Министерство науки и ВЫСШЕГО образования Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное

учреждение высшего образования

**«Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»**

Высшая школа энергетики, нефти и газа

УТВЕРЖДАЮ

Директор ВШЭНиГ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /А.Н. Попов/

«\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Physics of Reservoir Systems**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Уровень образования | | | | бакалавриат | | | |
|  | | | | |  | | | |
| Направление подготовки | | | | | | | 21.03.01 Нефтегазовое дело | |
|  | | | | | | |  | |
| Направленность (профиль) | | | | | | Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти | | |
|  | | | | | |  | | |
| Квалификация | бакалавр | | | | | | | |
|  |  | | | | | | | |
| Форма обучения | | очная | | | | | | |
|  | |  | | | | | | |
| Трудоемкость | | | 3 з.е | | | | | |
|  | | |  | | | | | |

Архангельск, 2022

РАЗРАБОТЧИКИ:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Ст. преподаватель кафедры БС, РНиГМ |  |  |  | Гулиев Р.З. |
| Ст. преподаватель кафедры БС, РНиГМ |  |  |  | Белозеров И.П. |
| Ассистент кафедры ТХНГиНГО |  |  |  | Заозерский Г.Н. |

Кафедра, реализующая программу дисциплины

Бурения скважин, разработки нефтяных и газовых месторождений

Программа одобрена на заседании кафедры, от «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_\_г., протокол № \_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Золотухин А.Б.

*подпись Дата*

Программа одобрена на заседании УМК УСП Высшей школы энергетики, нефти и газа

от «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_\_ г., протокол № \_

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Председатель УМК |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | *Дата* |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Руководитель ОПОП ВО |  |  |  | Иконникова Л.Н. |  |  |
|  |  |  |  |  |  | *Дата* |

Программа учебной дисциплины Physics of Reservoir Systems устанавливает минимальные требования к результатам обучения студента и определяет содержание и виды учебных занятий, форм и средств отчетности и контроля.

Программа является элементом образовательной программы 21.03.01 Нефтегазовое дело, программа Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти, разработанной в соответствии с СУОС 21.03.01 Нефтегазовое дело, утвержденного \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ приказ № \_\_\_

1. **ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями освоения дисциплины является приобретение студентами базовых знаний о коллекторских и фильтрационных свойствах горных пород, методах их определения и расчета, физических и физико-химических свойствах пластовых флюидов (жидкостей и газов), методах их определения и расчета в условиях залегания, а также знаний о математическом и компьютерном моделировании пластов и флюидов.

Она нацелена на подготовку студентов к решению производственных и научно-исследовательских задач, связанных с изучением залежей нефти и газа для дальнейшего проектирования систем разработки и управления процессами нефтегазоотдачи.

1. **КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение дисциплины способствует пониманию студентами современных концепций и подходов к изучению физики пластовых систем и математическому и компьютерному моделированию этих систем.

Первый и второй раздел программы посвящен составу и физические свойствам нефтей, методам их исследования: состав нефтей, плотность, вязкость, давление насыщения, газосодержание и другие свойства. Методы исследований нефтей. Фазовые состояния углеводородных систем: диаграммы фазового состояния (нефть-вода, нефть-газ, нефть-вода-газ). Молекулярно-поверхностные свойства систем нефть-газ-вода-порода: смачивание, краевой угол смачивания, капиллярное давление, функция Леверетта.

Третий раздел программы изучает физические основы вытеснения нефти водой и газом из пористых сред: коэффициент вытеснения нефти водой, относительные фазовые проницаемости, Закон Дарси. Влияние свойств пластовых флюидов на относительную проницаемость, а также физику горных пород.

Четвертый раздел посвящен интегрированным операциям, информационным технологиям, высокотехнологическим решениям и практическим примеры использования высокотехнологичных решений при математическом и компьютерном моделировании пластовых систем. Показаны примеры моделирования.

