

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ИШПР

Гусева Н.В.

«30» июня 2020г.

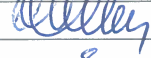
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Геофизические исследования скважин			
Направление подготов- ки/ специальность	21.04.01 Нефтегазовое дело		
Образовательная про- грамма (направленность (профиль))	Petroleum Engineering / Нефтегазовый инжиниринг		
Специализация	Petroleum Engineering / Нефтегазовый инжиниринг		
Уровень образования	высшее образование – магистратура		
Курс	1	семестр	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	4		
Виды учебной деятель- ности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч			96
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			курсовой проект
ИТОГО, ч			144

Вид промежуточной ат-
тестации

Экзамен, дифференцированный зачет	Обеспечивающее подразделение	ОНД
---	---------------------------------	-----

И.о. заведующего кафедр-
ой -руководителя ОНД
на правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	И.А. Мельник
	О.С. Чернова
	В.П. Меркулов

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-3	Способен использовать профессиональные программные комплексы в области математического и геолого-геофизического моделирования технологических процессов и объектов	И.ПК(У)-3.1	Использует профессиональные программные комплексы в области математического и геолого-геофизического моделирования технологических процессов и объектов	ПК(У)-3.131	Знает основные (наиболее распространенные) профессиональные программные комплексы в области математического и геолого-геофизического моделирования технологических процессов и объектов
				ПК(У)-3.1У1	Умеет анализировать показатели работы оборудования; планировать, организовывать, проводить и координировать работу по прогнозу технического состояния и разработке мероприятий по снижению эксплуатационных рисков
				ПК(У)-3.1В1	Владеет навыками работы с пакетами программ, позволяющих проводить математическое и геолого-геофизическое моделирование основных технологических процессов и технологий, применяемых при освоении месторождений, в том числе на континентальном шельфе
ПК(У)-8	Способен подготавливать предложения по дополнительным геолого-промысловым исследованиям для эффективной работы промысла	И.ПК(У)-8.1	Подготавливает предложения по дополнительным геолого-промысловым исследованиям для эффективной работы промысла	ПК(У)-8.131	Знает геолого-промысловую характеристику месторождения и объектов разработки, особенности распределения углеводородных запасов по отдельным залежам, технологии и методики проведения геолого-промысловых исследований
				ПК(У)-8.1У1	Умеет анализировать геолого-промысловую информацию, внедрять достижения науки и техники в области промысловой геологии в производственный процесс

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
				ПК(У)-8.1В1	Владеет навыками выбора дополнительных объектов разработки и эксплуатации на месторождении, подготовки плана геолого-промысловых исследований на новых объектах
ПК(У)-9	Способен разрабатывать перспективные планы в области обработки и интерпретации скважинных геофизических данных, руководить производственно-технологическим процессом обработки и интерпретации скважинных и полевых геофизических данных	И.ПК(У)-9.1	Разрабатывает перспективные планы в области обработки и интерпретации скважинных и полевых геофизических данных	ПК(У)-9.131	Знает методики и методы оценки геолого-геофизической изученности объекта, методы анализа, обобщения, оценки, комплексирования геологической, геофизической, геохимической, литологической информации
				ПК(У)-9.1У1	Умеет применять на практике методы анализа, обобщения и комплексирования разнородной геологической, геофизической, геохимической, литологической информации, оценивать состояние геолого-геофизической изученности объекта, оценивать перспективы развития минерально-сырьевой базы района работ
				ПК(У)-9.1В1	Владеет навыками анализа геолого-геофизической, петрофизической, литологической и геохимической изученности района работ, состояния и перспектив развития минерально-сырьевой базы, мониторинга состояния геолого-геофизической изученности объекта
		И.ПК(У)-9.2	Руководит производственно-технологическим процессом обработки и интерпретации скважинных и полевых геофизических данных	ПК(У)-9.232	Знает теоретические, методические и алгоритмические основы обработки и интерпретации методов геофизических исследований скважин, геологию и смежные специальности (бурение, разработка нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений),

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					достижения фундаментальных наук при исследовании процессов преобразования промыслово-геофизической информации
				ПК(У)-9.2У2	Умеет оценивать информативность и ограничения методов геофизических исследований скважин, использовать методы обработки и интерпретации скважинных геофизических данных, учитывать риски при интерпретационных работах по сложнопостроенным объектам
				ПК(У)-9.2В2	Владеет методами анализа интерпретационных работ по сложнопостроенным объектам

