



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
Кафедра динамической геологии



УТВЕРЖДАЮ

Декан геологического факультета  
С. П. Примин

2021г.

**Рабочая программа дисциплины**

Наименование дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 Физико-геологические модели месторождений нефти и газа и многомерный статистический анализ геолого-геофизической информации

Направление подготовки 05.04.01 Геология

Направленность (профиль) подготовки Геология нефти и газа

Квалификация выпускника - Магистр

Форма обучения Очная, заочная

Согласовано с УМК геологического факультета

Протокол № 2 от «12» апреля 2022

Председатель Летунов С.П.  
Летунов С.П.

Рекомендовано кафедрой динамической геологии:

Протокол № 7  
от «14» марта 2022

Зав. кафедрой Рассказов С.И.  
Рассказов С.И.

Иркутск 2022г.

## Содержание

	стр.
I. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	7
4.3 Содержание учебного материала	8
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	8
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	8
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	9
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	9
а) перечень литературы	
б) список авторских методических разработок	
в) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины	10
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	
6.2. Программное обеспечение:	
6.3. Технические и электронные средства обучения:	
VII. Образовательные технологии	13
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	14

## **I. Цели и задачи дисциплины:**

### **Цели:**

Изучение процессов сбора, структурирования и обработки поступающей промышленной информации, современных способов обработки и интерпретации геологических, геофизических и геохимических данных, их использования при решении научных, прикладных и производственных задач при поисках, разведке и разработке месторождений нефти и газа.

### **Задачи:**

- Сбор, обобщение априорной геолого-геофизической информации и ее представление в виде физико-геологических моделей объектов исследований;
- Статистическая обработка многомерной геолого-геофизической и геохимической информации;
- Статистический анализ многомерных данных

## **II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Учебная дисциплина к части, формируемой участниками образовательных отношений

Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Б1.О.02. Иностранный язык в профессиональной деятельности

Б1.О.05 Современные проблемы геологии

Б1.В.01 \_\_ Информационные технологии обработки и анализа геологической информации

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

*Б1.В.03. Геофизические исследования при поисках месторождений нефти и газа*

*Б1.В.06. Интерпретация геофизических данных при поисках и разведке нефтяных и газовых месторождений*

*Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ОП определена структурой учебного плана.*

*Требования к «входным» знаниям, умениям и опыту деятельности обучающегося определены положительными результатами его аттестации по предшествующим дисциплинам учебного плана.*

## **III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 05.04.01 Геология

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),  
соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы компетенций</b>	<b>Результаты обучения</b>
<i>ПК-1</i>	<i>ИДК<sub>ПК1</sub></i>	<p>Знать: методы сбора и структурирования поступающей промышленной информации</p> <p>Уметь: реализовать методы сбора и структурирования поступающей промышленной информации</p> <p>Владеть: методами сбора и структурирования поступающей промышленной информации</p>
<i>ПК-3</i>	<i>ИДК<sub>ПК3</sub></i>	<p>Знать: комплекс исследований при организации и выполнении полного объёма научно-исследовательских, научно-производственных работ или отдельных этапов</p> <p>Уметь: применять необходимый комплекс исследований при организации и выполнении полного объёма научно-исследовательских, научно-производственных работ или отдельных этапов</p> <p>Владеть: необходимым комплексом исследований при организации и выполнении полного объёма научно-исследовательских, научно-производственных работ или отдельных этапов</p>
<i>ПК-4</i>	<i>ИДК<sub>ПК4</sub></i>	<p>Знать: современные геологические концепции и новые подходы при решении задач профессиональной деятельности;</p> <p>Использует современные геологические концепции и новые подходы при решении задач профессиональной деятельности;</p> <p>Уметь: использовать современные геологические концепции и новые подходы при</p>

		<p>решении задач профессиональной деятельности;</p> <p>Владеть: современными геологическими концепции и новые подходы при решении задач профессиональной деятельности;</p>
--	--	--

