

УОП

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Горно-нефтяной факультет
Кафедра разработки месторождений полезных ископаемых



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
и техн. наук, проф.

Н. В. Лобов

«24» 11 2015 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Газовая динамика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основная образовательная программа подготовки специалистов

Специальность: 21.05.05 (131201.65) «Физические процессы горного или нефтегазового производства»

Специализации подготовки специалистов	21.05.05.02 (13120102.65) «Физические процессы нефтегазового производства»
Квалификация выпускника	специалист
Специальное звание выпускника	горный инженер
Выпускающая кафедра:	«Разработка месторождений полезных ископаемых»
Форма обучения	очная

Курс: 4 **Семестр:** 7

Трудоёмкость:

- кредитов по базовому учебному плану: 3 ЗЕ
- часов по базовому учебному плану: 108 ч

Виды контроля:

Зачёт: 7 сем.

Пермь 2015

1 Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины – приобретение комплекса знаний по основам газовой динамики как современной комплексной науки о физических процессах нефтегазового производства при добыче, транспортировке и переработке углеводородного сырья.

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет следующие компетенции:

- способность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений полезных ископаемых и горных отводов (ПК-2);
- способность изучать влияние свойств разрабатываемых горных пород и параметров воздействующих на них различных физических полей на показатели технологических процессов добычи и переработки полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, а также при ведении работ по строительству и эксплуатации подземных сооружений; совершенствовать существующие и разрабатывать новые ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии добычи и переработки минерального сырья, строительства и эксплуатации подземных сооружений (ПК-21).

1.2 Задачи дисциплины:

- изучение физических процессов в пористых средах при фазовых переходах газоконденсатных систем;
- формирование умений использовать научные законы и методы при добыче и переработке углеводородного сырья;
- формирование навыков расчета эффективности технологических процессов при освоении природных ресурсов нефтегазовых месторождений.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- методы описания свойств пористых сред и сложных углеводородных систем и физических процессов при добыче, транспорте и переработке сырья;
- поверхностные явления на границе многофазных систем (капиллярное давление, поверхностное натяжение, адсорбция, смачиваемость, растекание);
- фазовые равновесия в газожидкостных смесях углеводородов;
- механизмы фазовых переходов в жидких и твердых углеводородах;
- фазовые диаграммы углеводородных смесей;
- теория устойчивости нефтяных коллоидных систем;

- физические процессы переноса в пористых средах (термо- и электрокинетические процессы, фазовые проницаемости, двухфазное течение через пористую среду);
- механизмы управления фазовым поведением газоконденсатных смесей.

1.4 Место дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников

Дисциплина «Газовая динамика» относится к базовой части профессионального цикла дисциплин и является обязательной дисциплиной при освоении ООП по специальности «Физические процессы горного или нефтегазового производства», *смысл и логика при проц. нефтегаз. пром.*

После изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

знать:

- методы исследования емкостных, фильтрационных, механических свойств вмещающих пород-коллекторов;
- характеристики газообразных и жидких углеводородов в поверхностных и пластовых условиях;
- методы определения поверхностного натяжения на межфазной границе;
- основы явлений смачивания и методы определения смачиваемости;
- основы термодинамики адсорбционных процессов и теорию Ленгмюра, БЭТ, Гиббса;
- теорию строения двойного электрического слоя Гуи–Чепмена, Штерна;
- основы кинетической и седиментационной устойчивости газоконденсатных систем: коагуляция, пептизация, флокуляция, коалесценция;
- расклинивающее давление и основы теории устойчивости ДЛФО газожидкостных дисперсных систем, эмульсий и тонких пленок;
- основы фазовых переходов углеводородов при изменении внешних физических полей;
- типы фазовых диаграмм углеводородных смесей;
- законы фильтрации Дарси и Пуазейля;
- электрокинетические процессы переноса в пористых средах: электроосмос, электрофорез, потенциал протекания;
- реологические модели течения неньютоновских жидкостей;
- капиллярное давление и фазовые проницаемости при двухфазном течении в пористых средах;
- газожидкостное течение в трубах и пластах.

уметь:

- решать задачи по изменению термодинамического состояния реальных газовых смесей в процессах добычи и переработки;
- решать задачи по динамике капиллярной пропитки пористых сред полярной и неполярной фазами;
- решать задачи по адсорбции ПАВ и формированию граничных слоев;
- решать задачи по влиянию капиллярных эффектов на процессы вытеснения и замещения гетерогенных фаз в пористых средах;
- решать задачи по фазовой проницаемости жидкостей и газов в пористых средах;
- решать задачи по изменению вязкостных свойств газожидкостных углеводородных систем;
- решать задачи по изменению поверхностной энергии при изменении структуры нефтяных коллоидных систем.

