

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.02.02 Петрофизика

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

21.03.01 Нефтегазовое дело

Направленность (профиль)

21.03.01.33 Добыча и транспортировка нефти и газа

Форма обучения

очная

Год набора

2021

Красноярск 2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

к.т.н, Доцент, Неверов Александр Леонидович

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель изучения дисциплины: приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков по основным методам изучения свойств горных пород и движения однофазных, многофазных и смешивающихся флюидов в пористых геологических средах.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Основные задачи изучения дисциплины состоят в развитии умения анализировать данные физико-геологических характеристик пород для разработки петрофизической модели объекта исследования; развитии необходимых общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| ПК-6: Способен проводить прикладные научные исследования по проблемам нефтегазовой отрасли в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности | |
| ПК-6.3: Использует физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности | Методологию проведения и обработки экспериментов Решать аналитические задачи, возникающих в ходе профессиональной деятельности Способностью использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности |

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

| Вид учебной работы | Всего, зачетных единиц (акад.час) | е |
|--|--|---|
| | | 1 |
| Контактная работа с преподавателем: | 1,78 (64) | |
| занятия лекционного типа | 0,89 (32) | |
| практические занятия | 0,44 (16) | |
| лабораторные работы | 0,44 (16) | |
| иная внеаудиторная контактная работа: | 0,04 (1,6) | |
| индивидуальные занятия | 0,04 (1,6) | |
| Самостоятельная работа обучающихся: | 1,18 (42,4) | |
| курсовое проектирование (КП) | Нет | |
| курсовая работа (КР) | Нет | |
| Промежуточная аттестация (Экзамен) | 0,93 (33,6) | |

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

| | | Контактная работа, ак. час. | | | | | | | |
|--|--|--------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|--|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| № п/п | Модули, темы (разделы) дисциплины | Занятия лекционного типа | | Занятия семинарского типа | | | | Самостоятельная работа, ак. час. | |
| | | | | Семинары и/или Практические занятия | | Лабораторные работы и/или Практикумы | | | |
| | | Всего | В том числе в ЭИОС | Всего | В том числе в ЭИОС | Всего | В том числе в ЭИОС | Всего | В том числе в ЭИОС |
| 1. Введение в минералогию | | | | | | | | | |
| | 1. Минеральный состав горных пород. Свойства частиц осадочных пород. Развитие петрофизики и ее использование. Основные термины | 2 | | | | | | | |
| | 2. Определение содержания флюидов в породе ретортным методом. Измерение насыщенности методом экстрагирования | | | | | 2 | | | |
| | 3. Изучение теоретического курса, в том числе, материала, который не вошел в курс лекций, и использование полученных знаний для самостоятельного выполнения лабораторных работ | | | | | | | 4 | |
| 2. Введение в геологию нефти и газа | | | | | | | | | |
| | 1. Обзор строения Земли. Геология осадочных пород. Происхождение нефти. Миграция и аккумуляция углеводородов. Свойства пластовых флюидов. Химия нефти и газа. | 2 | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|---|--|---|--|---|--|---|--|
| 2. Определение плотности, удельного веса, плотности в градусах АНИ. Определение удельного веса и относительной плотности газов | | | | | 2 | | | |
| 3. Изучение теоретического курса, в том числе, материала, который не вошел в курс лекций, и использование полученных знаний для самостоятельного выполнения лабораторных работ | | | | | | | 4 | |
| 3. Пористость и проницаемость | | | | | | | | |
| 1. Пористость. Проницаемость. Взаимосвязь пористости и проницаемости. | 2 | | | | | | | |
| 2. Определение вязкости флюидов | | | 2 | | | | | |
| 3. Определение вязкости флюидов | | | | | 2 | | | |
| 4. Изучение теоретического курса, в том числе, материала, который не вошел в курс лекций, и использование полученных знаний для самостоятельного выполнения практических и заданий лабораторных работ | | | | | | | 4 | |
| 4. Удельное сопротивление породы и водо-насыщенность | | | | | | | | |
| 1. Параметр пористости. Удельное сопротивление глинистых коллекторов. Фильтрационные ячейки в глинистых песчаниках. Оценка глинистых пород коллекторов на основании лабораторных исследований. Оценка глинистых пород коллекторов на основании ГИС. Оценка пласта. | 2 | | | | | | | |
| 2. Определение абсолютной и эффективной пористости | | | 2 | | | | | |
| 3. Определение абсолютной и эффективной пористости | | | | | 2 | | | |