1. **РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

В результате освоения дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Код**  **компе-тенции** | **Формулировка**  **компетенции** | **Индикатор достижения компетенции** | **Результаты обучения** | |
| ПК-4 | Способен осуществлять оперативное сопровождение технологических процессов в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности | * Владеет навыками оперативного сопровождения технологических процессов в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности;   - Принимает исполнительские решения при разбросе мнений и определяет порядок выполнения работ. | **Знать/ понимать** | физико-гидродинамические процессы, происходящие в пласте при эксплуатации скважин различного назначения и их влияние на производственные показатели подразделений по добыче углеводородного сырья |
| **Уметь/ применять** | оценивать влияние физико-гидродинамические процессы, происходящие в пласте при эксплуатации скважин различного назначения |
| ПК-5 | Способен оформлять технологическую, техническую, промысловую документацию по обслуживанию и эксплуатации объектов нефтегазовой отрасли в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности | Формирует заявки на промысловые исследования, потребность в материалах, вести и пользоваться промысловой документацией и отчетностью; | **Знать/ понимать** | принципы и правила заполнения ряда типовых нормативных документов, регламентирующих проведение экспериментов по определению основных коллекторских свойств пласта и насыщающего его флюида |
| **Уметь/ применять** | составлять в соответствии с установленными требованиями типовые нормативные документы, регламентирующие проведение экспериментов по определению основных коллекторских свойств пласта и насыщающего его флюида |
| ПК-13 | Способен выполнять работы по составлению проектной, служебной документации в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности | Применяет нормативные документы, стандарты, действующие инструкции, методики проектирования в нефтегазовой отрасли при составлении проектной, служебной документации; | **Знать/ понимать** | влияние физико-гидродинамических процессов, происходящих в пласте при эксплуатации скважин различного назначения на эффективность добычи углеводородного сырья |
| **Уметь/ применять** | оценивать влияние физико-гидродинамические процессы, происходящие в пласте при эксплуатации скважин различного назначения на эффективность добычи углеводородного сырья |

**4. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.**

Настоящая дисциплина относится к части, формируемой участниками образователь-ных отношений Блока дисциплин по выбору, обеспечивающей формирование ПК–4, ПК–5, ПК-13 в соответствии с учебным планом.

Изучение дисциплины базируется на результатах обучения по следующим дисципли-нам учебного плана: «Высшая математика», «Физика», «Геология нефти и газа».

Дисциплина создает теоретическую и практическую основу в изучении последующих дисциплин, практик, и подготовки выпускной квалификационной работы бакалавра.

1. **ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Наименование  компонента программы | **Трудоемкость, час** | Аудиторные занятия, час. | | | | | Самостоятельная работа, час. | | Промежуточная аттестация | |
| **Всего** | Лекции | из них с применением  ЭО и ДОТ | Практические занятия | из них с применением  ЭО и ДОТ | **Всего** | из них с применением  ЭО и ДОТ | Форма | кол-во часов |
| 1 | * Пластовые флюиды: их характеристика, фазовые переходы, свойства флюидов | **26,5** | **26,5** | 2 | 2 |  |  | **23,5** | **23,5** | **Тест** | **1** |
| 2 | * Пластовые флюиды: лабораторные исследования пластовых флюидов | **27,5** | **27,5** | 2 | 2 | 1 | 1 | **23,5** | **23,5** | **Тест** | **1** |
| 3 | * Исследования горных пород: керновые исследования, механические свойства пород, методы увеличения нефтеотдачи, цифровой керн | **26,5** | **26,5** | 2 | 2 |  |  | **23,5** | **23,5** | **Тест** | **1** |
| 4 | * Математическое и компьютерное моделирование пластовых систем: данные для моделирования, геологическое моделирование, гидродинамическое моделирование, примеры моделирования | **27,5** | **27,5** | 2 | 2 | 1 | 1 | **23,5** | **23,5** | **Тест** | **1** |
|  | **Итого:** | **108** | **108** | **8** | **8** | **2** | **2** | **94** | **94** |  | **4** |

Виды и формы самостоятельной работы:

|  |  |
| --- | --- |
| * + работа с лекционным материалом;   + работа с рекомендованными источниками; | * + изучение тем, вынесенных на самостоятельное изучение;   + подготовка к тесту. |

**6. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. **Формы и методы текущего контроля и промежуточной аттестации результатов обучения**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Коды, формируемых компетенций** | **Индикаторы достижения компетенций** | **Результаты обучения**  **(освоенные умения, усвоенные знания)** | **Формы текущего контроля и промежуточной аттестации** |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| ПК-4 | * Владеет навыками оперативного сопровождения технологических процессов в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности;   - Принимает исполнительские решения при разбросе мнений и определяет порядок выполнения работ. | **Знать/ понимать:**  принципы и правила заполнения ряда типовых нормативных документов, регламентирующих проведение экспериментов по определению основных коллекторских свойств пласта и насыщающего его флюида | Тест |
| **Уметь/применять:**  составлять в соответствии с установленными требованиями типовые нормативные документы, регламентирующие проведение экспериментов по определению основных коллекторских свойств пласта и насыщающего его флюида |
| ПК-5 | Формирует заявки на промысловые исследования, потребность в материалах, вести и пользоваться промысловой документацией и отчетностью;; | **Знать/ понимать:**  принципы и правила заполнения ряда типовых нормативных документов, регламентирующих проведение экспериментов по определению основных коллекторских свойств пласта и насыщающего его флюида | Тест |
| **Уметь/применять:**  составлять в соответствии с установленными требованиями типовые нормативные документы, регламентирующие проведение экспериментов по определению основных коллекторских свойств пласта и насыщающего его флюида |
| ПК-13 | Применяет нормативные документы, стандарты, действующие инструкции, методики проектирования в нефтегазовой отрасли при составлении проектной, служебной документации; | **Знать/ понимать:**  влияние физико-гидродинамических процессов, происходящих в пласте при эксплуатации скважин различного назначения на эффективность добычи углеводородного сырья | Тест |
| **Уметь/применять:**  оценивать влияние физико-гидродинамические процессы, происходящие в пласте при эксплуатации скважин различного назначения на эффективность добычи углеводородного сырья |