владеть:

- навыками проведения лабораторных экспериментов по определению фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов;
- навыками определения смачивающих свойств поверхности пористых сред;
- навыками определения реологических свойств углеводородных систем;
- навыками экспериментального определения параметров электрокинетических процессов переноса в пористых средах;
- навыками определения кинетики фазового перехода «жидкость-твердое тело»;
- навыками лабораторного определения седиментационной устойчивости дисперсных систем;
- навыками лабораторного определения параметров адсорбции ПАВ на межфазной поверхности;
- навыками математической обработки, анализа и графического представления лабораторной и промышленной информации.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Профессиональные компетенции			
ПК-2	-способность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений полезных ископаемых и горных отводов	- экономическая теория - математика - физика - термодинамика - общая геология - прикладная механика - сопротивление материалов	- гидромеханика многофазных сред - физические процессы при добыче полезных ископаемых - механика сплошных сред - преддипломная практика
ПК-21	-способность изучать влияние свойств разрабатываемых горных пород и параметров воздействующих на них различных физических полей на показатели технологических процессов добычи и переработки полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, а также при ведении работ по строительству и эксплуатации подземных сооружений; совершенствовать существующие и разрабатывать новые ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии добычи и переработки минерального сырья, строительства и эксплуатации подземных сооружений	- физика горных пород - теоретическая механика - первая производственная практика	- электротехника и электроника - физические процессы при добыче полезных ископаемых - подземная гидромеханика - гидромеханика многофазных сред - вторая производственная практика

2 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина обеспечивает расширение и углубление части компетенций ПК-2, ПК-21.

2.1.1 Дисциплинарная карта компетенции ПК-2

Код	Формулировка компетенции:
ПК-2	Готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений полезных ископаемых и горных отводов

Код ПК-2 С3.Б.22	Формулировка дисциплинарной части компетенции: Способность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке нефтяных и газовых месторождений и горных отводов
----------------------------	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p>В результате освоения компетенции студент:</p> <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы исследования емкостных, фильтрационных, механических свойств вмещающих пород-коллекторов; - характеристики газообразных и жидких углеводородов в поверхностных и пластовых условиях; - методы определения поверхностного натяжения на межфазной границе; - основы явлений смачивания и методы определения смачиваемости; - основы термодинамики адсорбционных процессов и теорию Ленгмюра, БЭТ, Гиббса; - теорию строения двойного электрического слоя Гуи–Чепмена, Штерна; - основы кинетической и седиментационной устойчивости газоконденсатных систем: коагуляция, пептизация, флокуляция, коалесценция. 	<p>Лекции</p> <p>Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</p>	<p>Тестовые вопросы для текущего и рубежного контроля.</p>
<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать задачи по изменению термодинамического состояния реальных газовых смесей в процессах добычи и переработки; - решать задачи по динамике капиллярной пропитки пористых сред полярной и неполярной фазами; - решать задачи по адсорбции ПАВ и формированию граничных слоев. 	<p>Практические занятия</p> <p>Самостоятельная подготовка к практическим и лабораторным занятиям</p>	<p>Защита отчетов по практическим занятиям.</p>
<p>Владет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками проведения лабораторных экспериментов по определению фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов; - навыками определения смачивающих свойств поверхности пористых сред; - навыками определения реологических свойств углеводородных систем; - навыками экспериментального определения параметров электрокинетических процессов переноса в пористых средах. 	<p>Лабораторные занятия</p> <p>Самостоятельная подготовка к практическим лабораторным занятиям</p>	<p>Защита лабораторных работ.</p>

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-21

Код ПК-21	Формулировка компетенции: Готовность изучать влияние свойств разрабатываемых горных пород и параметров воздействующих на них различных физических полей на показатели технологических процессов добычи и переработки полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, а также при ведении работ по строительству и эксплуатации подземных сооружений; совершенствовать существующие и разрабатывать новые ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии добычи и переработки минерального сырья, строительства и эксплуатации подземных сооружений
---------------------	--

Код ПК-21 С3.Б.22	Формулировка дисциплинарной части компетенции: Способность изучать влияние свойств горных пород и внешних физических полей на технологические процессы добычи и переработки углеводородов, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, а также при строительстве и эксплуатации подземных нефте- и газохранилищ.
-----------------------------	--