| | | | | | | | | |
|--|---|--|---|--|---|--|---|--|
| 4. Изучение теоретического курса, в том числе, материала, который не вошел в курс лекций, и использование полученных знаний для самостоятельного выполнения практических и заданий лабораторных работ | | | | | | | 4 | |
| 5. Капиллярное давление | | | | | | | | |
| 1. Капиллярное давление. Измерение капиллярного давления при помощи полупроницаемой мембраны. Измерение капиллярного давления методом нагревания ртути. Измерение капиллярного давления центрифугированием. Распределение пор по размерам. Распределение насыщенностей в пласте- коллекторе по вертикали. Капиллярное число. | 2 | | | | | | | |
| 2. Определение гранулометрического состава частиц горной породы | | | 2 | | | | | |
| 3. Определение гранулометрического состава частиц горной породы | | | | | 2 | | | |
| 4. Изучение теоретического курса, в том числе, материала, который не вошел в курс лекций, и использование полученных знаний для самостоятельного выполнения практических и заданий лабораторных работ | | | | | | | 4 | |
| 6. Смачиваемость | | | | | | | | |
| 1. Смачиваемость. Межфазное поверхностное натяжение. Оценка смачиваемости. Межфазная активность на контакте вода-нефть–порода. Изменение смачиваемости. Влияние смачиваемости породы на ее электрические свойства. | 4 | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|---|--|---|--|---|--|---|--|
| 2. Определение абсолютной проницаемости. Проверка эффекта Клинкерберга. Определение относительной проницаемости | | | 3 | | | | | |
| 3. Определение абсолютной проницаемости. Проверка эффекта Клинкерберга. Определение относительной проницаемости | | | | | 2 | | | |
| 4. Изучение теоретического курса, в том числе, материала, который не вошел в курс лекций, и использование полученных знаний для самостоятельного выполнения практических и заданий лабораторных работ | | | | | | | 4 | |
| 7. Применение закона Дарси | | | | | | | | |
| 1. Закон Дарси. Линейное движение несжимаемых флюидов. Линейное движение флюидов по трещинам и каналам. Радиальное движение флюидов в пористых системах. Радиальное ламинарное движение газа Турбулентное течение газа. Породы, неоднородные по проницаемости. | 4 | | | | | | | |
| 2. Основные петрофизические параметры, получаемые по данным ГИС | | | 2 | | | | | |
| 3. Основные петрофизические параметры, получаемые по данным ГИС | | | | | 2 | | | |
| 4. Изучение теоретического курса, в том числе, материала, который не вошел в курс лекций, и использование полученных знаний для самостоятельного выполнения практических и заданий лабораторных работ | | | | | | | 4 | |
| 8. Природные трещиноватые коллекторы | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|---|--|---|--|-----|--|
| 1. Проницаемость карбонатных пород и ее происхождение. Геологическая классификация естественных трещин. Инженерная классификация коллекторов с естественной трещиноватостью. Признаки естественных трещин. Петрофизические свойства естественно трещиноватых пород. Моделирование движения флюидов в трещинах. Характеристика естественных трещин по данным испытания скважин. | 4 | | | | | | | |
| 2. Определение поверхностного и межфазного натяжения Определение капиллярного давления | | | 1 | | | | | |
| 3. Определение поверхностного и межфазного натяжения Определение капиллярного давления | | | | | 2 | | | |
| 4. Изучение теоретического курса, в том числе, материала, который не вошел в курс лекций, и использование полученных знаний для самостоятельного выполнения практических и заданий лабораторных работ | | | | | | | 4,4 | |
| 9. Влияние механических напряжений пород коллекторов на их свойства | | | | | | | | |
| 1. Взаимоотношение статическое напряжение деформация. Деформация горных пород. Прочность и твердость горных пород. Сжимаемость пористых пород .Влияние механических напряжений на керновые данные. Взаимосвязь пористость – проницаемость – напряжение. Влияние механических напряжений на трещиноватость пород. Распределение напряжений в недрах. Разрушение пород в результате изменения напряжений. | 4 | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|----|--|----|--|--|----|------|--|
| 2. Определение распределения пор по размерам | | | 2 | | | | | |
| 3. Изучение теоретического курса, в том числе, материала, который не вошел в курс лекций, и использование полученных знаний для самостоятельного выполнения практических работ | | | | | | | 5 | |
| 10. Взаимодействие флюид – порода | | | | | | | | |
| 1. Значение проницаемости около скважинной зоны. Природа нарушения проницаемости. Влияние перемещения мелких частиц по пласту на его проницаемость. Концепция критической скорости. Идентификация механизмов ухудшения проницаемости. Влияние качества воды на проницаемость. | 6 | | | | | | | |
| 2. Испытание пород на прочность созданием сосредоточенной нагрузки | | | 2 | | | | | |
| 3. Изучение теоретического курса, в том числе, материала, который не вошел в курс лекций, и использование полученных знаний для самостоятельного выполнения практических работ | | | | | | | 5 | |
| 4. | | | | | | | | |
| 5. | | | | | | | | |
| Всего | 32 | | 16 | | | 16 | 42,4 | |

