



**МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А.Садовничему

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ

Ленинские горы, Москва, 119234
Телефон: 939-13-01, Факс: 932-88-89

11/12-16__№ 139-16/107-03

На № _____

Глубокоуважаемый Виктор Антонович!

Прошу рассмотреть вопрос об открытии программы повышения квалификации "Петрофизик интерпретатор ГИС в поддержку сейсморазведки (AVO версия)" на Ученом совете МГУ. Условия проведения курса находятся в приложениях.

Приложения:

1. Выписка из решения Ученого совета геологического факультета о возможности реализации этой программы на факультете и возможности контроля ее качества.
2. Справка о наличии необходимого профессорско-преподавательского состава и о достаточном материально-техническом обеспечении для реализации программы в рамках геологического факультета.
3. Макет программы дополнительного образования в соответствии с проектом «Рекомендаций по организации и осуществлению образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам», разработанным Минобрнауки.
4. Приказ декана геологического факультета о стоимости курса повышения квалификации "Петрофизик интерпретатор ГИС в поддержку сейсморазведки (AVO версия)"

Декан геологического факультета
академик



Д. Ю. Пушаровский

Московский государственный университет
имени М.В.Ломоносова

геологический факультет

Москва, Ленинские горы

Тел.: 939 23 94

ВЫ П И С К А

из протокола № 5 заседания Учёного совета геологического факультета МГУ
от «02» июня 2016 года
/подлинник протокола находится в делах совета факультета/

СЛУШАЛИ: Об утверждении и установлении размера оплаты за обучение по новой очной программе повышения квалификации "Петрофизик интерпретатор ГИС в поддержку сейсморазведки (AVO инверсия)".

РЕШЕНИЕ СОВЕТА: 1. Утвердить новую очную учебную программу профессиональной переподготовки "Петрофизик интерпретатор ГИС в поддержку сейсморазведки (AVO инверсия)" в объеме 240 часов.
2. Установить стоимость обучения по программе в размере 330 000 (триста тридцать тысяч) рублей за одного слушателя.

Председатель Учёного совета
академик

Д.Ю.Пушаровский

Учёный секретарь совета
доцент

М.Е.Успенская





**МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ

Ленинские горы, Москва, 119234
Телефон: 939-13-01, Факс: 932-88-89

№ _____
На № _____

СПРАВКА

Геологический факультет располагает необходимым профессорско-преподавательским составом и достаточным материально-техническим обеспечением для реализации программы профессиональной переподготовки «Петрофизик-интерпретатор ГИС в поддержку сейсморазведки (AVO, инверсия)» в рамках геологического факультета.

Профессорско-преподавательский состав:

Калмыков Г.А. – кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета МГУ, ст.п.с., канд. техн. наук;
Никитин А.А. - кафедра сейсмометрии и геоакустики геологического факультета МГУ, ст. преподаватель, канд. физ.-мат. наук;
Степанов П.Ю. - кафедра сейсмометрии и геоакустики геологического факультета МГУ, доцент, канд. физ.-мат. наук;
Керусов И.Н. - кафедра сейсмометрии и геоакустики геологического факультета МГУ, канд. геол.-мин. наук;
Жемчугова В.А. - кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета МГУ, профессор, докт. геол.-мин. наук;
Баюк И.О. - кафедра сейсмометрии и геоакустики геологического факультета МГУ, докт. физ.-мат. наук;
Ошкин А.Н. - кафедра сейсмометрии и геоакустики геологического факультета МГУ, ассистент, канд. физ.-мат. наук.

Лекции проводятся в аудиториях, оборудованных мультимедийным проектором, доской для написания фломастерами. Практические занятия проводятся в лабораториях факультета, обеспеченных современным оборудованием.

Декан геологического факультета
академик

Ошк. А.Н.



Пущаровский



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. М.В. ЛОМОНОСОВА**

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ПРИКАЗ

"23" / VI 2016 г.

Москва

№ 324

Об установлении размера оплаты за обучение по программам переподготовки и повышения квалификации.

ПРИКАЗЫВАЮ

На основании решения ученого совета геологического факультета МГУ от 02 июня 2016 года (протокол № 5) установить размер оплаты за обучение:

- 1) По программе профессиональной переподготовки "Седиментология и секвентная стратиграфия" в объеме 240 часов в размере 500 000 (пятьсот тысяч) рублей за одного слушателя;
- 2) По программе профессиональной переподготовки "Сейсморазведчик-интерпретатор (AVO инверсия) в объеме 580 часов в размере 580 000 (пятьсот восемьдесят тысяч) рублей за одного слушателя;
- 3) По программе повышения квалификации "Петрофизик-интерпретатор ГИС в поддержку сейсморазведки (AVO инверсия) в объеме 240 часов в размере 330 000 (триста тридцать тысяч рублей) за одного слушателя.

Декан
геологического факультета
академик

Д.Ю.Пущаровский

**КОПИЯ
ВЕРНА**



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан геологического факультета



академик

Д.Ю. Пущаровский

Программа дополнительного образования по повышению квалификации
"Петрофизик интерпретатор ГИС в поддержку сейсморазведки (AVO
версия)"

Москва, 2106

1. Цель реализации программы

- Профессиональная переподготовка специалистов в области петрофизической интерпретации в поддержку сейсморазведки (AVO, инверсия).

Формализованные результаты обучения

Компетенция	Уровень владения
Геологическая корреляция	2
Методы оценки ресурсов и подсчета запасов	2
Обломочные (песчано-глинистые) породы	2
Карбонатные отложения	2
Синтетические сейсмограммы	2
Атрибутный анализ	2
Акустический / Упругий импеданс	2
Оценка коллекторских свойств пласта по данным сеймики	3
Физические свойства горных пород	3
Методы скважинной сейсморазведки	2
Основы геофизических исследований скважин. Составление программы ГИС	3
Электрический каротаж (ЭК)	3
Акустический каротаж (АК)	3
Низкочастотный кросс-дипольный акустический каротаж (АКШ)	3
Радиоактивные методы ГИС	3
Ядерный магнитный резонанс (ЯМР)	3
Скважинные имиджеры	3
Введение поправок на окружающие условия (условия измерения)	3
Петрофизические свойства пород и их использование	3
Глинистость	3
Детерминистские методы оценки пласта - Водонасыщенность (Sw)	3
Описание и анализ керна	2
Стандартный анализ керна	2
Специализированный анализ керна	2
Калибровка данных ГИС по керну	3
Типы и свойства пластовых флюидов	2
Упругие свойства пород	2
Анализ упругих свойств с целью разделения пород по литологии	2
Объемная модель пород	3
Моделирование упругих свойств пород	3

2 уровень	3 уровень
Знание	Опыт
Теоретические знания о методике или технологии.	Опыт самостоятельного применения методики или технологии.
Знание порядка или процедуры их применения.	Способность оценить риски применения методики или технологии в разных условиях.