2.2 Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p>В результате освоения компетенции студент:</p> <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расклинивающее давление и основы теории устойчивости ДЛФО газожидкостных дисперсных систем, эмульсий и тонких пленок; - основы фазовых переходов углеводородов при изменении внешних физических полей; типы фазовых диаграмм углеводородных смесей; - законы фильтрации Дарси и Пуазейля; - электрокинетические процессы переноса в пористых средах: электроосмос, электрофорез, потенциал протекания; - реологические модели течения неньютоновских жидкостей; - капиллярное давление и фазовые проницаемости при двухфазном течении в пористых средах. 	<p>Лекции</p> <p>Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</p>	<p>Тестовые вопросы для текущего и рубежного контроля.</p>
<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать задачи по влиянию капиллярных эффектов на процессы вытеснения и замещения гетерогенных фаз в пористых средах; - решать задачи по фазовой проницаемости жидкостей и газов в пористых средах; 	<p>Практические занятия</p> <p>Самостоятельная подготовка к практическим и лабо-</p>	<p>Защита отчетов по практическим занятиям.</p>

<ul style="list-style-type: none"> - решать задачи по изменению вязкостных свойств газожидкостных углеводородных систем; - решать задачи по изменению поверхностной энергии при изменении структуры нефтяных коллоидных систем. 	<p>ракторным занятиям</p>	
<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками определения кинетики фазового перехода «жидкость-твёрдое тело»; навыками лабораторного определения седиментационной устойчивости дисперсных систем; - навыками лабораторного определения параметров адсорбции ПАВ на межфазной поверхности; - навыками математической обработки, анализа и графического представления лабораторной и промысловой информации. 	<p>Лабораторные занятия Самостоятельная подготовка к практическим и лабораторным занятиям</p>	<p>Защита лабораторных работ.</p>

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 3.1 – Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоемкость	
		7 семестр	всего
1	2	3	4
1	Аудиторная работа / в том числе в интерактивной форме	44/6	44/6
	- лекции (Л) / в том числе в интерактивной форме	16/2	16/2
	- практические занятия (ПЗ) / в том числе в интерактивной форме	18/4	18/4
	- лабораторные работы (ЛР)	8	8
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	64	64
	- изучение теоретического материала	26	26
	- подготовка к практическим занятиям	24	24
	- подготовка к лабораторным занятиям	14	14
4	Итоговая аттестация по дисциплине: зачёт		
5	Трудоёмкость дисциплины		
	Всего: в часах (ч) в зачётных единицах (ЗЕ)	108 3	108 3

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Но- мер учеб- ного мо- дуля	Номер раз- дела дисци- плины	Номер темы дисцип- лины	Количество часов (очная форма обучения)					Ито- говая атте- стация	само- стоя- тельная работа	Трудо- ёмкость, ч / ЗЕ	
			аудиторная работа								
			всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1	Введение	1	1							1
		1	3	1	2					6	9
		2	6	2	2	2				10	16
	2	3	2	1	1					3	5
		4	2	1	1					3	5
		КСР	1					1			1
	3	5	2	1	1					3	5
		6	4	1	1	2				6	10
		КСР	1					1			1
	Итого по модулю:			22	8	8	4	2		31	53/1,472
2	4	7	2	1	1				3	5	
		8	6	2	2	2			10	16	
		9	2	1	1				3	5	
	Итого по модулю:			10	4	4	2		16	26/0,722	
3	5	10	3	1	2				5	8	
		11	5	1	2	2			7	12	
		12	3	1	2				5	8	
		Заклю- чение	1	1							1
	Итого по модулю:			12	4	6	2		17	29/0,806	
Итоговая аттестация								зачет			
Всего:			44	16	18	8	2		64	108/3	

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Введение. Л – 1ч.

Предмет и задачи дисциплины «Газовая динамика». Основные понятия, термины и определения. Обзор литературы по дисциплине.

Модуль 1. Пластовые многофазные системы

Раздел 1. Нефтяные дисперсные системы

Л – 4 ч, ПЗ-4 ч, ЛР- 2 ч, СРС-16 ч.

Тема 1.Свойства углеводородов в газообразном состоянии

Идеальный и реальный газ. Природные смеси газообразных углеводородов. Силы межмолекулярного взаимодействия. Межчастичные потенциалы. Потенциал Леннарда-Джонса (6-12). Уравнение состояния идеального газа Менделеева-Клапейрона. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Силы взаимодействия Ван-дер-Ваальса. Коэффициент сверхсжимаемости. Критические и приведенные параметры. Диаграммы Брауна-Катца. Закон соответствующих состояний. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри. Контактное и дифференциальное разгазирование. Динамическая вязкость газов. Зависимость вязкости природных газов от давления, температуры, молекулярной массы, содержания азота. Классификация газовых месторождений. Особенности газогидратных залежей. Сланцевый газ.