Фонды оценочных средств по дисциплине включают:

– Тесты

1. **Порядок формирования результирующей отметки по учебной дисциплине**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Элементы результирующей отметки** | **Код контролируемой компетенции** | **Минимальное количество баллов** | **Максимальное количество баллов** |
| Тест 1 | ПК-4, ПК-5, ПК-13 | 14 | 25 |
| Тест 2 | ПК-4, ПК-5, ПК-13 | 12 | 25 |
| Тест 3 | ПК-4, ПК-5, ПК-13 | 12 | 25 |
| Тест 4 | ПК-4, ПК-5, ПК-13 | 12 | 25 |
| Итоговое количество баллов по учебной дисциплине | | 50 | 100 |

Шкала перевода баллов в отметки

|  |  |
| --- | --- |
| **Отметка** | **Количество баллов** |
| неудовлетворительно | менее 50 |
| удовлетворительно | от 50 до 69 |
| хорошо | от 70 до 89 |
| отлично | от 90 до 100 |

**7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

При организации учебного процесса по дисциплине используются:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Название** | **Цель** | **Сущность** | **Метод** |
| Технология развития критического мышления и проблемного обучения | Развитие познавательной активности, творческой самостоятельности обучающихся; развитие критического мышления посредством интерактивного включения в образовательный процесс | Способность ставить новые вопросы, вырабатывать разнообразные аргументы, принимать независимые продуманные решения, выдвигать познавательные задачи | Интерактивные методы обучения; соблюдение трех этапов реализации технологии: вызов – осмысление – рефлексия; поисковые методы |
| Технология развивающего обучения | Развитие личности и ее способностей | Ориентация учебного процесса на потенциальные возможности человека и их реализацию | Вовлечение обучаемых в различные виды деятельности |

1. **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**
   1. **Материально-техническое обеспечение**

Слушателю требуется компьютер (desktop, notebook), с выходом в сеть Интернет, операционная система Windows 7/10, MacOS, браузер Firefox или Chrome.

* 1. **Учебно-методическое и информационное обеспечение обучения**

1. Еремин Н.А. Управление разработкой интеллектуальных месторождений нефти и газа. Книга 1 [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - М: ИЦ РГУ нефти и газа, 2011. - 282 с. Режим доступа: <http://elib.gubkin.ru/content/17098>
2. Еремин Н.А. Управление разработкой интеллектуальных месторождений нефти и газа. Книга 2 [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - М: ИЦ РГУ нефти и газа, 2012. - 272 с. Режим доступа: <http://elib.gubkin.ru/content/19188>
3. Мирзоев Д.А. Основы морского нефтегазопромыслового дела. Т.1 Морские нефтегазопромысловые сооружения [Электронный ресурс]: учебник / Д.А. Мирзоев – Москва: День Серебра, 2014 – 288 с. Режим доступа: <http://elib.gubkin.ru/content/20671>.
4. Мирзоев Д.А. Основы морского нефтегазопромыслового дела. Т.2 Морские нефтегазопромысловые сооружения [Электронный ресурс]: учебник / Д.А. Мирзоев – Москва: День Серебра, 2015 – 296 с. Режим доступа: <http://elib.gubkin.ru/content/21327>
5. Пятибратов П.В. Гидродинамическое моделирование разработки нефтяных месторождений: Учеб. пособие для вузов. - М.: Российский государственный уни­верситет нефти и газа имени И.М. Губкина, 2015. - 167 с.: ил. Режим доступа: <http://elib.gubkin.ru/content/21175>
   1. **Кадровое обеспечение образовательного процесса**

В реализации программы задействованы преподаватели Высшей школы энергетики, нефти и газа САФУ имени М.В. Ломоносова.

* 1. **Технологии обучения**

Обучение организовано с использованием активных и интерактивных технологий обучения.

**Лист актуализации**

Physics of Reservoir Systems

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Направление подготовки | | 21.03.01 Нефтегазовое дело |
|  | |  |
| Направленность (профиль) | Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Учебный год | Внесенные изменения/ без изменения | Преподаватель (ФИО) | Протокол заседания кафедры  (дата, номер), ФИО заведующего кафедрой, подпись | Протокол заседания УМК  (дата, номер), ФИО председателя УМК, подпись | Руководитель ОПОП ВО  (ФИО, подпись) |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |