

## **Геофизические исследования скважин**

### **рабочая программа дисциплины (модуля)**

Закреплена за кафедрой	<b>Геофизики</b>
Учебный план	s210503_23_RTB23.plx Специальность 21.05.03 ТЕХНОЛОГИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ
Квалификация	<b>Горный инженер-буровик</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Общая трудоемкость	<b>4 ЗЕТ</b>

Часов по учебному плану	144
в том числе:	
аудиторные занятия	66,35
самостоятельная работа	50,65
часов на контроль	27

Виды контроля в семестрах:  
экзамены 5

#### **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	17			
Неделя				
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	32	32	32	32
Иные виды контактной работы	2,35	2,35	2,35	2,35
Итого ауд.	66,35	66,35	66,35	66,35
Контактная работа	66,35	66,35	66,35	66,35
Сам. работа	50,65	50,65	50,65	50,65
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
1.1	Ознакомление студентов с физическими и теоретическими основами геофизических исследований скважин (ГИС), с формированием у студентов представления о возможностях ГИС для решения геологических и технических задач.
1.2	Обучение приемам работы с современными каротажными станциями, обработкой результатов измерений, качественной интерпретацией полученных данных, аргументированного выбора комплекса методов ГИС для решения поставленных геологических задач.

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ОП:	
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Общая геология
2.1.2	Физика
2.1.3	Структурная геология
2.1.4	Математика
2.1.5	Геология
2.1.6	Введение в специализацию
2.1.7	Физика горных пород
2.1.8	Литология
2.1.9	Физика
2.1.10	Физика (доп. главы)
2.1.11	Петрофизика
2.1.12	Нефтегазовые коллектора
2.1.13	Основы палеонтологии, стратиграфии, исторической и региональной геологии
2.1.14	Общая экология
2.1.15	Разведочная геофизика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Месторождения полезных ископаемых
2.2.2	Теоретические основы обработки геофизической информации
2.2.3	Математическое моделирование в геофизике
2.2.4	Основы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых
2.2.5	Комплексная интерпретация геофизических данных
2.2.6	Скважинная геофизика
2.2.7	Физика Земли
2.2.8	Радиометрия и ядерная геофизика
2.2.9	Государственная итоговая аттестация (защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты)
2.2.10	Геологическое моделирование природных резервуаров нефти и газа
2.2.11	Аппаратура геофизических исследований скважин
2.2.12	Геолого-геофизическое моделирование разрабатываемых залежей
2.2.13	Электромагнитные и акустические методы исследования скважин
2.2.14	Ядерная геофизика и радиометрия скважин
2.2.15	Геофизические методы контроля разработки месторождений полезных ископаемых
2.2.16	Бурение инженерно-геологических скважин
2.2.17	Направленное бурение

<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>ОПК-6: Способен работать с программным обеспечением общего, специального назначения, в том числе моделировать горные и геологические объекты</b>	
<b>Знать:</b>	
Уровень 1	Принципы построения ПО для геологического моделирования
Уровень 2	Виды геолого-геофизической информации, используемые в геолого-геофизических моделях

Уровень 3	*
<b>Уметь:</b>	
Уровень 1	Загружать данные в программы моделирования
Уровень 2	Производить первичную обработку ГИС и строить каркасную модель
Уровень 3	*
<b>Владеть:</b>	
Уровень 1	Приемами подготовки данных для загрузки в геолого-геофизические модели
Уровень 2	Встроенными средствами расчетов
Уровень 3	*

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	современные принципы построения компьютеризированной геофизической аппаратуры, ее метрологическом обеспечении, знать возможности комплексирования ГИС с наземными методами для решения практических задач.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	правильно сформулировать стоящие перед ним задачи по выбору комплекса ГИС, правильно выбрать технологию проведения ГИС при бурении нефтяных, газовых, угольных и рудных скважин, оценить качество получаемых первичных материалов по исследованию скважин.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	поиска оптимальных условий работы в скважинах, прогнозирования технического состояния скважин