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Авчян Г. М., Матвеев А. А., Стефанкевич З. Б. Петрофизика осадочных пород в глубинных условиях: монография(Москва: Недра).
2. Горбачев Ю. И., Карус Е. В. Геофизические исследования скважин: учебник(Москва: Недра).
3. Ханин А.А. Петрофизика нефтяных и газовых пластов: научное издание (Москва: Недра).
4. Мarmorштейн Л. М. Петрофизические свойства осадочных пород при высоких давлениях и температурах: монография(Москва: Недра).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. -Microsoft® Windows.
2. -Microsoft® Office.
3. -Adobe Acrobat.
4. -ESET NOD32.

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. 1.Электронная библиотечная система «СФУ»;
2. 2.Политематическая электронно-библиотечная система «Znanium» изд-ва «Инфра-М»;
3. 3.Политематическая электронно-библиотечная система издательства
4. «Лань»;
5. 4.Политематическая БД российских диссертаций Российской государственной библиотеки;
6. 5.Электронная библиотека РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина;
7. 6.Российские научные журналы на платформе elibrary.ru;
8. 7.Российская БД нормативно-технической документации «NormaCS»;
9. 8.БД нормативно-правовой информации «Консультант плюс».

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для организации образовательного процесса необходима следующая материально-техническая база:

Учебные аудитории для проведения учебных занятий по дисциплине, оснащенные специализированной мебелью (аудиторные столы и стулья; аудиторная доска) и техническими средствами обучения (проектор, экран для проектора, ноутбук с подключением к сети Интернет (неограниченный доступ) и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета, лабораторная установка «Электрохимическая защита от коррозии»).

Помещение для самостоятельной работы, оснащенные специализированной мебелью (аудиторные столы и стулья; аудиторная доска) и техническими средствами (12 компьютеров, интерфейс с подключением к сети Интернет (неограниченный доступ) и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

- Фотолаборатория DCI-400 - для фотографирования керна (научн./учебн.).
- UPP-200 Лабораторный учебный зондовый пермеаметр (учебн.).
- Гамма-регистратор для регистрации гамма-излучений керна (научн./учебн.)
- Станок для обрезки и шлифовки образцов керна TRM-100 (научн./учебн.).
- DDP-100 станок для выбуривания образцов керна диаметрами 25 и 30 мм (научн./учебн.).
- Пила для продольной и поперечной резки полноразмерного керна LBSS-100 (научн./учебн.).
- СРРР-310 Групповой капилляриметр (научн./учебн.)
- PERG-200 Газовый пермеаметр для измерения проницаемости (учебн.).
- PORG-200 Газовый порозиметр для измерения порового объема (учебн.).
- MSAT-100 Ручной сатуратор для насыщения образцов керна (научн./учебн.).
- PERL-200 Жидкостный пермеаметр для измерения проницаемости (учебн.).
- VBA-200 Установка для определения открытой пористости образцов керна гравиметрическим методом. (научн./учебн.).
- PREL-200 Учебный пермеаметр для измерения относительных проницаемостей по воде и нефти (учебн.)
- AVS-200 Система измерения скорости пробега акустических волн (научн./учебн.)
- ARS-200 Система определения удельного сопротивления горных пород (научн./учебн.).
- Учебная фильтрационная система UFS-200 (научн./учебн.)
- ROCKCOM учебная система исследования сжимаемости пород (научн./учебн.).
- Сушильный шкаф Binder (научн./учебн.).
- UPVT - для термодинамических исследований (научн./учебн.);

- PVTСС-100 Система приготовления модели пластового флюида (научн./учебн.);
- MFS-200 равновесный фазовый сепаратор (научн./учебн.);
- "Висячая капля" IFT 820- измерение поверхностного натяжения (научн./учебн.)