2. Содержание программы

Программа разработана как программа дополнительного образования по профессиональной переподготовке профессиональных специалистов, обладающих современными знаниями в области геолого-геофизической интерпретации исторических и современных материалов ГИС и исследований керна, осуществления анализа и моделирования упругих свойств пород.

Категория слушателей - специалисты с высшим и средним специальным образованием.

Срок обучения – 240 часов, 6 недель

Режим занятий – очно-аудиторные (лекции и практические занятия)

За время обучения слушатели проходят следующие учебные курсы:

1. Основы петрофизики (40 часов).
2. Геофизические исследования скважин (80 часов).
3. Нефтегеологическая интерпретация данных сейсморазведки и ГИС (60 часов).
4. Математическая физика горных пород (Rock Physics) (60 часов).

Предусмотрены следующие практические занятия:

1. В рамках курса «Основы петрофизики» - Геологический факультет МГУ (20 часов):
 - Измерения плотности, пористости и проницаемости горных пород.
 - Измерения скорости продольных волн на образцах горных пород. Статистический анализ результатов.
 - Измерения электрического сопротивления и вызванной поляризации на образцах горных пород. Статистический анализ результатов.
 - Измерения магнитной восприимчивости на образцах горных пород. Статистический анализ результатов.
 - Измерения теплопроводности и теплоемкости образцов горных пород. Статистический анализ результатов. Геологическая интерпретация данных.

- Измерения плотности и вещественного состава радиоактивными методами.
- Методы обработки и анализа комплекса петрофизических данных. Построение петрофизических разрезов и моделей.

2. В рамках курса «Геофизические исследования скважин» - Геологический факультет МГУ (40 часов):

- Комплексная интерпретация материалов по методам самопроизвольной поляризации и кажущегося сопротивления без фокусировки тока. Литологическое расчленение разреза, выделение коллекторов, их характера насыщения. Определение сопротивлений пластовой воды по данным ПС.
- Комплексная интерпретация материалов по методу бокового каротажного зондирования, включая метод самопроизвольной поляризации, индукционный метод, гамма-метод, нейтронный метод, кавернометрию, боковой каротаж, микрозондирование. Литологическое расчленение разреза, выделение коллекторов, их характера насыщения. Оценка коэффициента водонасыщенности коллекторов по методу БКЗ.
- Комплексная интерпретация материалов по индукционному методу, включая метод самопроизвольной поляризации, кавернометрию, боковой каротаж, микрозондирование. Литологическое расчленение разреза, выделение коллекторов, их характера насыщения. Оценка удельного сопротивления коллекторов по индукционному методу.
- Комплексная интерпретация материалов по акустическому методу, кавернометрии, гамма-методу и нейтронному методу. Оценка коэффициента пористости коллекторов с поправкой за глинистость. Построение геоакустической модели среды.
- Система GeoOffice Solver. Ознакомление и получение навыков работы с основными средствами ввода данных ГИС, проверки качества кривых и их коррекции. Получение навыков работы с окном “Планшет”.
- Система GeoOffice Solver. Получение навыков работы по расчленению разреза скважины на пласты, обучение определению пластовых характеристик, обучение контролю качества и коррекции выделения границ пластов и снятых отсчетов. Получение навыков по литологическому расчленению разреза.

- Система GeoOffice Solver. Обучение определению удельного электрического сопротивления пород по данным электрометрии. Получение навыков работы с программными средствами.
 - Система GeoOffice Solver. Получение навыков по литологическому расчленению разреза по косвенным признакам. Расчет фильтрационно-емкостных свойств коллекторов с привлечением программных средств интерпретации.
3. В рамках курса «Нефтегеологическая интерпретация данных сейсморазведки и ГИС» - Геологический факультет МГУ (30 часов):
- Создание базы данных проекта сейсмической интерпретации в компьютере.
 - Обоснование выбора целевых горизонтов.
 - Привязка сейсмических отражений к скважине.
 - Корреляция сейсмических отражений, тектонических нарушений и построение карт изохрон.
 - Преобразование времен в глубины и построение карт глубин и толщин.
 - Обоснование и расчет сейсмических атрибутов.
 - Построение карт прогнозных петрофизических параметров методами геостатистики.
 - Сиквенс-стратиграфическая интерпретация сейсмического разреза.
 - Составление отчета о результатах работы с иллюстрациями, выводами и рекомендациями.
4. В рамках курса «Математическая физика горных пород (Rock Physics)» - Геологический факультет МГУ (30 часов):
- Запись тензоров упругости и податливости в матричной форме.
 - Общее решение однородного волнового уравнения (без источника).
 - Определение групповой скорости.
 - Запись решения неоднородного волнового уравнения с произвольным источником.
 - Получение ограничений на компоненты эффективного тензора упругости с помощью усреднений Фойгта и Ройсса.
 - Основные методы расчета эффективных упругих свойств порово-трещиноватых сред.
 - Задание случайно-неоднородной среды с помощью корреляционных функций.

3. Формы контроля:

- Экзамены и зачеты в соответствии с учебным планом
- Общий квалификационный экзамен в конце программы.

