

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 15.05.2026 14:09:44
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»**

Институт экологии

(наименование основного учебного подразделения (ОУП) – разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ФАЗОВОГО ПОВЕДЕНИЯ И СВОЙСТВ ПЛАСТОВЫХ ФЛЮИДОВ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

05.04.06 ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ СНИЖЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Методы исследования и моделирования фазового поведения и свойств пластовых флюидов» входит в программу магистратуры «Методы и технологии снижения углеродного следа в нефтегазовой отрасли» по направлению 05.04.06 «Экология и природопользование» и изучается во 2 семестре 1 курса. Дисциплину реализует Кафедра экологически чистых технологий. Дисциплина состоит из 5 разделов и 5 тем и направлена на изучение методов исследования и моделирования фазового поведения и свойств пластовых флюидов.

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков в области исследования и математического моделирования фазового поведения и свойств пластовых углеводородных (нефтяных и газоконденсатных) систем, в том числе при применении закачки газов различного состава для повышения нефтеотдачи и снижения углеродного следа.

Задачами освоения дисциплины являются:

- Знакомство с теоретическими основами исследования и моделирования фазового поведения и свойств пластовых флюидов; критериями идентификации пластовых УВ флюидов по данным, получаемым на стадии разведки и ранней стадии разработки залежей; целями и этапами промышленных и лабораторных исследований пластовых нефтей и газоконденсатных исследований; особенностями построения фазовых диаграмм пар-жидкость природных углеводородных (УВ) систем.
- Получение навыков анализа результатов лабораторных исследований природных УВ смесей; использования кубических уравнений состояния при математическом моделировании PVT-свойств природных УВ смесей.
- Владение алгоритмами решения инженерных задач расчета парожидкостного равновесия в многокомпонентных системах; методами создания PVT-модели пластовых нефтей с использованием уравнения состояния и результатов лабораторных исследований и создания адекватной расчетной модели природной углеводородной смеси.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Методы исследования и моделирования фазового поведения и свойств пластовых флюидов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ПК-4	Способен применять полученные знания для разработки и реализации проектов различных процессов производственной деятельности, применять методику проектирования	ПК-4.1 Знает правила и методики проектирования в области добычи нефти и газа и охраны окружающей среды; нормативные документы и методики основных расчетов с использованием компьютерных программ; ПК-4.2 Умеет применять современные достижения информационно-коммуникационных технологий в сфере разработки месторождений и снижения углеродного следа при добыче нефти и газа; применять современные энергосберегающие технологии; ПК-4.3 Владеет методами проектирования в области разработки месторождений и применения технологий снижения углеродного следа; навыками и опытом составления проектов;
ПК-7	Способен использовать профессиональные программные комплексы в области математического и физического моделирования технологических процессов и объектов	ПК-7.1 Знает основные профессиональные программные комплексы в области математического моделирования технологических процессов и объектов при разработке месторождений и применении методов и технологий снижения углеродного следа; ПК-7.2 Умеет разрабатывать физические,

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
		математические и компьютерные модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к процессам разработки месторождений и снижению углеродного следа нефтегазовых производств; применять на практике методы математического и физического моделирования технологических процессов и объектов разработки месторождений и снижения углеродного следа нефтегазовых производств; ПК-7.3 Владеет навыками работы с пакетами программ, позволяющих проводить математическое моделирование основных технологических процессов в нефтегазодобыче и при снижении выбросов нефтегазовых производств; навыками использования технологий, применяемых при разработке месторождений и полезном использовании парниковых газов;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Методы исследования и моделирования фазового поведения и свойств пластовых флюидов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Методы исследования и моделирования фазового поведения и свойств пластовых флюидов».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ПК-4	Способен применять полученные знания для разработки и реализации проектов различных процессов производственной деятельности, применять методику проектирования	Научно-исследовательская работа; Физика нефтегазового пласта; Геологические, технологические и экономические особенности разработки залежей углеводородов; Гидродинамический и промыслово-геофизический контроль эксплуатации залежей углеводородов**;	Научно-исследовательская работа; Преддипломная практика; Критерии и методы оценки нефтегазовых проектов; Рациональное использование парниковых газов для повышения нефтеотдачи пластов и интенсификации добычи нефти; Экологические особенности разработки шельфовых месторождений**; Математическое моделирование методов увеличения нефтеотдачи (МУН)**; Гидротермодинамические процессы движения газожидкостных смесей**; Техника и технологии добычи углеводородов;
ПК-7	Способен использовать профессиональные программные комплексы в области математического и физического моделирования технологических процессов и объектов	Гидродинамический и промыслово-геофизический контроль эксплуатации залежей углеводородов**; Физика нефтегазового пласта; Научно-исследовательская работа;	Математическое моделирование методов увеличения нефтеотдачи (МУН)**; Гидротермодинамические процессы движения газожидкостных смесей**;