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа,  
в том числе 4 зачетных единиц, 24 часов на зачет**

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий \_\_ часов

Из них 36 часов – практическая подготовка

**Форма промежуточной аттестации: зачет, экзамен**

##### 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекции	Семинарские /практические /лабораторные занятия	Консультации		
1	Многовариантность представления геолого-геофизической информации. Принципы построения априорных и апостериорных физико-геологических моделей объектов исследований.	2	30,5	12	3	6	0.5	11	Защита практических заданий

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				
2	Многомерный регрессионный анализ и его математическое обеспечение. Числовые характеристики многомерных случайных величин и их статистическое оценивание.	2			3	6		11	
3	Решение задач прогноза на основе регрессионных зависимостей. Регрессионный анализ и решение линейных обратных задач.	2	108	36	4	8		11	Зачет
4	Математические основы метода главных компонент. Использование метода для снижения размерности признакового пространства. Фильтрация полей методом главных компонент	2			4	8		11	
5	Алгоритмы робастного оценивания многомерных характеристик. Робастный метод главных компонент. Робастный регрессионный анализ.	2	30,3	8	4	8		11	Защита практических заданий
<b>Итого часов</b>			144	36	18	36		55	

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
2	Многовариантность представления геолого-геофизической информации. Принципы построения априорных и апостериорных физико-геологических моделей объектов исследований.	Изучение литературы, выполнение расчетных заданий	В рамках изучения раздела	11	Выполненное задание	Список литературы
2	Многомерный регрессионный анализ и его математическое обеспечение. Числовые характеристики многомерных случайных величин и их статистическое оценивание.	Изучение литературы, выполнение расчетных заданий	В рамках изучения раздела	11	Выполненное задание	Список литературы
2	Решение задач прогноза на основе регрессионных зависимостей. Регрессионный анализ и решение линейных обратных задач.	Изучение литературы, выполнение расчетных заданий	В рамках изучения раздела	11	Выполненное задание	Список литературы
2	Математические основы метода главных компонент. Использование метода для снижения размерности признакового пространства. Фильтрация полей методом главных компонент	Изучение литературы, выполнение расчетных заданий	В рамках изучения раздела	11	Выполненное задание	Список литературы
2	Алгоритмы робастного оценивания многомерных характеристик. Робастный метод главных компонент. Робастный регрессионный анализ.	Изучение литературы, выполнение расчетных заданий	В рамках изучения раздела	11	Выполненное задание	Список литературы
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				<b>55</b>		



### 4.3 Содержание учебного материала

№ темы	Тема	Содержание
1	Многовариантность представления геолого-геофизической информации. Принципы построения априорных и апостериорных физико-геологических моделей объектов исследований.	Методы представления геолого-геофизической информации. Принципы и методы построения априорных и апостериорных физико-геологических моделей объектов исследований.
2	Многомерный регрессионный анализ и его математическое обеспечение. Числовые характеристики многомерных случайных величин и их статистическое оценивание.	Принципы и методы многомерного регрессионного анализа. и его математическое обеспечение. Числовые характеристики многомерных случайных величин и их статистическое оценивание.
3	Решение задач прогноза на основе регрессионных зависимостей. Регрессионный анализ и решение линейных обратных задач.	Принципы и методы решения задач прогноза на основе регрессионных зависимостей. Регрессионный анализ и решение линейных обратных задач.
4	Математические основы метода главных компонент. Использование метода для снижения размерности признакового пространства. Фильтрация полей методом главных компонент	Программно-алгоритмическое и математическое обеспечение метода главных компонент. Использование метода для снижения размерности признакового пространства. Фильтрация полей методом главных компонент
5	Алгоритмы робастного оценивания многомерных характеристик. Робастный метод главных компонент. Робастный регрессионный анализ.	Программно-алгоритмическое и математическое обеспечение робастного оценивания многомерных характеристик. Робастный метод главных компонент. Робастный регрессионный анализ.