Учебно-тематический план программы дополнительного образования по профессиональной переподготовке «Петрофизик-интерпретатор ГИС в поддержку сейсморазведки (AVO, инверсия)» (Таблицы № 1, 2, 3, 4)

Таблица № 1

Учебно-тематический план программы дополнительного образования по профессиональной переподготовке по курсу «Основы петрофизики»					
№	Наименование раздела	Всего часов	В том числе		Форма контроля
			лекции	практические занятия	
1	Факторы, определяющие физических свойств горных пород (Типы физических свойств пород и подходы к их изучению. Многообразие определяющих факторов. Атомная структура химических элементов. Электронная и кристаллическая структуры, типы связей. Изоморфизм, полиморфизм. Лито-петрологические характеристики пород: состав, структура, текстура. Анизотропия)	4	4		Прием практических заданий
2	Плотность, упругость, фильтрационно-емкостные свойства пород (Общие понятия плотности, упругости. Скорости упругих волн и упругие модули химических элементов и минералов. Плотность минералов, жидкостей, газов. Плотность различных типов горных пород: магматических, эффузивных, осадочных и метаморфических. Способы определения плотности горных пород. Пористость: виды пористости, поровый состав горных пород. Способы измерения пористости. Вода, нефть, газ в горных породах. Глинистость, влагоемкость пород. Проницаемость, виды проницаемости, способы измерения. Порода-коллекторы, водоупоры)	8	4	4	Собеседование Реферат. Доклад
3	Аппаратурный комплекс петрофизических исследований (Типы лабораторной аппаратуры для	6	2	4	Реферат. Доклад Собеседование

	измерения физических свойств образцов горных пород: плотности, пористости, проницаемости, радиоактивности, вещественного состава и др. Приборы для исследования полноразмерных кернов)				
4	Электрические свойства (Электрические свойства химических элементов, минералов и пород. Модели электропроводности осадочных пород. Параметр пористости. Естественная и вызванная электрохимическая активность. Диэлектрическая проницаемость водонасыщенных горных пород. Пьезоэлектрический и сейсмоэлектрический эффекты)	4	2	2	Прием практических заданий. Собеседование
5	Магнитные свойства (Магнитные свойства химических элементов, минералов и пород. Геомагнитные модели горных пород. Магнитная восприимчивость различных типов горных пород. Виды намагниченности горных пород. Магнитные свойства при различных термобарических условиях. Единицы измерения магнитных параметров. Методы магнетизма горных пород при решении геологических задач)	4	2	2	Реферат. Доклад Собеседование
6	Радиоактивные свойства (Естественная радиоактивность минералов и горных пород. Радиоактивность магматических пород и пород осадочного комплекса. Изменение радиоактивности в ходе метаморфических и метасоматических процессов. Распределение и миграция урана, тория, калия в земной коре. Процессы и виды взаимодействия гамма-излучения с горными породами. Решаемые задачи по видам взаимодействия. Нейтроны и процессы их взаимодействия с горными породами. Нейтронные характеристики горных пород и их связи с физическими свойствами и элементным составом пород)	4	2	2	Реферат. Доклад Собеседование
7	Тепловые свойства (Тепловые параметры вещества:	4	2	2	Реферат. Доклад. Собеседование

	теплопроводность, тепловой поток, теплоемкость, температуропроводность. Процессы и законы распределения тепла в горных породах. Единицы измерения тепловых параметров. Способы определения тепловых параметров горных пород. Тепловые параметры горных пород при различных геологических и термобарических условиях)				
8	Петрофизика при комплексной интерпретации геофизических данных (Петрофизическая классификация минералов, горных пород, геологических объектов. Статистическая обработка петрофизических данных. Анализ петрофизической информации. Взаимосвязи между параметрами горных пород. Определение и классификация петрофизических моделей. Петрофизическое районирование. Петрофизические модели нефтегазоносных и рудных объектов.)	6	2	4	Реферат. Доклад. Собеседование
	ИТОГО ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	40	20	20	экзамен

Таблица № 2

Учебно-тематический план программы дополнительного образования по профессиональной переподготовке по курсу «Геофизические исследования скважин»					
№	Наименование раздела	Всего часов	В том числе		Форма контроля
			лекции	практические занятия	
1	Раздел 1. Классификация методов; схема получения, преобразования и регистрации; прямые и обратные задачи.	6	4	2	собеседование
2	Раздел 2. Электрические и электромагнитные методы каротажа.	12	6	6	коллоквиум, защита лабораторных работ

3	Раздел 3. Ядерно-физические методы каротажа.	12	6	6	коллоквиум, защита лабораторных работ
4	Раздел 4. Сейсмоакустические методы ГИС.	14	6	8	коллоквиум, защита лабораторных работ
5	Раздел 5. Методы контроля технического состояния скважин.	10	4	6	коллоквиум, защита лабораторных работ
6	Раздел 6. Аппаратура и оборудования для проведения ГИС; основные понятия метрологического обеспечения.	6	4	2	собеседование
7	Раздел 7. Комплексная геологическая интерпретация; выделение коллекторов, определение литологии, фильтрационно-емкостных свойств и нефтегазонасыщенности.	16	6	10	коллоквиум, защита лабораторных работ
8	Раздел 8. Исследования скважин в процессе бурения.	4	4		собеседование
	ИТОГО ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	80	40	40	экзамен

Таблица № 3

Учебно-тематический план программы дополнительного образования по профессиональной переподготовке по курсу «Нефтегеологическая интерпретация данных сейсморазведки и ГИС»					
№	Наименование раздела	Всего часов	В том числе		Форма контроля
			лекции	практические занятия	
1	Теоретические и методические	4	2	2	Собеседование, контроль

	вопросы геологической интерпретации геофизических данных				выполнения практического упражнения
2	Сейсмическая стратиграфия	6	3	3	Собеседование, контроль выполнения практического упражнения
3	Структурные построения и скорости	6	3	3	Собеседование, контроль выполнения практического упражнения
4	Тектонические нарушения и трещиноватость	6	3	3	Собеседование, контроль выполнения практического упражнения
5	Геологическое моделирование	4	2	2	Собеседование, контроль выполнения практического упражнения
6	Сейсмические атрибуты	6	3	3	Собеседование, контроль выполнения практического упражнения
7	Геостатистика и картопостроение	4	2	2	Собеседование, контроль выполнения практического упражнения
8	Сиквенсная стратиграфия	6	3	3	Собеседование, контроль выполнения практического упражнения
9	Прогнозирование упругих свойств пород	6	3	3	Собеседование, контроль выполнения практического упражнения
10	Интерпретация карбонатных разрезов	6	3	3	Собеседование, контроль выполнения практического упражнения

