых изображений, анализ плотности и расстояний. Растровая алгебра: глобальные, зональные и локальные операции. Классификация, кластерный анализ, генерализация, выделение границ и линияментов.

Тема 3. Основные операции анализа сложных поверхностей

Регулярная сеть (grid-, lattices- модели данных): представление горизонтальных и вертикальных сечений (гипсометрических профилей) вычисление уклонов, определение экспозиции склонов и зон видимости для точечных, линейных и полигональных объектов, расчет стоков и оптимального пути вдоль поверхности, вычисление объемов относительно заданной горизонтали.

Нерегулярная сеть (TIN- модель): диаграмма или разбиение Вороного (анализ близости), граф и триангуляция Делоне, линейная и нелинейная детерминистская итерполяция.

Особенности 3D-визуализации сложной поверхности в ГИС пакетах. Выбор ракурса (направления) наблюдения сцены. Освещение сцены. Тоновое представление особенностей сцены.

Тема 4. Геоestatистический анализ на нерегулярных сетях

Основные принципы, лежащие в основе методов геостатистики. Изучение распределения данных. Регрессионный анализ и параметрическая интерполяция пространственных данных. Автокорреляционные функции и вариограммы. Моделирование вариограммы. Изучение пространственной структуры и вариации по направлениям. Ковариация между несколькими наборами данных. Пространственная ковариация между несколькими наборами данных. Выделение глобальных и локальных выпадающих значений.

Тема 5. Построение поверхности методом крикинга

Геостатистические методы интерполяции: ординарный кригинг, простой кригинг, универсальный кригинг, индикаторный кригинг, вероятностный кригинг, дизъюнктивный кригинг.

Тема 6. Компьютерное и гис моделирование объектов и процессов

Компьютерное программирование и моделирование. Семантические модели. Объектно-ориентированное программирование. Универсальный язык моделирования (UML). Построение ГИС моделей:

Тема 7. Использование гис-моделирования для решения задач геологии

Моделирование в среде 2D: геологические карты и стандартные легенды к ним. Моделирование в среде 3D: создание структурной модели, создание стратиграфической модели, литологическое моделирование, создание петрофизической модели, моделирование структурных неоднородностей пласта.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий

Номер темы	Название темы	Количество аудиторных часов					Внеаудитор. контроль УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Введение в предмет. Программное обеспечение для ГИС-анализа и моделирования.	2						Устный опрос
1	Основные операции, используемые для пространственного анализа векторных данных	2			6			Собеседование Отчет по лабораторным работам
2	Основные операции, используемые для пространственного анализа растровых данных	2			8			Собеседование Отчет по лабораторным работам
3	Основные операции анализа сложных поверхностей	2			8			Устный опрос лабораторных работ
4	Геостатистический анализ на нерегулярных сетях	4			10			Собеседование
5	Построение поверхности методом крикинга	4			8			Устный опрос
6	Компьютерное и ГИС моделирование объектов и процессов	4			8			Собеседование
7	Использование ГИС-моделирования для решения задач геологии	2			12			Защита компьютерных проектов
	Итого	22			60			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Курлович, Д.М. ГИС-технологии. Краткий курс лекций: Учеб. пособие. – Мн.: БГУ, 2016. – 60 с.
2. ArcGIS Spatial Analyst. Руководство пользователя. – ESRI, Redlands: USA, 2001. – 219 с.
3. ArcGIS Geostatistical Analyst. Руководство пользователя. – ESRI, Redlands: USA, 2001. – 285 с.
4. Геообработка в ArcGIS. Руководство пользователя. – ESRI, Redlands: USA, 2001. – 364 с.
5. Геостатистика: теория и практика / В. В. Демьянов, Е. А. Савельева; под ред. Р. В. Арутюняна; Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. – М.: Наука, 2010. – 327 с.
6. Иванова И.А. Построение трехмерных геологических моделей и подсчет запасов углеводородов в программном комплексе DV-Geo: практикум / И.А. Иванова, Е.И. Грохотов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Томский политехнический университет, 2010. – 108 с.