#### 4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции* (индикаторы)
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
1	1	Многовариантность представления геолого-геофизической информации. Принципы построения априорных и апостериорных физико-геологических моделей объектов исследований.	12	6	Выполненное задание	ИДК <sub>ПК1</sub> . ИДК <sub>ПК3</sub> ИДК <sub>ПК4</sub>
	2	Многомерный регрессионный	12	6	Выпол	ИДК <sub>ПК1</sub> . ИДК <sub>ПК3</sub>

2		анализ и его математическое обеспечение. Числовые характеристики многомерных случайных величин и их статистическое оценивание.			ненное задание	ИДК <sub>ПК4</sub>
3	2	Решение задач прогноза на основе регрессионных зависимостей. Регрессионный анализ и решение линейных обратных задач.	16	8	Выполненное задание	ИДК <sub>ПК1</sub> . ИДК <sub>ПК3</sub> ИДК <sub>ПК4</sub>
4	4	Математические основы метода главных компонент. Использование метода для снижения размерности признакового пространства. Фильтрация полей методом главных компонент	16	8	Выполненное задание	ИДК <sub>ПК1</sub> . ИДК <sub>ПК3</sub> ИДК <sub>ПК4</sub>
5	5	Алгоритмы робастного оценивания многомерных характеристик. Робастный метод главных компонент. Робастный регрессионный анализ.	16	8	Выполненное задание	ИДК <sub>ПК1</sub> . ИДК <sub>ПК3</sub> ИДК <sub>ПК4</sub>

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов

п/п	Тема*	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	Многовариантность представления геолого-геофизической информации. Принципы построения априорных и апостериорных физико-геологических моделей объектов исследований.	Методы представления геолого-геофизической информации. Принципы и методы построения априорных и апостериорных физико-геологических моделей объектов исследований.	ПК-1; ПК-3; ПК-4	ИДК <sub>ПК1</sub> . ИДК <sub>ПК3</sub> ИДК <sub>ПК4</sub>
2	Многомерный регрессионный анализ и его математическое обеспечение. Числовые характеристики многомерных случайных величин и их статистическое оценивание.	Принципы и методы многомерного регрессионного анализа. и его математическое обеспечение. Числовые характеристики многомерных случайных величин и их статистическое оценивание.	ПК-1; ПК-3; ПК-4	ИДК <sub>ПК1</sub> . ИДК <sub>ПК3</sub> ИДК <sub>ПК4</sub>
	Решение задач прогноза	Принципы и методы	ПК-1;	ИДК <sub>ПК1</sub> .

3	на основе регрессионных зависимостей. Регрессионный анализ и решение линейных обратных задач.	решения задач прогноза на основе регрессионных зависимостей. Регрессионный анализ и решение линейных обратных задач.	ПК-3; ПК-4	ИДК <sub>ПК3</sub> ИДК <sub>ПК4</sub>
4	Математические основы метода главных компонент. Использование метода для снижения размерности признакового пространства. Фильтрация полей методом главных компонент	Программно-алгоритмическое и математическое обеспечение метода главных компонент. Использование метода для снижения размерности признакового пространства. Фильтрация полей методом главных компонент	ПК-1; ПК-3; ПК-4	ИДК <sub>ПК1</sub> . ИДК <sub>ПК3</sub> ИДК <sub>ПК4</sub>
5	Алгоритмы робастного оценивания многомерных характеристик. Робастный метод главных компонент. Робастный регрессионный анализ.	Программно-алгоритмическое и математическое обеспечение робастного оценивания многомерных характеристик. Робастный метод главных компонент. Робастный регрессионный анализ	ПК-1; ПК-3; ПК-4	ИДК <sub>ПК1</sub> . ИДК <sub>ПК3</sub> ИДК <sub>ПК4</sub>

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Организация самостоятельной работы студентов определена заданиями, сформулированными в файлах PDF по практическим заданиям для соответствующих тем (ресурс EDUCA).