11	Методические приемы прогноза структуры и свойств нефтегазопроисковых объектов на основе комплексной интерпретации геолого-геофизических данных	6	3	3	Собеседование, контроль выполнения практического упражнения
	ИТОГО ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	60	30	30	экзамен

Таблица № 4

Учебно-тематический план программы дополнительного образования по профессиональной переподготовке по курсу «Математическая физика горных пород (Rock Physics)»					
№	Наименование раздела	Всего часов	В том числе		Форма контроля
			лекции	практические занятия	
Часть 1. «Эффективные физические свойства горных пород»					
1	Основные понятия механики сплошных сред. Понятие эффективной среды; параметры эффективных сред	6	3	3	Собеседование, контроль выполнения практического упражнения
2	Теория упругости анизотропных сред. Волны в анизотропных средах. Горная порода как микронееднородная макроанизотропная среда	6	3	3	Собеседование, контроль выполнения практического упражнения
3	Основы построения разномасштабных математических моделей эффективных физических свойств горных пород	6	3	3	Собеседование, контроль выполнения практического упражнения
4	Единый математический подход в изучении транспортных свойств порово- трещиноватых сред	6	3	3	Собеседование, контроль выполнения практического упражнения
Часть 2. «Петрофизические модели в нефтегазовой сейсморазведке»					
5	Упругие свойства горных пород: упругие свойства твердых тел;	6	3	3	Собеседование, контроль выполнения

	упругие свойства жидкостей и газов. Виды пустот в породе: пористость, трещиноватость, анизотропия как следствие трещиноватости, модели трещин. Понятие критической пористости. Проницаемость, глинистость. Перемещение флюида в пустотах, поглощение, дисперсия, модели Био, Уайта, выжимания флюида				практического упражнения
6	Задание верхней и нижней границы упругих модулей пористой среды как смеси разных компонент. Границы упругих модулей Фойгта-Ройса-Хилла. Границы упругих модулей Хашин-Штрикмана. Оценка свойств порового флюида по Вуду. Оценка свойств порового флюида по Бацлю и Вангу. Оценка модуля всестороннего сжатия и плотности пластовой воды. Оценка модуля всестороннего сжатия и плотности газа. Оценка модуля всестороннего сжатия и плотности нефти. Оценка модуля всестороннего сжатия и плотности смеси флюидов.	6	3	3	Собеседование, контроль выполнения практического упражнения
7	Модель Гассмана. Эффект замещения флюида. Систематические искажения при моделировании флюидозамещения	6	3	3	Собеседование, контроль выполнения практического упражнения
8	Эмпирические модели эффективных сред. Теоретические модели зернистых сред. Теоретические модели, учитывающие геометрию порового пространства. Самосогласованные модели. Дифференциальная модель. Четырехфазная эффективная модель.	6	3	3	Собеседование, контроль выполнения практического упражнения
9	Упругие модели трещиноватых сред. Модель Хадсона. Модель	6	3	3	Собеседование, контроль

	Шоенберга. 6Расчет эффективных анизотропных модулей среды с одной и двумя системами трещин.				выполнения практического упражнения
10	Диагенетический и седиментационные глубинные тренды в песчано-глинистых породах. Петрофизические свойства пород как функция уплотнения Глубинные тренды как ограничение при AVO-анализе	6	3	3	Собеседование, контроль выполнения практического упражнения
	ИТОГО ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	60	30	30	экзамен

5. Сведения об обеспеченности образовательного процесса специализированным и лабораторным оборудованием

Лекции проводятся в специализированных аудиториях, оборудованных мультимедийным проектором, экраном, доской для написания фломастерами, а также в компьютерном классе (таблица № 5).

Таблица № 5

Материально-технические условия реализации программы дополнительного образования по профессиональной переподготовке «Сейсморазведчик- интерпретатор (AVO, инверсия)»			
№ п/п	Наименование дисциплин в соответствии с учебным планом	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр. с перечнем основного оборудования	Форма владения, пользования (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)
1	Основы петрофизики	ауд. 301. Компьютерный класс, мультимедийная доска, специализированное программное обеспечение Компьютерный класс помещения на Никитской ул. мультимедийный проектор, экран, доска для написания фломастерами	Собственность Геологического факультета, кафедры Сейсмометрии и геоакустики

2	Геофизические исследования скважин	ауд. 301. Компьютерный класс, мультимедийная доска, специализированное программное обеспечение Компьютерный класс помещения на Никитской ул. мультимедийный проектор, экран, доска для написания фломастерами	Собственность Геологического факультета, кафедра Сейсмометрии и геоакустики
3	Нефтегеологическая интерпретация данных сейсморазведки и ГИС	ауд. 301. Компьютерный класс, мультимедийная доска, специализированное программное обеспечение Компьютерный класс помещения на Никитской ул. мультимедийный проектор, экран, доска для написания фломастерами	Собственность Геологического факультета, кафедра Сейсмометрии и геоакустики
4	Математическая физика горных пород (Rock Physics)	ауд. 301. Компьютерный класс, мультимедийная доска, специализированное программное обеспечение Компьютерный класс помещения на Никитской ул. мультимедийный проектор, экран, доска для написания фломастерами	Собственность Геологического факультета, кафедра Сейсмометрии и геоакустики

6. Учебно-методическое обеспечение программы

В учебном процессе используются учебные пособия, изданные авторами по данному курсу (раздаются слушателям) и презентации лекций (также даются слушателям). По темам, рассматриваемым в курсе, имеется дополнительная литература в цифровом виде.

7. Требования к результатам обучения

По окончании обучения – выдача дипломов государственного образца о профессиональной переподготовке на основании успешной сдачи государственного аттестационного экзамена.

8. Перечень основных вопросов для аттестации.