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1, учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Владеть навыками анализа геолого-геофизической, петрофизической, литологической и геохимической изученности района работ, состояния и перспектив развития минерально-сырьевой базы, мониторинга состояния геолого-геофизической изученности объекта. Использует профессиональные программные комплексы в области математического и геолого-геофизического моделирования технологических процессов и объектов	И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-9.1
РД-2	Знать геолого-промысловую характеристику месторождения и объектов разработки, особенности распределения углеводородных запасов по отдельным залежам, технологии и методики проведения геолого-промысловых исследований	И.ПК(У)-8.1
РД-3	Владеть навыками анализа геолого-геофизической, петрофизической, литологической и геохимической изученности района работ, состояния и перспектив развития минерально-сырьевой базы, мониторинга состояния геолого-геофизической изученности объекта	И.ПК(У)-9.1 И.ПК(У)-9.2
РД-4	Разрабатывать перспективные планы в области обработки и интерпретации скважинных геофизических данных, руководить производственно-технологическим процессом обработки и интерпретации скважинных и полевых геофизических данных	И.ПК(У)-9.1 И.ПК(У)-9.2

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Фундаментальные свойства минералов и горных пород	РД-1	Лекции	4
		Лабораторные занятия	4
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	24
Раздел (модуль) 2. Методы литологических исследований разрезов скважин	РД-2 РД-3	Лекции	4
		Лабораторные занятия	4
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	24
Раздел (модуль) 3. Методы определения пористости и насыщенности горных пород	РД-2 РД-3	Лекции	4
		Лабораторные занятия	4
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	24
Раздел (модуль) 4. Интерпретация данных геофизических исследований скважин	РД-1 РД-4	Лекции	4
		Лабораторные занятия	4
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	24

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Фундаментальные свойства минералов и горных пород

Влияние химического и минералогического состава горных пород на результаты геофизических исследований скважин и лабораторного изучения керна. Петрофизическая характеристика основных минералов (кварц, полевые шпаты, карбонаты, сульфаты, окислы и сульфиды железа, слюды, битумы). Петрофизическая характеристика глинистых минералов (каолинит, хлорит, иллит, смектит). Способы определения пористости. Общая и эффективная пористость. Основные факторы, влияющие на пористость горных пород (упаковка кристаллического скелета, сортировка частиц, форма частиц). Трещиноватость горных пород. Вторичная пористость и процессы, ее обуславливающие. Проницаемость горных пород. Уравнение Дарси. Граничные условия уравнения Дарси. Факторы, определяющие изменение проницаемости (упаковка кристаллического скелета, сортировка частиц, форма частиц, размер зерен, форма порового пространства и т.д.). Связь пористости и проницаемости. Вертикальная и горизонтальная проницаемость. Тензорная характеристика проницаемости. Насыщение. Насыщение пористых сред. Водно-, нефте- и газонасыщенность горных пород. Факторы, определяющие величину насыщения.

Темы лекций:

1. Фильтрационно-емкостные свойства пород коллекторов нефти и газа
2. Петрофизическое обоснование интерпретации данных геофизических исследований скважин

Темы практических занятий

1. Анализ данные фильтрационно-емкостных свойств осадочных горных пород продуктивного горизонта Ю-1 (месторождение «Х»)
2. Анализ данные петрофизических исследований керна скважин по месторождению «Х»

Названия лабораторных работ

1. Создание петрофизического обоснования интерпретации данных ГИС

Раздел 2. Методы литологических исследований разрезов скважин

Гамма каротаж. Естественные радионуклиды, их распределение в горных породах, спектры гамма-активности. Способы регистрации естественной гамма-активности. Гамма-спектрометрические исследования. Особенности устройства скважинных приборов. Газоразрядные и сцинтилляционные датчики. Калибровка скважинной аппаратуры. Применение гамма методов для расчленения разрезов скважин, глинистости горных пород.

Каротаж самопроизвольной поляризации. Теоретические основы метода ПС. Диффузионно-адсорбционные, фильтрационные и окислительно-восстановительные потенциалы и причины их возникновения. Электрохимическая активность горных пород. Способы измерения поля ПС. Типичные кривые метода ПС и зависимость их от условий залегания, электрических свойств пород. Применение метода ПС для расчленения разрезов скважин и глинистости пород. Влияние скважинных условий на результаты измерения поля ПС.