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
			Научно-исследовательская работа; Преддипломная практика;

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Методы исследования и моделирования фазового поведения и свойств пластовых флюидов» составляет «2» зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			2
Контактная работа, ак.ч	24		24
Лекции (ЛК)	12		12
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	12		12
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	30		30
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	18		18
Общая трудоемкость дисциплины ак.ч.	ак.ч.	72	72
	зач.ед.	2	2

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы*

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы	Содержание темы	Вид учебной работы*
Раздел 1	Нефти и природные газы – многокомпонентные системы природных углеводородов. Фазовые диаграммы пар-жидкость. Типы пластовых УВ флюидов.	1.1 Сведения о компонентном составе природных углеводородных (УВ) смесей на примере многих месторождений природного газа и нефти. Анализ закономерностей, свойственных природным УВ смесям, на основе диаграмм «давление – температура». Основные типы пластовых УВ флюидов и критерии их идентификации по данным, получаемым на стадии разведки и ранней стадии разработки залежей.	Сведения о компонентном составе природных углеводородных (УВ) смесей на примере многих месторождений природного газа и нефти. Анализ закономерностей, свойственных природным УВ смесям, на основе диаграмм «давление – температура». Основные типы пластовых УВ флюидов и критерии их идентификации по данным, получаемым на стадии разведки и ранней стадии разработки залежей.	ЛК
Раздел 2	Промысловые и лабораторные исследования пластовых нефтей. Промысловые и лабораторные газоконденсатные исследования.	2.1 Основные цели и этапы проведения исследований пластовых нефтей. Основные причины и следствия непредставительности глубинных проб пластовых нефтей. Основные лабораторные термодинамические исследования пластовых нефтей, использование результатов при подсчете запасов и проектировании разработки. Основные цели и этапы проведения газоконденсатных исследований. Рекомендуемые специалистами требования для получения представительных	Основные цели и этапы проведения исследований пластовых нефтей. Основные причины и следствия непредставительности глубинных проб пластовых нефтей. Основные лабораторные термодинамические исследования пластовых нефтей, использование результатов при подсчете запасов и проектировании разработки. Основные цели и этапы проведения газоконденсатных исследований. Рекомендуемые специалистами требования для получения представительных результатов промысловых газоконденсатных исследований. Результаты лабораторных газоконденсатных исследований. Формулы, используемые при подсчете запасов свободного газа, конденсата, отдельных компонентов.	ЛК