### V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### Основная учебная литература

1. Вахромеев Г.С., Давыденко А.Ю., Дмитриев А.Г. Канайкин В.С. теория физико-геологического моделирования: учеб. Пособие:- Иркутск, Изд-во ИРНИТУ, 2020.- 114 с
2. Методы эконометрики и многомерного статистического анализа: учебник / Н. П. Тихомиров, Т. М. Тихомирова, О. С. Ушмаев. - М. : Экономика, 2011. - 637 с.
3. Костицын В.И., Хмелевской В.К. Геофизика. Пермь, 2018 - 428 с.
4. Дударева О. В., Королева А. В. Геоинформационный анализ: учеб. пособие. - Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2013. - 64 с
5. Дубровская Л.И., Князев Г.Б., Компьютерная обработка естественно-научных данных методами многомерной прикладной статистики: Учебное пособие. –Томск: ТМЛ-Пресс, 2011,- 120 с.

#### Дополнительная литература

1. Дэвис Дж. Статистический анализ данных в геологии. В 2-х томах., М., «Недра», 1990

2. Никитин А. А, Петров А. В. Теоретические основы обработки геофизической информации. уч. пособие, Москва, Изд-во РГГУ, 2008, 112 стр.
3. Примина С. П., Михалевич И. М. Применение математических методов при анализе геологической информации (с использованием компьютерных технологий): учеб. пособие. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2001, Ч.3- 2006. - 115 с.
4. Статистический анализ данных в геологии: в 2 кн. / Д. С. Дэвис ; пер. с англ. В. А. Голубевой ; ред. Д. А. Родионов. - М. : Недра, 1990 Кн. 1. - 1990. - 319 с.
5. Статистический анализ данных в геологии: в 2 кн. / Д. С. Дэвис ; пер. с англ. В. А. Голубевой ; ред. Д. А. Родионов. - М. : Недра, 1990 Кн. 2. - 1990. - 427 с.
6. Крамер Д. Математическая обработка данных в социальных науках: современные методы: учеб. пособие для студ. вузов / Пер. с англ. И. В. Тимофеев. - М. : Академия, 2007. - 288 с.
7. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика в задачах и упражнениях: учеб. - М. : Юнити, 2001. - 272 с.
8. Троян В.Н. Статистические методы обработки и интерпретации геофизических данных: учебник для вузов. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2000.- 577 с.

**в) список авторских методических разработок:**

*Лекционные материалы и задания в формате PDF, размещенные в EDUCA.*

**г) базы данных, информационно-справочные и поисковые**

№ п/п	Наименование библиотечно-информационного ресурса	Точка доступа
1	Российский информационный портал, содержащий рефераты и полные тексты статей и публикаций.	<a href="http://elibrary.ru">elibrary.ru</a>
2	Федеральный образовательный портал	<a href="http://www.edu.ru">www.edu.ru</a>
3	Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию	<a href="http://geoinform.ru">geoinform.ru</a>
4	Геологическая библиотека	<a href="http://www.geokniga.org">www.geokniga.org</a>
5	Геологический факультет МГУ. Все о геологии	<a href="http://geo.web.ru/">http://geo.web.ru/</a>
6	Электронная библиотечная система Изд-во «Лань»	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>
9	Электронная библиотечная система ibooks.ru	<a href="http://www.ibooks.ru">www.ibooks.ru</a>

**VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ  
(МОДУЛЯ)**

**6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

Компьютерный класс в ауд. 221

**6.2. Программное обеспечение:**

1. MS Word, Excel, Power Point;
2. Golden Software Surfer 13;
3. QGIS Desktop 2.20;
4. Mathcad 15;

5. Программа моделирования и интерпретации геофизических полей GelioSMI. Свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ № 2012613705. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 19.04.2012 г. Авт.: Давыденко А.Ю., Грайвер А.В.