Темы лекций:

3. Метод полей самопроизвольной поляризации
4. Метод гамма каротажа скважин

Темы практических занятий

3. Литологическое расчленение разреза по кривым ГК, ПС
4. Определение глинистости по кривым ГК и ПС

Названия лабораторных работ

2. Создание литолого-петрофизического разреза по данным ГИС

Раздел 3. Методы определения пористости и насыщенности горных пород

Акустический каротаж. Возбуждение упругих волн. Продольные и поперечные волны в скважинах. Волны Стоунли. Особенности устройства и типы зондов акустического каротажа. Вычисление пористости горных пород по времени пробега упругих волн. Формула Уилли. Влияние различных факторов на результаты определения пористости. Поправочные коэффициенты. Уравнение Раймера-Ханта-Гарднера.

Гамма-гамма методы. Теоретические основы методов гамма-гамма каротажа. Взаимодействие гамма квантов с веществом горных пород. Комптоновское рассеяние и фотоэлектрический эффект. Плотностной и селективный гамма-гамма каротаж. Особенности устройства зондов гамма-гамма каротажа. Определение пористости по данным измерений плотности горных пород. Влияние плотности скелета и флюидов на точность определения пористости. *Нейтронные методы.* Теоретические основы взаимодействия нейтронов с горными породами. Замедление и поглощение

нейтронов. Надтепловые и тепловые нейтроны. Влияние концентрации водорода и хлора на поглощение и замедление нейтронов. Особенности устройства зондов нейтронных методов. Калибровка скважинных приборов. Определение пористости по данным нейтронных методов. Искажающие эффекты. Методы геохимических исследований. *Электрические методы*. Теоретические основы метода сопротивлений. Типы зондов и кривые кажущегося электрического сопротивления. Методы фокусировки тока. Фокусированные зонды. Влияние скважинных условий на результаты метода. Микрозонды (обычные и фокусированные). *Индукционный метод*. Проводимость горных пород. Влияние скважинных условий на данные индукционного метода.

Темы лекций:

5. Акустический плотностной и нейтронный каротажи скважин
6. Электрические методы каротажа скважин

Темы практических занятий

5. Определение пористости по данным АК, ГТК-П и НК
6. Определение насыщенности по кривым электрического каротажа

Названия лабораторных работ

3. Анализ петрофизических характеристик по продуктивным скважинам и создание петрофизической модели пласта

Раздел 4. Интерпретация данных геофизических исследований скважин

Литологическое расчленение разреза скважин и определение пористости по комплексным геофизическим данным. Коррекция общей пористости за влияние глинистости, определение эффективной пористости. Определение литотипов горных пород с использованием номограмм и зависимостей фирмы Шлюмберже. *Определение истинных сопротивлений и водонасыщения* горных пород по методу ПС, методу отношений и сопротивлений. Определение водонасыщенности электрическими методами. Определение глинистости горных пород. Модели глинистых сред. Коррекция показаний пористости за глинистость пород. Прогнозирование проницаемости горных пород по геофизическим данным. Модели проницаемых сред. Тестирование пластов.

Темы лекций:

7. Комплексная оперативная интерпретация данных геофизических исследований скважин

Темы практических занятий

7. Комплексное литологическое расчленение разреза скважин по секторной модели
8. Анализ карбонатности, водо- и нефтенасыщенности пород по данным ГИС

Названия лабораторных работ:

4. Комплексная оперативная интерпретация данных геофизических исследований скважин: выделение коллекторов и определение их фильтрационно-емкостных свойств

5. Организация самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;

- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным работам, к семинарским занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.

Подготовка курсового проекта и детали работы

При самостоятельной работе студента и непосредственных консультаций с научным руководителем (преподавателем, обеспечивающим процесс обучения по дисциплине) вырабатывается план выполнения курсового проекта с детализацией круга проблем, представляющих научное и прикладное значение для геофизического изучения геологического строения месторождений нефти и газа методами сейсморазведки.

В проекте предусматривается интерпретационная часть, связанная с расчленением разреза скважины, выделением коллекторов и определением фильтрационно-емкостных свойств для конкретного месторождения Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (по заданию преподавателя) и специальная часть с углубленным рассмотрением отдельных вопросов теории и практики геофизических исследований скважин

Темы специальных частей проектов:

