

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ИППР

Гусева Н.В.

«30» июня 2020г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Сейсморазведка месторождений нефти и газа			
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	1
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятель- ности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	-	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	32	
Самостоятельная работа, ч			76
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			курсовой проект
ИТОГО, ч			108

Вид промежуточной ат-
тестации

**Экзамен
дифференцированный
зачет**

Обеспечивающее
подразделение

ОНД

И.о. заведующего кафед-
рой -руководителя ОНД
на правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

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

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
ОПК(У)-1	Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи на основе фундаментальных знаний в нефтегазовой области	И.ОПК(У)-1.2	Использует фундаментальные знания профессиональной деятельности для решения конкретных задач нефтегазового производства	ОПК(У)-1.232	Знает основные профессиональные программные комплексы в области математического моделирования технологических процессов и объектов добычи углеводородного сырья
				ОПК(У)-1.2У2	Умеет применять математические, естественнонаучные и общетеchnические знания в профессиональной деятельности
				ОПК(У)-1.2В2	Владеет опытом разработки физических, математических и компьютерных моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к добыче углеводородного сырья
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

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					месторождений, в том числе на континентальном шельфе
ПК(У)-4	Способен анализировать и обобщать данные о работе технологического оборудования, осуществлять контроль, техническое сопровождение и управление технологическими процессами в нефтегазовом инжиниринге	И.ПК(У)-4.1	Анализирует и обобщает данные о работе технологического оборудования, осуществлять контроль, техническое сопровождение и управление технологическими процессами в нефтегазовом инжиниринге	ПК(У)-4.131	Знает на профессиональном уровне особенности работы различных типов технологических установок, применяемых в нефтегазовом инжиниринге
				ПК(У)-4.1У1	Умеет анализировать и определять преимущества и недостатки применяемого технологического оборудования в РФ и за рубежом
				ПК(У)-4.1В1	Владеет навыками интерпретации данных работы оборудования, технических устройств в нефтегазовом инжиниринге

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		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Знать место учебной дисциплины «Сейсморазведка» в комплексе профессиональных и специальных дисциплин, ее значение для повышения эффективности геологоразведочного дела, обеспечения минерально-сырьевой базы России. Использовать знания, законы и современные технологии сейсморазведочных работ в профессиональной деятельности	И.ОПК(У)-1.2
РД 2	Уметь проектировать сейсморазведочные работы с использованием современных технологий и анализировать результаты полевых сейсморазведочных работ. Уметь представлять результаты обработки в удобном виде для проведения их геологической интерпретации. Выполнять собственные анимации результатов, составлять отчеты по работам.	И.ПК(У)-3.1
РД 3	Уметь проводить геологическую интерпретацию результатов обработки сейсморазведочных данных. Освоить современные программные продукты.	И.ПК(У)-4.1

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. Физические и геологические основы сейсморазведки	РД1	Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	18
Раздел (модуль) 2. Методика и технологии сейсморазведочных работ. Технические средства сейсморазведки	РД2	Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	36
Раздел (модуль) 3. Обработка и интерпретация сейсморазведочных данных	РД2 РД3	Лекции	8
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	22

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Физические и геологические основы сейсморазведки. Кинематика сейсмических волн.

Основы теории упругости. Упругие деформации. Упругие напряжения. Закон Гука. Волновое уравнение. Продольная и поперечная волны. Сферические волны и их источники. Плоские волны. Интеграл Кирхгофа. Зоны Френеля. Принципы Гюйгенса-Френеля и Ферма. Геометрическая сейсмика. Волны в поглощающих средах. Отражение и преломление плоских волн на плоской границе раздела.

Понятие о головных волнах. Многослойная среда, толстые слои, тонкие слои. Градиентные и анизотропные среды. Поверхностные сейсмические волны. Общие сведения о скоростях распространения упругих волн. Сейсмические границы. Поглощение и рассеяние волн. Влияние особых условий залегания пород. Модели геологических сред.

Интегральные характеристики сейсмических сред. Основные методы сейсморазведки. Полезные волны и помехи. Сейсмограмма и её элементы, годографы сейсмических волн. Годографы сейсмических волн в двухслойной среде. Годографы сейсмических волн в многослойных средах. Годографы сейсмических волн в градиентных средах.