Перечень дополнительной литературы

1. Закревский К.Е. Геологическое 3D моделирование. – М.: ООО «ИПЦ „Маска"», 2009. – 376 с.
2. Методические указания по созданию постоянно действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяных месторождений (Часть 1. Геологические модели). – М.: ОАО "ВНИИОЭНГ". – 2003. – 164 с.
3. Мерсон, Е. Л. Математические методы моделирования в геологии: курс лекций / Е. Л. Мерсон. – Пермь: Пермский государственный технический университет, 2008. – 209 с.

-

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами используется следующий диагностический инструментарий:

- собеседования;
- устный опрос;
- отчет по лабораторным работам;
- защита компьютерных проектов.

Формой текущей аттестации по дисциплине «ГИС-анализ и моделирование в геологии» учебным планом предусмотрен зачёт.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку:

формирование зачёта формируется на основе:

- устные опросы – 25 %;
- собеседования – 25 %;
- отчет по лабораторным работам – 20 %;
- защита компьютерных проектов – 30 %.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и зачетной сессии с учетом их весовых коэффициентов. Оценка по текущей успеваемости составляет 40%, зачетная оценка – 60 %.

Примерная тематика лабораторных занятий
(компьютерный практикум)

Занятие № 1. По теме «Основные операции, используемые для пространственного анализа *векторных* данных» (6 часов).

1. Геологическое 2D моделирование.
2. Цифровые геологические карты.

Занятие № 2. По теме «Основные операции, используемые для пространственного анализа *растровых* данных» (8 часов).

1. Методы классификации изображений.
2. Линеаментный анализ.

Занятие № 3. По теме «Основные операции анализа сложных поверхностей» (8 часов).

1. Пространственный анализ рельефа. DEM-модель. TIN-модель. Модель разрывов и разломов
2. Морфометрия.
3. Гидрогеология. Потоки. Водосборные бассейны.

Занятие № 4. По теме «Геостатистический анализ на нерегулярных сетях» (10 часов).

1. Геостатистика для мониторинговых исследований.
2. Построение геологических разрезов и профилей средствами ГИС.

Занятие № 5. По теме «Построение поверхности методом крикинга» (8 часов).

1. Структурное моделирование горизонтов.

Занятие № 6. По теме «Компьютерное и ГИС моделирование объектов и процессов» (8 часов).

1. Создание модели обработки в среде ArcGIS ModelBuilder

Занятие № 7. По теме «Использование ГИС-моделирования для решения задач геологии» (12 часов).

1. Оценка выработки открытых месторождений.
2. Геологическое 3D моделирование. Оценка запасов.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используются:

практико-ориентированный подход, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использование процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций;

метод учебной дискуссии, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме.

Использование метода обеспечивает появление нового уровня понимания изучаемой темы, применение знаний (теорий, концепций) при решении проблем, определение способов их решения;

технология развития критического мышления (представляет собой систему, формирующую навыки работы с информацией в процессе чтения и письма); методы чтения различного рода учебных текстов предполагают использование графических организаторов, дневников чтения, концептуальных карт, таблиц, кластеров, а также приемов, направляющих работу студентов с информацией.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

При изучении учебной дисциплины «ГИС-анализ и моделирование в геологии» рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашнего задания;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;
- подготовка к практическим занятиям;
- научно-исследовательские работы;
- анализ статистических и фактических материалов по заданной теме, составление схем и моделей на основе статистических материалов;
- подготовка и написание рефератов на заданные темы;
- подготовка к участию в конференциях и конкурсах.

Используются современные информационные технологии: размещен в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, методические указания к практическим занятиям, материалы текущего контроля и текущей аттестации, задания,

тесты, вопросы для самоконтроля и др.; список рекомендуемой литературы). Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала используется рейтинговая система.