Тема 2. Нефтяные коллоидные системы

Элементный и групповой состав жидких углеводородов (нефтей). Коллоидные свойства нефтей. Нефтяные смолы, асфальтены, карбены и карбоиды, и их влияние на текучесть, вязкостные, реологические свойства нефтей. Уравнение Ньютона для вязкости жидкостей. Стекинг-структура асфальтеновых парамагнитных молекул. Сложные структурные единицы (ССЕ) коллоидных систем. Роль адсорбционно-сольватной оболочки ССЕ. Фрактальная структура ядра ССЕ. Диффузионно-лимитированная и реакционно-лимитированная агрегация ядра. Физико-механические свойства неньютоновских высоковязких нефтей. Жидкости Бингама-Шведова, псевдопластики, дилатантные жидкости. Свойства вязко-упругих жидкостей. Технологические жидкости разрыва при ГРП. Методы определения вязкостных свойств нефтей. Ротационная вискозиметрия.

Раздел 2. Поверхностная энергия и смачиваемость

Л - 2 ч, ПЗ- 2 ч, СРС-6 ч.

Тема 3. Поверхностное натяжение на границе фаз

Дисперсность. Дисперсная фаза и дисперсионная среда. Классификация дисперсных систем. Пены, аэрозоли, суспензии, гели, смолы, эмульсии. Нефтяные дисперсные системы. Параметры поверхности дисперсных частиц. Термодинамические функции поверхностного слоя. Поверхностное натяжение. Поверхностная энергия. Работа образования межфазной поверхности. Полная поверхностная энергии, зависимость от температуры. Методы определения поверхностного натяжения жидких фаз и твердых тел. Метод отрыва кольца, пластины, сталагмометрический, капиллярного поднятия. Уравнения Жюрена. Кривизна поверхности. Капиллярное давление. Уравнение Лапласа. Влияние кривизны поверхности на химический потенциал и давление пара. Уравнение Томсона-Кельвина. Капиллярная конденсация, изотермическая перегонка.

Тема 4. Смачиваемость и растекание на межфазной поверхности

Смачивание и растекание. Краевой угол смачивания. Уравнение Юнга. Работа когезии и адгезии. Уравнение Дюпре-Юнга. Теплота смачивания. Гидрофильная и гидрофобная поверхность. Гистерезис смачивания. Регулирование смачиваемости с помощью ПАВ. Флотация. Зависимость смачиваемости от минералогического состава пород, химического состава и вязкости нефти, ионного состава пластовой воды, рН, температуры, ПАВ. Мониторинг смачиваемости при разработке газонефтяных залежей. Методы определения смачиваемости (USBM, изотермической сушки, метод ОСТА). Влияние смачиваемости на коэффициент вытеснения, фазовые проницаемости, КИН, формирование остаточных фаз в пласте.

Раздел 3. Адсорбционные явления в многофазных системах

Л - 2 ч, ПЗ-2 ч, ЛР- 2 ч, СРС-9 ч.

Тема 5. Адсорбция на границе «жидкость-газ»

Основы термодинамики адсорбционных процессов. Классификация поверхностно-активных веществ. Строение и свойства адсорбционных слоев. Уравнение Гиббса. Поверхностно-активные, поверхностно-инактивные вещества. Поверхностная активность и ее связь с адсорбцией и концентрацией ПАВ в растворах. Правило Дюкло-Траубе. Изотермы адсорбции. Предельная адсорбция. Кинетика мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Связь уравнений Гиббса и Ленгмюра – уравнение Шишковского. Поверхностное давление. Экспериментальные методы определения адсорбции. Графические способы отображения адсорбции. Физическая и химическая адсорбция. Расчет толщины адсорбционного слоя и посадочной площади молекулы ПАВ.

Тема 6. Адсорбционные явления на внутренней поверхности пористых сред

Классификация пористой структуры. Количественные характеристики пористых тел и порошков. Адсорбция на границе раздела фаз твердое тело – газ (пар) или жидкость. Удельная поверхность. Теплота адсорбции. Теория адсорбции газов и паров твердыми телами: Ленгмюра, БЭТ. Уравнение Ленгмюра для мономолекулярной адсорбции. Теория полислойной адсорбции БЭТ. Ориентация молекул ПАВ на границе раздела фаз. Строение и свойства адсорбционных слоев. Явление капиллярной конденсации. Влияние структуры пористых тел на адсорбцию. Адсорбция поверхностно-активных веществ и полимеров.