Перечень основных вопросов для аттестации по курсу "Основы петрофизики"

1. Роль отечественных ученых в развитии Петрофизики.
2. Подготовка кернов для изучения их свойств и состава.
3. Природа аномалий магнитного поля Земли и геология.
4. Петрофизика, как инструмент настройки геофизических методов.
5. Роль Петрофизики при подсчете запасов полезных ископаемых.
6. Многомерный корреляционный анализ.
7. Комплексные петрофизические связи при решении геологических задач.
8. Природа естественной радиоактивности.
9. Плотность, пористость и проницаемость горных пород.
10. Факторы, влияющие на неоднородность горных пород.
11. Удельное электрическое сопротивление горных пород.
12. Вызванная электрохимическая активность горных пород.
13. Естественная электрохимическая активность горных пород.
14. Магнитные минералы в горных породах.
15. Природа естественной радиоактивности.
16. Значение и роль априорных петрофизических данных при геологической интерпретации геофизических аномалий.
17. Оценка плотности и вещественного состава пород радиоактивными методами.
18. Подготовка кернов для изучения их свойств и состава.
19. Многомерный корреляционный анализ.
20. Сопоставление КЕРН-ГИС для оценки достоверности геофизических методов.
21. Обоснование многомерных петрофизических моделей.
22. Природа диэлектрической проницаемости горных пород.

23. Радиоактивность нефтематеринских пород.

24. Комплекс аппаратуры для исследования полноразмерных кернов.

Перечень основных вопросов для аттестации по курсу "Геофизические исследования скважин"

Примерные вопросы для защиты лабораторной работы № 1.

1. Какой метод ГИС рассматривается в задании?
2. Что является измеряемой величиной в методе и каковы ее единицы измерения?
3. В результате действия каких процессов возникает собственный потенциал в скважине напротив пластов, каковы необходимые условия его возникновения?
4. Механизм возникновения собственного потенциала. Что влияет на его величину и знак?
5. Как влияет соотношение концентраций ионов в пластовой воде и скважинном флюиде на величину и знак потенциала различных пород? Каковы знаки потенциалов напротив песчаников и глин при различных соотношениях S_p и $S_{ф}$?
6. Каково влияние нефте- и газонасыщенности коллектора на величину его собственного потенциала (по сравнению с водонасыщенной частью)?
7. Существуют ли породы, напротив которых потенциал не образуется, и почему?
8. Каково влияние глинизации коллектора (с образованием глинистого песчаника) и распесчанивания глины (с образованием песчанистой глины) на величину их собственных потенциалов?
9. Правила отбивки границ пластов по кривым собственного потенциала и сопротивления.
10. Литологическое расчленение разреза по кривым собственного потенциала и сопротивления. Каковы признаки основных типов пород по упомянутым методам?
11. Как определить положение водо-нефтяного контакта по кривым собственного потенциала и сопротивления? Признаки водо- и углеводородонасыщенного коллектора.
12. Что такое «линия глин»? Снятие существенных значений $\Delta U_{пс}$ с кривой напротив пласта.
13. Почему в общем случае $\Delta U_{пс}$ не равно разности потенциалов, рассчитанной для тех же пород по формуле ($\Delta E_{пс}$), какие факторы влияют на полученный результат?
14. Палеточный метод внесения поправки. Как найти нужную палетку? Что такое «шифр кривых»? Как определить по палетке искомую величину поправки (ход рассуждений)?

Примерные вопросы по Разделу 3.

1. Опишите схему установки для геофизических исследований скважин приборами на кабеле.

2. Назовите основные узлы скважинной телеметрической системы.
3. Какой из узлов телеметрической системы играет определяющую роль?
4. Как классифицируются электрические преобразователи (датчики)?
5. Приведите примеры применения различных видов электрических первичных преобразователей в аппаратуре ГИС.
6. Какие выходные параметры вырабатывают электрические датчики?
7. Расскажите об отличительных особенностях аппаратуры электрических и электромагнитных методов.
8. Расскажите об отличительных особенностях аппаратуры ядерно-физических методов.
9. Расскажите об отличительных особенностях аппаратуры для ядерно-магнитного каротажа.
10. Расскажите об отличительных особенностях аппаратуры акустического каротажа.
11. Зачем необходимо метрологическое обеспечение скважинных измерений?
12. Почему возникают погрешности измерений параметров при ГИС?
13. В чем состоит основная задача метрологического обеспечения.
14. Что такое эталон единицы величины.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену

РАЗДЕЛ 1.

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ; СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ, ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ; ПРЯМЫЕ И ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ.

1. Основные определения. Цели и задачи ГИС. История развития ГИС.
2. Классификация методов ГИС. Схема получения, преобразования и регистрации скважинных данных.
3. Прямые и обратные задачи, специфика обратных задач. Соотношение методов, основанных на исследовании керна и ГИС. Роль и место ГИС на различных стадиях горно-геологических работ. Скважина как объект геофизических исследований.

РАЗДЕЛ 2.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ МЕТОДЫ КАРОТАЖА.

4. Классификация электрических и электромагнитных методов ГИС и задачи, решаемые ими.
5. Виды электрической проводимости горных пород. Ионная проводимость как основной вид проводимости коллекторов. Удельное электрическое сопротивление (УЭС) коллекторов. Схема капилляра. Первая и вторая формулы Арчи-Дахнова. Оценка коэффициентов водо- и нефтегазонасыщения.

6. Виды электрической проводимости горных пород. УЭС глин и глинистых пород. Схема капилляра. Поверхностная проводимость и ее роль при формировании УЭС глин и глинистых пород.

7. Виды проявления естественной поляризуемости горных пород: диффузионно-адсорбционная, фильтрационная активности, окислительно-восстановительная активность.

8. Метод самопроизвольной поляризации (ПС). Причины образования естественных потенциалов в скважине. Зонды, решаемые задачи и ограничения метода.

9. Фактические и статические и диаграммы ПС против пластов основных типов горных пород. Работа с фактическими диаграммами ПС. Методика проведения и влияние условий на измерения методом ПС.

10. Метод электродных потенциалов (МЭП). Метод вызванных потенциалов (ВП).

11. Метод кажущегося сопротивления без фокусировки тока (КС). Электрическое поле точечного источника в однородной проводящей среде. Формула для расчета УЭС в однородной изотропной среде. Реальные и идеальные зонды метода КС и их обозначения. Формулы для расчета УЭС зондами КС.

12. Метод кажущегося сопротивления без фокусировки тока (КС). Потенциал- и градиент-зонды. Виды диаграмм и правила работы с ними. Стандартный каротаж.

13. Боковое каротажное зондирование (БКЗ). Техника выполнения, интерпретация и ограничения метода БКЗ. Повышающая и понижающая зоны проникновения.