1. Методы электрического сканирования скважины при решении геологических задач
2. Метод БКЗ при решении геологических задач в скважинах
3. Метод ядерного магнитного резонанса при исследовании скважин
4. Широкополосный акустический каротаж скважин. Физические основы, технология регистрации и область применения
5. Термометрия скважин. Теоретические основы, область применения при исследовании обсаженных скважин
6. Метод радиоактивных изотопов (меченых атомов) при исследовании обсаженных скважин
7. Инклинометрия скважин. Теория метода, применяемая технология, устройство приборов
8. Исследование качества цементирования скважины методом рассеянного гамма излучения
9. Исследование качества цементирования скважины акустическим методом
10. Геофизические методы оценки технического состояния обсадной колонны
11. Расходомерия скважин
12. Кавернометрия и профилометрия скважин
13. Геофизические методы изучения состава притока флюидов в обсаженной скважине
14. Импульсный нейтрон-нейтронный каротаж обсаженных скважин
15. Метод ВИКИЗ при решении геологических задач.
16. Задачи, методика и технология прострелочно-взрывных работ в скважинах

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Ильина, Галина Фёдоровна. Промысловая геофизика: учебное пособие [Электронный ресурс] / Г. Ф. Ильина; Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 3 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Систем-

- ные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m121.pdf> (контент) (дата обращения: 17.06.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный (контент)
2. Геофизические исследования скважин [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / НИ ТПУ, ИПР; сост. Ф.А. Бурков, сост. В.И. Исаев. — 1 компьютерный файл (pdf; 2.4 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m048.pdf> (контент) (дата обращения: 17.06.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.
3. Меркулов, Виталий Павлович. Геофизические исследования скважин: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. П. Меркулов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 6.7 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2016. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/m085.pdf> (контент) (дата обращения: 17.06.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный (контент)

Дополнительная литература:

1. Геофизические исследования скважин. Справочник мастера по промысловой геофизике [Электронный ресурс]; Под общ. ред. Мартынов В.Г., Лазуткина Н.Е., Хохлова М.С. — Вологда: Инфра-Инженерия, 2009. — 960 с. — Книга из коллекции Инфра-Инженерия - Инженерно-технические науки.. — ISBN 978-5-9729-0022-0. Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65070 (контент) (дата обращения: 17.06.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/65070.jpg> (миниатюра)
2. Латышева, Мария Геннадьевна. Обработка и интерпретация материалов геофизических исследований скважин: учебник для техникумов / М. Г. Латышова, Б. Ю. Вендельштейн, В. П. Тузов. — 2-е изд., перераб и доп. — Москва: Недра, 1990. — 312 с.: ил. — Библиогр.: с. 308-309. — Текст: непосредственный
3. Меркулов, Виталий Павлович. Геофизические исследования скважин: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. П. Меркулов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 5.02 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m83.pdf> (контент) (дата обращения: 17.06.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

- Информационно-справочных система «Кодекс» - <http://kodeks.lib.tpu.ru/>
- Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
- Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>
- Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
- Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>

- Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. LibreOffice;
2. tNavigator;
3. Schlumberger (Petrel, Eclipse, Techlog);
4. Webex Meetings;
5. Google Chrome;
6. Zoom.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Компьютер - 13 шт.; Проектор - 1 шт.; Экран 180*180 – 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 24 посадочных мест; WinDjView, Acrobat Reader DC, Chrome, LibreOffice, Webex Meetings, Zoom. Corel Draw X5, tNavigator, Schlumberger (Petrel, Eclipse, Techlog, Pipesim), Roxar (Tempest, RMS), WellFlo, Pansys, SubPUMP, FracPro_2019	634034, Томская область, г. Томск, Советская улица, д. 73, стр. 1, 240

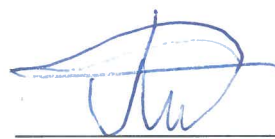
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Petroleum Engineering / Нефтегазовый инжиниринг» по специализации «Petroleum Engineering / Нефтегазовый инжиниринг» направления 21.04.01 «Нефтегазовое дело» (прием 2019 г., очная форма).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОНД, к.г.-м.н.		Меркулов В.П.
Доцент ОНД, к.г.-м.н.		Коровин М.О.

Программа одобрена на заседании Отделения нефтегазового дела (протокол от «25» июня 2019 г. №15).

Руководитель выпускающего отделения
И.о. заведующего кафедрой – руководителя ОНД
на правах кафедры, д.г.-м.н, профессор



/Мельник И.А./

подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения нефтегазового дела ИШ ПР НИ ТПУ (протокол)
2020/2021 учебный год	1. Актуализировано содержание раздела «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины». 2. Обновлено содержание программы (перечень практических и лабораторных занятий). 3. Обновлено программное обеспечение. 4. Обновлен список профессиональных баз данных и информационно-справочных систем. 5. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС.	От « 26 » июня 2020 г., протокол № 25