Темы лекций:

1. Введение. Сейсмические волны в безграничной среде. Сейсмические волны в неоднородных средах.
2. Сейсмограмма и её элементы, годографы сейсмических волн. Годографы сейсмических волн в двухслойной среде. Годографы сейсмических волн в многослойных и градиент-

ных средах.

Темы лабораторных работ:

1. Расчет и построение годографов общего пункта возбуждения отраженных волн.
2. Обработка данных микросейсмокаротажа скважин – МСК, определение пластовых и средних скоростей.

Раздел 2. Методика и технология сейсморазведочных работ. Технические средства сейсморазведки.

Системы наблюдений в сейсморазведке. Общая характеристика систем наблюдений. Типы систем наблюдений. Изображение систем наблюдений. Системы наблюдения МОГТ-2D. Выбор параметров системы наблюдений МОГТ 2D. Сети наблюдений в 2D сейсморазведке. Системы наблюдений МОГТ – 3D. Преимущества МОГТ – 3D съемок перед двухмерными.

Основные исходные понятия трехмерных съемок. Пример системы наблюдения МОГТ - 3D. Проектирование 3D съемок. Анализ результатов проектирования 3D съемок. Современные типы наземных 3D съемок. Классификация технических средств. Основы цифровой регистрации сейсмических сигналов. Сейсморазведочные станции. Сейсмоприемники. Источники сейсмических сигналов.

Темы лекций:

1. Системы наблюдений в сейсморазведке. Общая характеристика систем наблюдений. Типы систем наблюдений. Изображение систем наблюдений. Сети наблюдений в сейсморазведке.
2. Системы наблюдения МОГТ-2D и 3D. Выбор параметров системы наблюдений МОГТ 2D и 3D. Технические средства сейсморазведки

Названия лабораторных работ:

1. Расчет параметров систем наблюдения ОГТ – 2D.
2. Расчет параметров систем наблюдения ОГТ – 3D.

Раздел 3. Обработка и интерпретация сейсморазведочных данных.

Особенности обработки сейсмических данных. Общая схема решения обратных задач сейсморазведки. Цели и стадии цифровой обработки сейсмических записей. Понятие о последовательности выполнения процедур обработки. Основные начальные процедуры обработки сейсмической информации. Расчет и коррекция статических поправок. Расчет кинематических поправок. Коррекция кинематических поправок. Скоростной анализ.

Модификация амплитуд сейсмических трасс. Нормировка амплитуд. Коррекция амплитуд. Регулировка амплитуд. Фильтрация сейсмических колебаний. Общие понятия о фильтрации сейсмических колебаний. Классификация основных видов фильтрации. Фильтрация в области времен и в области частот. Одноканальные согласованные фильтры. Одноканальные оптимальные фильтры. Деконволюция. Многоканальные фильтры.

Миграционные преобразования сейсмических записей. Общие понятия о миграционных преобразованиях. Дифракционные способы миграции (миграция по Кирхгофу). Сейсмическое изображение геологических сред. Цвет и его роль в сейсмических изображениях. Основные виды изображений результатов обработки данных сейсморазведки. Основная обработка данных продольного ВСП. Основная обработка непродольного ВСП. Кинематическая интерпретация. Прослеживание и стратификация сейсмических границ.

Выявление разрывных нарушений. Составление и анализ сейсмических карт и схем. Точность и разрешающая способность сейсморазведки. Динамическая интерпретация. Связь между геологическим строением осадочных толщ и динамическими параметрами отражений. Качественная интерпретация амплитуд сейсмических сигналов. Количественная интерпретация амплитуд сейсмических сигналов. Псевдоакустический каротаж (ПАК). Анализ зависимости амплитуды отраженной волны от величины удаления «источник – приемник». Сейсмическая стратиграфия. Сейсмический комплекс. Сейсмическая фация. Структурные палеореконструкции.