Методические указания по выполнению и контролю тем практических заданий

Практикум вводится в технологию обучения с целью формирования у студентов умения и навыков в приобретении и постоянном пополнении своих профессиональных знаний. Этого требует современное динамично развивающееся общество, использующее преимущества информационных технологии.

По дисциплине «ГИС-анализ и моделирование в геологии» предусмотрено выполнение практикума по наиболее важным темам.

При выполнении запланированных тем практикума студент должен ознакомиться с конкретным заданием по данной теме, в котором сформулирована цель работы, порядок и методика ее выполнения, приведен список необходимой литературы.

В дополнении к указанным литературным источникам студент должен самостоятельно использовать информационные ресурсы Internet.

Возникающие трудности при выполнении заданий практикума могут быть обсуждены с преподавателем в дни консультаций.

Форма контроля выполнения практикума определяется в задании практикума и контролируется преподавателем. Это могут быть: письменная контрольная работа по теме, презентация докладов, тестирование, устный контрольный опрос на занятиях; подготовка и сдача в определенный срок реферата.

Каждая из выполненных тем практикума оценивается преподавателем и, в соответствии с принятой системой рейтинговой оценки, учитывается в итоговой оценке по дисциплине.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Пространственный анализ и моделирование в геоинформатике.
2. Программное обеспечение (ПО) для ГИС-анализа и моделирования.
3. Структурирование векторной пространственной информации, навигация, масштабирование, выборка и идентификации объектов.
4. Атрибутивная информация ГИС-технологиях. Поиск, сортировка, выборка информации.
5. Определение местоположения объектов по заданному атрибуту. Статистические операции на массивах атрибутов.
6. Анализ метрических характеристик пространственной информации. Определение координат, длин, площадей и объемов объектов.

7. Анализ топологических отношений между объектами. Сетевой анализ открытых контуров. Операции алгебра замкнутых контуров.
8. Анализ растровых данных. Операции разрешение, интерполяция и сжатие растровых изображений, анализ плотности и расстояний.
9. Растровая алгебра: глобальные, зональные и локальные операции. 10. Операции классификации и генерализации. Кластерный анализ и выделение границ и линияментов.
10. Регулярные сети в grid-, lattices- моделях данных.
11. Операции представление горизонтальных и вертикальных сечений (гипсометрических профилей), вычисление уклонов, определение экспозиции склонов и зон видимости для точечных, линейных и полигональных объектов.
12. Принципы расчета стоков и оптимального пути вдоль поверхности.
13. Вычисление объемов относительно заданной горизонтали.
14. Нерегулярные сети (TIN- модель) - диаграмма или разбиение Вороного (анализ близости), граф и триангуляция Делоне, линейная и нелинейная детерминистская интерполяция.
15. Особенности 3D-визуализации сложной поверхности в ГИС пакетах. Выбор ракурса (направления) наблюдения сцены. Освещение сцены. Тоновое представление особенностей сцены.
16. Основные принципы, лежащие в основе методов геостатистики. Изучение распределения данных.
17. Регрессионный анализ и параметрическая интерполяция пространственных данных.
18. Автокорреляционные функции и вариограммы. Моделирование вариограмм. Изучение пространственной структуры и вариации по направлениям.
19. Геостатистические методы интерполяции: ординарный кригинг, простой кригинг, универсальный кригинг, индикаторный кригинг, вероятностный кригинг, дизъюнктивный кригинг.
20. Компьютерное программирование и моделирование. Семантические модели. Построение ГИС моделей.
21. Моделирование в среде 2D: геологические карты и стандартные легенды к ним.
22. Моделирование в среде 3D. Создание структурной, стратиграфической, литологической, петрофизической моделей при моделирование структурных неоднородностей пласта.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Компьютерная графика в инженерной геологии	Региональной геологии	нет	Изменений не требуется (протокол № 4 от 28.11.2019)
Математические методы обработки и анализа геоданных	Региональной геологии	нет	Изменений не требуется (протокол № 4 от 28.11.2019)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 20__ г.)

Заведующий кафедрой

_____ О.В. Лукашев

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

_____ Д.М Курлович