14. Микрокаротаж (МК). Зонды, виды диаграмм, решаемые задачи и ограничения метода. Резистивиметрия. Метод скользящих контактов (МСК).

15. Боковой каротаж (БК). Зонды, виды диаграмм, решаемые задачи и ограничения метода.

16. Микробоковой каротаж (МБК). Зонды, виды диаграмм, решаемые задачи и ограничения метода. Пластовая наклонотрия.

17. Электрические сканеры и задачи, решаемые с их помощью.

18. Индукционный каротаж (ИК). Двухкатушечный зонд. Токи Фуко. Связь ЭДС в приемной катушке с проводимостью среды. Компенсационная катушка. Обозначение индукционных зондов.

19. Индукционный каротаж (ИК). Основы применения фокусирующих катушек в методе ИК. Радиальная и вертикальная характеристики зондов. Диаграммы метода и правила работы с ними. Возможности, ограничения и решаемые задачи.

20. Высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование (ВИКИЗ). Зонды, связь регистрируемой величины с УЭС горной породы; решаемые задачи и ограничения метода. Радиальное распределение УЭС в пласте-коллекторе.

21. Диэлектрический каротаж (ДК). Диэлектрические свойства горных пород. Зонды; связь регистрируемой величины с диэлектрической проницаемостью горной породы; решаемые задачи и ограничения метода ДК.

РАЗДЕЛ 3. ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КАРОТАЖА.

22. Физические основы ядерно-физических методов (ЯФМ). Классификация и отличительные особенности методов ЯФМ. Задачи, решаемые с помощью ЯФМ.

23. Гамма-каротаж (ГК). Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Естественная радиоактивность горных пород. Зонды, обработка и интерпретация диаграмм, решаемые задачи.

24. Спектрометрический вариант гамма каротажа (СГК). Обработка результатов и решаемые задачи.

25. Физические основы ядерно-физических методов (ЯФМ). Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Источники гамма-квантов и детекторы излучения.

26. Физические основы ядерно-физических методов (ЯФМ). Взаимодействие нейтронов с веществом. Источники нейтронов и детекторы излучения.

27. Плотностной гамма-гамма каротаж (ГГК-П). Физические основы метода. Зонды, факторы, влияющие на показания метода, глубинность и области применения метода.

28. Стационарный нейтронный каротаж (НК) и его модификации. Физические основы. Зонды и диаграммы, факторы, влияющие на показания метода, глубинность и области применения метода.

29. Импульсный нейтронный каротаж (ИНК). Физические основы. Зонды, факторы, влияющие на показания метода, глубинность и области применения метода.

30. Спектрометрический импульсный нейтронный гамма каротаж (СИНГК). Зонды, факторы, влияющие на показания метода, глубинность и области применения метода. С/О-каротаж.

32. Ядерно-магнитный каротаж в естественном поле Земли (ЯМК). Физические основы. Магнитные свойства горных пород. Вектор ядерной намагниченности. Продольная и поперечная релаксации.

33. Ядерно-магнитный каротаж в естественном поле Земли (ЯМК). Зонд, методика определения индекса свободного флюида (ИСФ), факторы, влияющие на показания метода, глубинность и области применения ЯМК.

34. Ядерно-магнитный каротаж в искусственном поле (ЯМК). Области применения и ограничения метода.

РАЗДЕЛ 4. СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ГИС.

35. Классификация сейсмоакустических методов и задачи, решаемые ими.

36. Физические основы сейсмоакустических методов. Основные определения; факторы, влияющие на кинематические и динамические параметры упругих волн; упругие константы; понятие о теории Френкеля-Био-Николаевского; типы волн в двухфазных средах.

37. Акустический каротаж (АК). Водные и поверхностные волны в скважине. Головные волны в скважине. Образование монотипной и обменной головных волн. Объяснение принципиальной возможности регистрации головных волн в первом вступлении.

38. Акустический каротаж (АК). Волна Стоунли-Лэмба. Основные типы волн, регистрируемые в методе АК.

39. Зонды акустического каротажа. Виды записи. Общая характеристика аппаратуры.

40. Задачи, решаемые с помощью АК. Уравнения среднего времени и средней скорости.

41. Акустический каротаж на отраженных волнах. Акустическая кавернометрия и профилометрия, скважинное акустическое телевидение. Решаемые задачи и ограничения методов.

42. Скважинная сейсморазведка. Сейсмокаротаж и вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП). Принцип построения отражающих границ в методе ВСП. Основные задачи, решаемые с помощью ВСП. Геоакустическая модель среды.

РАЗДЕЛ 5. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СКВАЖИН.

43. Изучение технического состояния скважины: инклинометрия и пластовая наклоннометрия, кавернометрия и профилометрия.

44. Термический каротаж. Физические основы. Методы естественного и искусственного тепловых полей.

45. Методы контроля качества цементирования скважин.

РАЗДЕЛ 6. АППАРАТУРА И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГИС; ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.

46. Аппаратура и оборудования для проведения ГИС.

47. Основные понятия метрологического обеспечения.

РАЗДЕЛ 7. КОМПЛЕКСНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ; ВЫДЕЛЕНИЕ КОЛЛЕКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИТОЛОГИИ, ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ И НЕФТЕГАЗОНАСЫЩЕННОСТИ.

48. Комплексное применение методов ГИС при поиске и разведке нефтегазовых месторождений: литологическое расчленение разрезов, выделение коллекторов.

49. Комплексное применение методов ГИС при поиске и разведке нефтегазовых месторождений: выделение коллекторов, оценка характера насыщения, коэффициента пористости, проницаемости, нефтегазонасыщенности

50. Комплексное применение методов ГИС при поиске и разведке нефтегазовых месторождений: определение эффективной мощности, построение типовых и нормальных геолого-геофизических разрезов, корреляция скважин, построение профильных геолого-геофизических разрезов.

51. Комплексное применение методов ГИС при контроле разработки нефтегазовых месторождений.

РАЗДЕЛ 8. ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ.

51. Исследование скважин в процессе бурения: каротаж приборами, транспортируемыми буровым инструментом; механический и фильтрационный каротаж; акустический каротаж в процессе бурения.