### 6.3. Технические и электронные средства обучения:

*Видеопроектор и компьютерный класс.*

## VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### Наименование тем занятий с использованием активных и интерактивных форм обучения

	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	Кол-во часов
1	Многовариантность представления геолого-геофизической информации. Принципы построения априорных и апостериорных физико-геологических моделей объектов исследований.	Практическое занятие	Выполнение задания с использованием программирования.	6
2	Многомерный регрессионный анализ и его математическое обеспечение. Числовые характеристики многомерных случайных величин и их статистическое оценивание.	Практическое занятие	Выполнение задания с использованием программирования.	6
3	Решение задач прогноза на основе регрессионных зависимостей. Регрессионный анализ и решение линейных обратных задач.	Практическое занятие	Выполнение задания с использованием программирования.	8
4	Математические основы метода главных компонент. Использование метода для снижения размерности признакового пространства. Фильтрация полей методом главных компонент	Практическое занятие	Выполнение задания с использованием программирования.	8
	Алгоритмы робастного оценивания многомерных характеристик. Робастный метод главных компонент. Робастный регрессионный анализ.	Практическое занятие	Выполнение задания с использованием программирования.	8
	Многовариантность	Пр	Выполнение задания с	10

5	представления геолого-геофизической информации. Принципы построения априорных и апостериорных физико-геологических моделей объектов исследований.	активно занятие	использованием программирования задачи	
Итого часов				64

## VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### Оценочные материалы (ОМ):

#### *Контрольные вопросы при защитах практических заданий:*

1. Априорная физико-геологическая модель и принципы ее построения.
2. Апостериорная физико-геологическая модель и принципы ее построения.
3. Статистики случайных величин.
4. Гистограммы.
5. Уровень значимости. Доверительные интервалы статистик случайных величин.
6. Нулевая и альтернативная гипотезы.
7. Ошибки 1-го и 2-го рода.
8. Распределения Стьюдента, Фишера, хи-квадрат.
9. Проверка гипотез о средних.
10. Проверка гипотез о дисперсиях.
11. Проверка гипотез о распределениях.
12. Понятие о непараметрических критериях.
13. Одномерные и многомерные случайные величины.
14. Представление многомерных случайных величин в признаковом пространстве.
15. Многомерное нормальное распределение и эллипсоид рассеивания.
16. Числовые характеристики многомерных величин: вектор средних, вектор стандартов, ковариационная и корреляционная матрицы.
17. Постановка задачи регрессионного анализа.
18. Одномерная регрессия, многомерная регрессия и оценки ее характеристик.
19. Оценка надежности прогноза.
20. Метод главных компонент (МГК) и его реализация.
21. Использование МГК для сжатия информации и выделения основных факторов изменчивости систем признаков.
22. Восстановление данных по главным компонентам
23. Обратные задачи в линейной и нелинейной постановках.
24. Инверсия полей на основе сеточных моделей.
25. Проблемы неустойчивости и неединственности решений обратных задач.
26. Матрица базисных функций и математическая модель линейной инверсии.
27. Сингулярное разложение матриц и нахождение на его основе устойчивых решений обратных задач.
28. Робастные статистическое оценивание.
29. Робастные оценки уровня и изменчивости случайных величин.
30. Способы робастных оценок параметров ковариационных матриц.
31. Робастные варианты регрессионного анализа и метода главных компонент.

### Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме экзамена

## Вопросы и задания к зачету

Степень проработки материала курса оценивается в результате отчета студента перед преподавателем. Суммарный рейтинг по защите практических занятий составляет 90 баллов. Зачет выставляется по результатам отчета студента по всем темам практических занятий

Разработчик:



профессор

А. Ю. Давыденко

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 05.04.01 Геология направленность «Геология нефти и газа».

Программа рассмотрена на заседании кафедры динамической геологии

Протокол № 7

« 14 03 2022 г.

Зав. Кафедрой  С.В.Рассказов

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*