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	<b>Раздел 1. Техника и технологии проведения ГИС. Классификация методов ГИС.</b>						
1.1	Скважина, как объект исследования и условия проведения работ. Общая функциональная схема измерения, преобразования, передачи и регистрации сигналов. Прямые и обратные задачи, как основа интерпретации методов ГИС. Классификации методов ГИС и решаемые ими геологические, технологические и технические задачи /Лек/	5	5	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
1.2	Калибровка электродного резистивиметра /Лаб/	5	2	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
1.3	Многообразие геологических задач, решаемых методами ГИС /СР/	5	8	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
	<b>Раздел 2. Электрохимические методы каротажа</b>						
2.1	Физические основы и природа электрохимических потенциалов в скважинах. Метод ПС (поляризации скважины) или СП (самопроизвольных потенциалов). Метод электродных потенциалов и метод вызванных потенциалов. /Лек/	5	1	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
2.2	Калибровка режима измерений зондов КС /Лаб/	5	2	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
2.3	Принципы расчета кривых ПС (по Альпину Л.М.), форма кривых над пластом, схемы измерений, понятие статической ПС и альфа-пс /СР/	5	10	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
	<b>Раздел 3. Электрические методы каротажа для определения удельного электрического сопротивления</b>						

3.1	Токовый каротаж: сопротивление заземления, модификации, область применения. Метод КС: принцип измерения, зонды КС, однородная среда, неоднородная среда в отсутствии скважины. Боковое каротажное зондирование (БКЗ): прямые задачи БКЗ и методы их решения. Боковой каротаж (БК). Каротаж микроустановками. /Лек/	5	2	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
3.2	Литологическое расчленение разрезов скважин по результатам каротажа КС /Лаб/	5	4	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
3.3	Сравнительный анализ электрических методов каротажа. Преимущества, недостатки /СР/	5	10	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
	<b>Раздел 4. Электромагнитные методы каротажа</b>						
4.1	Физические основы и принцип измерения. Волновое число. Поле магнитного диполя. Индукционный каротаж (ИК). Каротаж магнитной восприимчивости КМВ. Диелектрический волновой каротаж (ДВК) и волновой каротаж проводимости (ВКП). Электромагнитные зондирования: индукционное боковое каротажное зондирование (ИБКЗ) и высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование (ВИКИЗ). /Лек/	5	2	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
4.2	Калибровка индукционного резистивиметра /Лаб/	5	2	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
	<b>Раздел 5. Радиометрические и ядерно-физические методы</b>						
5.1	Взаимодействие гамма излучения и нейтронов с веществом, основные константы и параметры. Методы гамма - активности : гамма-каротаж (ГК) и спектральный гамма-каротаж (СГК). методы нейтронного каротажа /Лек/	5	4	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
5.2	Оценка глинистости коллектора по данным гамма-каротажа ГК /Лаб/	5	2	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
5.3	Метрологическое обеспечение (мощность дозы и условные единицы) и специфические особенности методики при регистрации скорости счета импульсов. /СР/	5	10	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
	<b>Раздел 6. Акустические методы</b>						
6.1	Физические основы. Каротаж по скорости, по затуханию, с регистрацией полной волновой картины и фазокорреляционной диаграммы. /Лек/	5	2	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
6.2	Оценка пористости коллектора по данным акустического каротажа /Лаб/	5	2	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
	<b>Раздел 7. Другие методы исследования и работ в скважинах</b>						

7.1	Измерение кривизны траектории, температуры, диаметра скважины и наклона пластов, опробование пластов, расходомерия, прихватоопределители, перфорирование и торпедирование /Лек/	5	2	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
7.2	Калибровка инклинометра и каверномера /Лаб/	5	2	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
	<b>Раздел 8. Методы, использующие технологию бурения в процессе проходки скважины</b>						
8.1	Механический каротаж, каротаж энергоемкости, фильтрационный каротаж, газовый каротаж /Лек/	5	2	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4	0	
8.2	Исследования прочностных, коллекторских и других свойств горных пород в процессе бурения скважин /СР/	5	2	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4	0	
	<b>Раздел 9. Комплексирование методов ГИС при подсчете запасов в гидрогеологии и нефтегазовой геологии</b>						
9.1	Фильтрационно-емкостные свойства пластов-коллекторов. Основные геофизические параметры и их связь с фильтрационно-емкостными свойствами. Обоснование и выбор петрофизических моделей. Выбор необходимых геофизических методов и обоснование оптимального комплекса ГИС. Комплексная геологическая интерпретация, литологическое разделение разреза, выделение коллекторов, покрышек и водоупоров, определение фильтрационно-емкостных свойств и характера насыщенности. Сводная интерпретация и подсчет запасов. /Лек/	5	4	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
9.2	Оценка пористости коллектора по данным электрического каротажа (КС, ИК, БК), гамма- и нейтронного каротажа /Лаб/	5	4	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3	0	
	<b>Раздел 10. Контроль за разработкой месторождений нефти и газа</b>						
10.1	Выделение работающих интервалов, моделирование месторождений в процессе разработки. /Лек/	5	2	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3	0	
10.2	Определение нефтегазонасыщенности коллектора /Лаб/	5	4	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3	0	
	<b>Раздел 11. Геофизические технологии исследований наклонно-направленных и горизонтальных скважин</b>						
11.1	"Горизонталь", "Горизонт" и др. Особенности интерпретации данных ГИС. /Лек/	5	2	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
11.2	Влияние пространственного взаиморасположения пласта и скважины Анизотропия свойств. /СР/	5	2	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
	<b>Раздел 12. Геофизические исследования угольных и рудных скважин</b>						