52. Исследование скважин в процессе бурения: акустический каротаж в процессе бурения.
53. Исследование скважин в процессе бурения: газовый каротаж; экспресс-анализ каменного материала.

Перечень основных вопросов для аттестации по курсу "Нефтегеологическая интерпретация данных сейсморазведки и ГИС"

1. Понятие о комплексной интерпретации геолого-геофизических данных.
2. Основные принципы структурной интерпретации. Палеоструктурный анализ.
3. Критерии выделения на временных разрезах дизъюнктивных нарушений.
4. Акустический импеданс. Факторы, определяющие скорость упругих колебаний.
5. Базовые понятия сейсмостратиграфии; основные характеристики сейсмических отражений, используемых в сейсмостратиграфии, и их геологическая значимость.
6. Подошвенное несогласие: налегание или прилегание в подошве. Кровельное прилегание. Эрозионный срез.
7. Определение и характеристики сейсмических комплексов.
8. Морфологические типы сейсмофаций и их геологическая интерпретация.
9. Концепция секвенсстратиграфии. Факторы, контролирующие архитектуру осадочных толщ и их стратиграфию.
10. Аккомодация и относительный уровень моря. Нормальная и форсированная регрессии. Секвенции; системные тракты; парасеквенции.
11. Принципиальное строение обломочных секвенций.
12. Принципиальное строение карбонатных секвенций.
13. Выделение элементов секвенций на временных сейсмических разрезах.
14. Принципы выделения каротажных фаций, примеры каротажных фаций для различных обстановок осадконакопления.
15. Сейсмоседиментационные реконструкции. Атрибутный анализ.
16. Возможности использования результатов геологической интерпретации геофизических данных при поисках скоплений нефти и газа.
17. Основные задачи. Этапы и стадии нефтегазописковых работ. Разрешенность сейсмических данных. Признаки геологических объектов на сейсмических данных.
18. Типы границ: стратиграфические, литологические, физические, сейсмические и их соотношение. Хроностратиграфическая значимость сейсмических границ.
19. Факторы, влияющие на амплитуду отражения. Расчленение сейсмических разрезов на структурно-литологические этажи (СЛЭ), сейсмические комплексы (СК), сейсмофации (СФ). Типы, ранг несогласий, другие признаки выделения СЛЭ, СК и СФ.
20. Стратиграфическая привязка отражений. Региональные исследования: привязка к геохронологической шкале – фазы складчатости, относительные изменения уровня моря (ОИУМ) на основе сейсмостратиграфической интерпретации; методы определения возраста – ядерные, палеонтологический и др. Поисково-разведочные исследования: привязка по полю восходящих волн ВСП, привязка по скоростям первых вступлений ВСП, привязка на основе построения синтетических сейсмотрасс, передача корреляции от удаленных скважин.
21. Способы трансформации времен в глубины.
22. Структурные построения по данным миграции до суммирования. Структурный анализ: структурные (глубинные) карты, карты толщин, палеокарты (выравнивание

- на серию горизонтов), изопахический треугольник. Параметрический анализ поверхностей (рельефа): градиент, азимут, искусственные тени.
23. Основные термины и понятия: типы нарушений (сброс, взброс, надвиг, сдвиг), основные элементы и характеристики нарушений (амплитуда, крылья и т. п.).
 24. Признаки нарушений на сейсмических разрезах. Признаки нарушений в разрезах скважин. Выделение нарушений сейсмическими атрибутами: когерентность, тени на поверхности изохрон, градиент наклона поверхности (производная). Типизация нарушений по их геометрии на сейсмических разрезах и картах: сбросы и взбросы, сколы Ридля, сдвиги, надвиги.
 25. Рабочая последовательность геологического моделирования. Моделирование фаций/литологии. Моделирование свойств.
 26. Полярность. SEG-полярность.
 27. Оценка влияния полевой методики на сигнал: группирование приемников, источников, схемы отстрела.
 28. Влияние процедур обработки на сигнал: коррекция за геометрическое расхождение, зонная фильтрация, поверхностно-согласованная коррекция амплитуд.
 29. Выбор окна анализа атрибутов.
 30. Объектная классификация атрибутов: разрез, отражение, объем. Виды атрибутов. Интервал расчета/анализа по шкале времен: дискретные, оконные, интервальные. Интервал расчета/анализа по поверхности: однотрассные - горизонтальный анализ, вертикальный анализ (поглощение и пр.), многотрассные (геометрические атрибуты). Атрибуты инверсий (ПАК и пр.). Атрибуты сейсмограмм (АВО и пр.). Горизонтальные срезы. Седиментационные (палео-) срезы. Конструирование атрибутов.
 31. Роль и место интерполяции в интерпретации сейсмических данных, классификация алгоритмов интерполяции.
 32. Формулировка задачи интерполяции: представление в виде суммы тренда и взвешенной суммы значений в контрольных точках, оценка трендовой составляющей, метод обратного расстояния, зависимость результата от весовых функций.
 33. Пространственная корреляция: математическое ожидание, дисперсия, ковариация, стационарность и пространственная однородность, свойства функции пространственной ковариации (корреляции), эффект самородка, примеры случайных функций и их коррелограмм, коррелограмма и спектральная плотность, вариограмма.
 34. Кригинг: кригинг как интерполяция с оптимальными весовыми функциями, зависимость результата кригинга от формы коррелограммы, влияние эффекта самородка, влияние радиуса корреляции.
 35. Кокригинг: наличие дополнительной информации, «первичные» и «вторичные» переменные, система уравнений, структура матрицы, Colocated Cokriging – частный случай кригинга, использование алгоритма Colocated Cokriging при прогнозе свойств пород в межскважинном пространстве.
 36. Определения секвенции и границы секвенции. Сейсмические и геологические отличия поверхности максимального затопления и границы секвенции.
 37. Основные подразделения секвенций. Сейсмическая и фациальная характеристика нижнего системного тракта.
 38. Основные факторы, определяющие внутреннее строение секвенций.
 39. Факторы, контролирующие плотность и скорость.
 40. Уравнения связи параметров упругости и деформаций. Границы Войта (Voigt) и Рюйса (Reuss). Уравнение Войта-Рюйса-Хилла (Hill). Модуль упругости смеси флюидов - Уравнение Вуда (Wood) . Модуль упругости смеси зерен минералов.