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы	Содержание темы	Вид учебной работы*
		(репрезентативных) результатов промысловых газоконденсатных исследований. Результаты лабораторных газоконденсатных исследований. Формулы, используемые при подсчете запасов свободного газа, конденсата, отдельных компонентов.		
Раздел 3	Раздел 3. Термодинамические условия фазового равновесия в многокомпонентных системах. Постановка и алгоритмы решения инженерных задач расчета парожидкостного равновесия в многокомпонентных системах. Апробированные в инженерной практике кубические уравнения состояния.	3.1 Фундаментальные условия фазового равновесия в многокомпонентных системах, являющиеся основой методологии математического моделирования фазового состояния природных многокомпонентных углеводородных систем. Математическая постановка и алгоритмы решения задач расчета 2-фазного равновесия пар-жидкость, давления начала конденсации и давления начала кипения смесей с заданным компонентным составом. Кубические уравнения состояния, используемые при математическом моделировании PVT-свойств нефтей и природных газов. Расчет параметров уравнения состояния. Расчет свойств фракций с помощью специализированного ПО	Фундаментальные условия фазового равновесия в многокомпонентных системах, являющиеся основой методологии математического моделирования фазового состояния природных многокомпонентных углеводородных систем. Математическая постановка и алгоритмы решения задач расчета 2-фазного равновесия пар-жидкость, давления начала конденсации и давления начала кипения смесей с заданным компонентным составом. Кубические уравнения состояния, используемые при математическом моделировании PVT-свойств нефтей и природных газов. Расчет параметров уравнения состояния. Расчет свойств фракций с помощью специализированного ПО	ЛК, СЗ
Раздел 4	Используемые в инженерной практике корреляционные выражения для оценки PVT-	4.1 Обзор корреляций для оценки PVT-свойств нефтей и газов.	Обзор корреляций для оценки PVT-свойств нефтей и газов. Расчет свойств УВ флюидов с помощью корреляций в специализированном ПО.	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы	Содержание темы	Вид учебной работы*
	свойств нефтей и природных газов.	Расчет свойств УВ флюидов с помощью корреляций в специализированном ПО.		
Раздел 5	Создание и адаптация PVT-модели пластовой нефти Создание и адаптация PVT-модели природной газоконденсатной смеси.	5.1 Рациональный метод создания PVT-модели пластовых нефтей с использованием уравнения состояния и результатов лабораторных исследований. Создание адекватной PVT-модели пластовой нефти в специализированном ПО. Метод создания адекватной расчетной модели природной газоконденсатной смеси. Анализ результатов моделирования процесса дифференциальной конденсации (Constant Volume Depletion) природных газоконденсатных смесей. Создание адекватной PVT-модели пластовой газоконденсатной системы в специализированном ПО.	Рациональный метод создания PVT-модели пластовых нефтей с использованием уравнения состояния и результатов лабораторных исследований. Создание адекватной PVT-модели пластовой нефти в специализированном ПО. Метод создания адекватной расчетной модели природной газоконденсатной смеси. Анализ результатов моделирования процесса дифференциальной конденсации (Constant Volume Depletion) природных газоконденсатных смесей. Создание адекватной PVT-модели пластовой газоконденсатной системы в специализированном ПО.	ЛК, СЗ

* - заполняется только по ОЧНОЙ форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Пономарева Г.А. Углеводороды нефти и газа. Физико-химические свойства. Учебное пособие. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 99 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61419.html>.— ЭБС «IPRbooks».

2. Тюменцева С.И. Нефть. Состав, свойства, классификация : учебное пособие / Тюменцева С.И., Парфенова С.Н., Истомова М.А.. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 100 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/90649.html> (дата обращения: 14.04.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Брусиловский А.И. Фазовые превращения при разработке месторождений нефти и газа. - М.: Граль, 2002. – 575 с.

2. Каневская Р.Д. Математическое моделирование гидродинамических процессов разработки месторождений углеводородов [Электронный ресурс] / Каневская Р.Д.— Электрон. текстовые данные.— Москва-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2003. — 128 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17635>.— ЭБС «IPRbooks»

3. Гиматудинов Ш.К. Физика нефтяного и газового пласта. - М.: Недра, 2006.

4. Whitson C.H., Brule M.R. Phase Behavior. – SPE Monograph (Henry L. Doherty) Series, 20, SPE, Richardson, USA, 2000. – 233 p.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН <https://mega.rudn.ru/MegaPro/Web>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>
- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>
- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru
- ЭБС «Знаниум» <https://znanium.ru/>

2. Базы данных и поисковые системы

- электронные базы публикаций eLibrary (<http://elibrary.ru>), ResearchGate (<http://researchgate.net>)

- Sage <https://journals.sagepub.com/>
- Springer Nature Link <https://link.springer.com/>
- Wiley Journal Database <https://onlinelibrary.wiley.com/>
- Научометрическая база данных Lens.org <https://www.lens.org>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Методы исследования и моделирования фазового поведения и свойств пластовых флюидов».
2. Исходные данные (PVT модели, цифровые параметры) для выполнения самостоятельных работ или домашних заданий.
3. Вопросы для подготовки к экзамену.

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП

Заведующий кафедрой

Должность

РАЗРАБОТЧИКИ

Должность

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО

Профессор кафедры ЭЧТ

Должность

Индрупский Илья Михайлович [Б]
профессор, д.н.,

Фамилия И.О

Ющенко Т.С.

Фамилия И.О

Индрупский И.М

Фамилия И.О