12.1	Измерительные комплексы, особенности измерений, интерпретация. /Лек/	5	2	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3	0	
12.2	Оценка зольности углей и горючих сланцев методами ГИС /СР/	5	8,65	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
	<b>Раздел 13. Применение ГИС при решении различных геологических и технических задач</b>						
13.1	Изучение межскважинного пространства, решение пространственных задач /Лек/	5	2	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
13.2	Литологическое расчленение разрезов скважин /Лаб/	5	8	ОПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3	0	
13.3	Консультации, экзамен /ИВКР/	5	2,35	ОПК-6		0	

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

1. Скважина как объект исследования и условия проведения работ.
2. Техника проведения геофизических работ, оборудование и аппаратура (основные функциональные блоки).
3. Электрохимические потенциалы, их природа и методы.
4. Метод ПС. Схема измерения, обработка и решаемые задачи.
5. Принципы расчета кривых ПС над пластом.
6. Метод КС. Регистрация кривой КС, масштаб записи.
7. Зонды КС. Форма кривых.
8. Принципы расчета кривых КС. Метод зеркальных отображений.
9. Токовый каротаж.
10. Боковое каротажное зондирование (БКЗ).
11. Решение прямой задачи БКЗ (Фок - Стефанеску).
12. Палетки БКЗ. Фактически кривые зондирования, их интерпретация.
13. Палетки МКЗ. Фактически кривые зондирования, их интерпретация.
14. Эквивалентность в БКЗ при повышающем и понижающем проникновении.
15. Аппаратура и методика регистрации кривых КС и БКЗ.
16. Боковой каротаж. Принципы фокусировки.
17. Семизлектродный и девятиэлектродный БК,
18. Трехэлектродный БК.
19. Форма кривых БК, их обработка и интерпретация. Псевдогеометрический фактор.
20. Каротаж мнкрозондами. .
21. Волновое число, его значения в области диэлектрического и индукционного каротажа.
22. Сводный геолого-геофизический разрез и корреляция разрезов скважин.
23. Классификация методов ГИС и решаемых ими задач.
24. Электромагнитные методы исследования скважин. Физические и теоретические основы
25. Индукционный каротаж. Виды зондов.
26. Понятие геометрического фактора по Доллю.
27. Пространственные характеристики индукционных зондов ( градуировочные, радиальные и вертикальные характеристики, кривые формы).
28. Магнитный каротаж. Виды зондов и их характеристики.
29. Диэлектрический волновой каротаж (ДВК) и волновой каротаж проводимости (ВКП).
30. Взаимодействие гамма-излучения с веществом. Виды гамма-каротажа и решаемые ими задачи.
31. Обычный и спектрометрический гамма-каротаж.
32. Плотностная и селективная модификации гамма-гамма каротажа.
33. Взаимодействие нейтронов с веществом. Нейтронные характеристики. Виды нейтронного каротажа и решаемые ими задачи.
34. ННКнт в стационарной и импульсной модификациях
35. ННКт в стационарной и импульсной модификациях.
36. НТК в стационарной и импульсной модификациях.
37. Метрология, методика проведения работ и интерпретация радиометрических и ядерно-физических методов каротажа.
38. Акустический каротаж. Модификации по скорости, затуханию и с регистрацией полной волновой картины.
39. Исследование скважин в процессе бурения. Механический каротаж, каротаж энергоемкости, фильтрационный каротаж, газовый каротаж и шламметрия.
40. Виды каротажа при сооружении и контроле технического состояния, а также эксплуатации скважин. Резистивметрия, термометрия, кавернометрия, инклиннометрия, расходомерия, пробоотбор, прострелочные работы и работы при ликвидации аварий.
41. Петрофизические модели как основа для подсчета запасов по данным ГИС и способы их построения.
42. УЭС горных пород и его связь с фильтрационно-емкостными свойствами при интерпретации.