41. Уравнение среднего времени Уилли и его применение. Уравнение Гассмана и его применение. Плотность - Уравнение масс-баланса.
42. Типы пористости: общая, нейтронная, плотностная (гамма-гамма), открытая, эффективная, динамическая. Методы определения пористости, типы пористости.
43. Масштабирование (upscaling) измерений. Лаборатория $\Rightarrow$ Каротаж $\Rightarrow$ Межскважинные измерения $\Rightarrow$ ВСП $\Rightarrow$ сейсмика. Различие частот - различие размеров образцов измерений - различие длины волны.
44. Карбонатные обстановки осадконакопления. Признаки органогенных построек на сейсмических разрезах: одиночные рифы, краевые и барьерные рифы, характеристика зарифовых и предрифовых областей.
45. Карстообразование и его признаки на сейсмических разрезах. Вторичные изменения. Изменение петрофизических свойств и литологии карбонатных пород на сейсмических данных.

Перечень основных вопросов для аттестации по курсу "Математическая физика горных пород (Rock Physics)"

Часть 1. «Эффективные физические свойства горных пород»

1. Горная порода как микронеоднородная, макроскопически анизотропная среда и ее эффективные физические свойства.
2. Закон Гука для однородной среды и горной породы. Запись тензоров упругости и податливости в матричной форме.
3. Уравнение, описывающее упругие волны в безграничной произвольно анизотропной среде. Плоские волны. Общее решение однородного волнового уравнения (без источника). Уравнение Грина – Кристоффеля и определение фазовых скоростей упругих волн. Поверхность Кристоффеля (или поверхность медленности).
4. Определение групповой скорости. Волновой пакет. Уравнение баланса энергии в среде, вектор Умова-Пойтинга и его физический смысл. Физический смысл групповой скорости. Геометрическая интерпретация: положение векторов групповой скорости на поверхности медленности.
5. Особенности распространения волн в сильно анизотропной среде. Обычные волны и каспы.
6. Волновое уравнение с источником. Точечный источник. Определение динамического тензора Грина. Запись решения неоднородного волнового уравнения с произвольным источником.
7. Общая постановка задачи об эффективных свойствах микронеоднородной среды. Математическая формулировка задачи – определение эффективного оператора (например, волнового оператора, в динамике, или оператора уравнения равновесия, в статике).
8. Методы Фойгта и Ройсса определения эффективного тензора упругости поликристаллов. Получение ограничений на компоненты эффективного тензора упругости с помощью усреднений Фойгта и Ройсса.

9. Основные методы расчета эффективных упругих свойств порово-трещиноватых сред. Модель изолированных включений. Аспектное отношение. Метод Эшелби.
10. Эффективные динамические свойства. Задание случайно-неоднородной среды с помощью корреляционных функций. Корреляционное приближение и рассеяние волн на неоднородностях среды. Зависимость скоростей и затухания упругих волн в случайно-неоднородной среде от частоты и направления.

Часть 2. «Петрофизические модели в нефтегазовой сейсмразведке»

1. Осадочные породы (классификация, состав). Литогенез. Основные литофизические параметры.
2. Пористость. Сжимаемость горных пород. Вода в горных породах. Глинистость, плотность трещин, проницаемость. Способы их определения
3. Плотность неоднородной среды. Примеры реальных значений плотности минералов и горных пород. Уравнение масс-баланса. Плотность пористых сред. Плотность и глинистость. Связь с общей и «эффективной» пористостью. Изменение плотности с глубиной.
4. Простейшие упругие модели сплошных неоднородных сред. Почему не работает «среднее арифметическое». Осреднения Фойгта и Ройсса, Хилла, Александрова
5. Уравнение среднего времени. Тонкослоистая среда: осреднение Бэкуса.
6. Упругие модули сухой породы.
7. Дифференциальный метод оценки эффективных параметров .
8. Модели пористых сред Формула Вуда. Примеры зависимостей упругих параметров от пористости. Давление в насыщенной и сухой породе. Сжимаемость пор.
9. Уравнения Гассмана. Основные допущения. Вывод. Различные формы записи. Задача о замещении флюида.
10. Задача Герца и ее приложение к модели гранулированной горной породы. Влияние горного давления и упаковки. Случайная упаковка зерен. Влияние цемента. Соотношение V_p/V_s в гранулированной среде.
11. Теория Френкеля-Био-Николаевского
12. Модель Хадсона. Модель Шоенберга. Их эквивалентность с точки зрения эффективных упругих параметров.
13. Расчет эффективных анизотропных модулей среды с одной и двумя системами трещин
14. Свойства флюида: адиабатические и изотермические упругие характеристики. Упругие свойства и плотность воды. Упругие свойства и плотность газа. Смесь газов. Упругие свойства и плотность нефти.
15. Соотношение V_p/V_s для пород и минералов. Упругие свойства глин.
16. Петрофизические свойства как функция глубины залегания для песчано-глинистых пород

9. Составители программы

Калмыков Г.А. – кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета МГУ, ст.н.с., канд. техн. наук (Курс "Основы петрофизики").

Никитин А.А. - кафедра сейсмометрии и геоакустики геологического факультета МГУ, ст. преподаватель, канд. физ.-мат. наук (Курс "Геофизические исследования скважин").

Степанов П.Ю. - кафедра сейсмометрии и геоакустики геологического факультета МГУ, доцент, канд. физ.-мат. наук (Курс "Геофизические исследования скважин").

Керусов И.Н. - кафедра сейсмометрии и геоакустики геологического факультета МГУ, канд. геол.-мин. наук (Курс «Нефтегеологическая интерпретация данных сейсморазведки и ГИС»).

Жемчугова В.А. - кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета МГУ, профессор, докт. геол.-мин. наук (Курс «Нефтегеологическая интерпретация данных сейсморазведки и ГИС»).

Баяк И.О. - кафедра сейсмометрии и геоакустики геологического факультета МГУ, докт. физ.-мат. наук (Курс «Математическая физика горных пород (Rock Physics)»).

Ошкин А.Н. - кафедра сейсмометрии и геоакустики геологического факультета МГУ, ассистент, канд. физ.-мат. наук (Курс «Нефтегеологическая интерпретация данных сейсморазведки и ГИС»).