Темы лекций:

1. Цели и стадии цифровой обработки сейсмических записей. Понятие о последовательности выполнения процедур обработки. Основные начальные процедуры обработки сейсмической информации. Расчет и коррекция статических поправок. Расчет кинематических поправок. Коррекция кинематических поправок. Скоростной анализ
2. Фильтрация сейсмических колебаний. Общие понятия о фильтрации сейсмических колебаний. Фильтрация в области времен и в области частот. Одноканальные согласованные фильтры. Одноканальные оптимальные фильтры. Деконволюция. Многоканальные фильтры
3. Кинематическая интерпретация. Прослеживание и стратификация сейсмических границ. Выявление разрывных нарушений. Составление и анализ сейсмических карт и схем. Точность и разрешающая способность сейсморазведки.
4. Динамическая интерпретация. Связь между геологическим строением осадочных толщ и динамическими параметрами отражений. Качественная интерпретация амплитуд сейсмических сигналов

Названия лабораторных работ:

1. Сейсмическая обрабатывающая система SPS-PC. Работа в пакете SPS-PC
2. Обработка результатов съемки 2D. Препроцессинг. Обработка сейсмограмм.
3. Получение и обработка временных разрезов.
4. Кинематическая и геологическая интерпретация сейсмических данных в ПО Petrel

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 обучение 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 геолого-методическая часть, связан-

ная с расчетом необходимых параметров систем наблюдений сейсморазведки 2D или 3D для изучения конкретного месторождения Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (по заданию преподавателя) и специальная часть с углубленным рассмотрением отдельных вопросов теории и практики сейсморазведочных исследований.

Темы специальных частей проектов:

1. Технология применения пространственных систем наблюдений в сейсморазведке.
2. Атрибуты отраженных сейсмических волн, их определение и использование при прогнозировании геологического разреза.
3. Преобразование Гильберта сейсмических записей и его использование в процедурах интерпретации
4. Методы инверсии сейсмических данных и использование при решении задач интерпретации сейсмических данных
5. Скоростной анализ данных сейсморазведки методом ОГТ.
6. Сейсмофациальный анализ данных сейсморазведки методом отраженных волн и его информативность.
7. Способы коррекции кинематических поправок при обработке данных сейсморазведки
8. Преобразование амплитуд сейсмических записей при обработке.
9. Деконволюция сейсмических записей
10. Процедура AVO и ее использование для решения геологических задач.
11. Геологическая информативность вертикального сейсмического профилирования
12. Применение взрывных источников при возбуждении сейсмических волн
13. Сейсмические вибраторы и особенности их применения
14. Двумерная фильтрация сейсмических записей
15. Линейные частотные фильтры и область их применения при обработке данных сейсморазведки
16. Группирование сейсмоприемников и источников при проведении полевых сейсморазведочных работ

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Номоконова, Галина Георгиевна. Петрофизика коллекторов нефти и газа: учебное пособие [Электронный ресурс] / Г. Г. Номоконова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.6 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m191.pdf> (контент) (дата обращения: 17.06.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.
2. Резяпов, Гумер Ибрагимович. Сейсморазведка: учебное пособие [Электронный ресурс] / Г. И. Резяпов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра геофизики (ГЕОФ). — 1 компьютерный файл (pdf; 27.7 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m130.pdf> (контент) (дата обращения: 17.06.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.

Дополнительная литература:

1. Бондарев, Владимир Иванович. Сейсморазведка: учебник / В. И. Бондарев; Уральский гос-

- ударственный горный университет (УГГУ). — Екатеринбург: Изд-во Уральского ГГУ, 2007. — 690 с.: ил. — Библиогр.: с. 623-632. — Текст: непосредственный
2. Ермаков, Александр Петрович. Сейсморазведка неоднородных сред: учебное пособие / А. П. Ермаков, П. Ю. Степанов; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Геологический факультет. — Москва: КДУ Университетская книга, 2018. — 122 с.: ил. — Библиогр.: с. 122.. — ISBN 978-5-91304-836-3. — Текст: непосредственный
 3. Сейсморазведка. Справочник геофизика в 2 кн.: / под ред. В. П. Номоконова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Недра, 1990. Кн. 1. — 1990. — 336 с.: ил. — Библиогр.: с. 331-334.. — ISBN 5-247-01862-1. — Текст: непосредственный

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-справочная 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. Webex Meetings;
3. Google Chrome;
4. 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


подпись /Мельник И.А./

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