43. Основные подходы при обосновании и выборе необходимого комплекса методов ГИС в открытом стволе и в оборудованных скважинах.
<b>5.2. Темы письменных работ</b>
не предусмотрены
<b>5.3. Оценочные средства</b>
Рабочая программа дисциплины "Геофизические исследования скважин" обеспечена оценочными средствами для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, включающими контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации, критерии оценивания учебной деятельности обучающихся, примеры заданий для лабораторных занятий, билеты для проведения промежуточной аттестации. Все оценочные средства представлены в Приложении 1.
<b>5.4. Перечень видов оценочных средств</b>
Оценочные средства разработаны для всех видов учебной деятельности студента – лекций, лабораторных занятий, самостоятельной работы и промежуточной аттестации. Оценочные средства представлены в виде: - средств текущего контроля: собеседование при сдаче отчетов по лабораторным занятиям, дискуссии по теме; - средств итогового контроля – промежуточной аттестации: экзамена в 5 семестре.

<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>			
<b>6.1. Рекомендуемая литература</b>			
<b>6.1.1. Основная литература</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Горбачев Ю. И.	Геофизические исследования скважин	М.: Недра, 1990
Л1.2	Зинченко В. С., Козак Н. М.	Основы геофизических методов исследований	М.: ЦИТ-М, 2005
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Зинченко В. С.	Петрофизические основы гидрогеологической и инженерно-геологической интерпретации геофизических данных: учебное пособие	М.-Тверь: АИС, 2005
Л2.2	Латышова М. Г., Мартьянов В. Г., Соколова Т. Ф.	Практическое руководство по интерпретации данных ГИС	М.: Недра-Бизнесцентр, 2007
Л2.3	Мараев И. А.	Комплексная интерпретация результатов геофизических исследований скважин [Электронный ресурс МГРИ]: учебное пособие	М.: МГРИ-РГГРУ, 2014
Л2.4	Боганик В. Н.	ГТИ. Геолого-технологические исследования нефтяных и газовых скважин [Электронный ресурс МГРИ]: учебное пособие	М.: МГРИ-РГГРУ, 2018
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>			
6.3.1.1	Petrel	Программное обеспечение «от сейсмики до разработки» предлагает пользователям интегрированные рабочие процессы для коллективной работы, объединяющие в единую технологическую цепочку геофизику, геологию и разработку месторождений, и открывающие путь к описанию резервуаров в режиме реального времени.	
6.3.1.2	AutoCorr	Программа «AutoCorr» решает задачи корреляции разрезов скважин в автоматическом и интерактивном режимах, геологического моделирования залежей, подсчета запасов УВ и создания геологической основы для проектирования разработки.	
6.3.1.3	Geoplat Pro-S	Программный пакет геолого-геофизической интерпретации двумерных и трехмерных сейсмических данных. Программный комплекс обеспечивает решение всех необходимых задач кинематической и динамической интерпретации.	
6.3.1.4	Windows 10		
6.3.1.5	Office Professional Plus 2016		
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>			
6.3.2.1	Электронно-библиотечная система «Книжный Дом Университета» ("БиблиоТех")		
6.3.2.2	Электронно-библиотечная система "Лань" Доступ к коллекциям электронных изданий ЭБС "Издательство "Лань"		
6.3.2.3	База данных научных электронных журналов "eLibrary"		

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>			
Аудитория	Назначение	Оснащение	Вид

6-38	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	60 посадочных мест; стул преподавательский - 2 шт.; доска меловая - 1 шт.;Экран настенный -1шт.	Лек
6-38	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	60 посадочных мест; стул преподавательский - 2 шт.; доска меловая - 1 шт.;Экран настенный -1шт.	Лек
6-38	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	60 посадочных мест; стул преподавательский - 2 шт.; доска меловая - 1 шт.;Экран настенный -1шт.	Лек

#### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания по изучению дисциплины «Геофизические исследования скважин» представлены в Приложении 2 и включают в себя:

1. Методические указания для обучающихся по организации учебной деятельности.
2. Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся.
3. Методические указания по организации процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.