Модуль 2. Фазовое поведение газоконденсатных смесей

Раздел 4. Фазовые состояния углеводородов

Л – 4 ч, ПЗ-4 ч, ЛР- 2 ч, СРС-16 ч.

Тема 7. Фазовые равновесия в смесях углеводородов

Равновесные и неравновесные процессы. Фазовые диаграммы нормальных алканов. Классификация фазовых диаграмм (P-V, P-T, P-C). Правило рычага при определении состава в двухфазовой области состояний. Равновесные и метастабильные состояния многофазных систем. Критическое состояние и критические параметры. Особенности фазовых диаграмм газоконденсатных смесей. Ретроградные процессы испарения и конденсации газоконденсатных систем.

Тема 8. Фазовые переходы

Классификация фазовых переходов. Изменение физических параметров и термодинамических потенциалов при фазовых переходах первого и второго рода. Конденсация и кристаллизация углеводородов. Кинетика выпадения твердой фазы из растворов углеводородов. Температура насыщения нефти парафином. Термодинамическая теория зародышеобразования Гиббса и Фольмера. Стадии роста зародышей. Кинетическая теория фазообразования Лившица-Слезова. Гомогенное и гетерогенное зарождение новой фазы. Практическое значение фазовых переходов при добыче, транспорте и переработке углеводородов. Механизмы формирования асфальтеносмолопарафиновых отложений (АСПО) в пластовых системах и в добывающих скважинах. Ингибиторная защита от выпадения АСПО.

Тема 9. Устойчивость нефтяных коллоидных систем

Структурообразование в коллоидных дисперсных системах. Коагуляция, пептизация, флокуляция, коалесценция. Лиофильные и лиофобные дисперсные системы. Мицеллообразование.. Эмульсии (прямые и обратные) и тонкие пленки. Седиментационная и агрегативная

устойчивость углеводородных систем Роль теплового движения (энтропийный фактор). Теория быстрой коагуляции Смолуховского. Основы теории устойчивости коллоидов и тонких пленок Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека (ДЛФО). Расклинивающее давление. Электростатическая и молекулярная составляющие расклинивающего давления. Структурно-механический барьер П.А.Ребиндера. Формирование аномальных граничных фаз в продуктивной зоне пласта. Строение и свойства граничного слоя нефти и воды при заводнении пластов. Экспериментальные методы исследования агрегации в растворах углеводов. Методы управления технологическими свойствами дисперсных систем.

Модуль 3. Физические процессы в пористых средах

Раздел 5. Физические процессы переноса газа и жидкостей

Л - 4 ч, ПЗ -6 ч, ЛР- 2 ч, СРС-17 ч.

Тема 10. Процессы переноса в пористых средах

Физические свойства горных пород-коллекторов. Модели пористых сред. Однородные и неоднородные пористые среды. Процессы переноса в пористых средах. Законы фильтрации Дарси и Пуазейля. Капиллярное давление и фазовые проницаемости. Относительные фазовые проницаемости при двухфазной фильтрации. Зависимость фазовой проницаемости от насыщенности. Экспериментальные методы определения фазовых проницаемостей. Термоосмос. Уравнение термоосмотического переноса вещества. Термомеханические эффекты. Теория перколяции (протекания). Фрактальная размерность перколяционного кластера. Статическая и динамическая фильтрация.

Тема 11. Электрокинетические процессы в пористых средах

Механизмы возникновения электрического заряда твердой поверхности. Избирательная адсорбция, поверхностная диссоциация ионогенных групп. Образование двойного электрического слоя (ДЭС). Потенциал определяющие ионы и противоионы. Дзета-потенциал на поверхности скольжения (разрыва). Теории ДЭС Гуи-Чепмена и Штерна. Уравнение Пуассона-Больцмана между плотностью заряда и потенциалом поверхности. Интегральное и дифференциальное уравнения ДЭС. Эффективная толщина ДЭС (дебаевский радиус). Электрокинетические процессы в пористых средах. Электроосмос, электрофорез, потенциал протекания. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского. Практическое применение электрокинетических явлений на производстве.

Тема 12. Механика газоконденсатных потоков

Двухфазное течение при наличии фазовых потоков. Вязкостно-инерционные течения газов и газоконденсата через пористую среду. Конвекция в пористых средах. Особенности двухфазных течений в призабойной зоне скважин.

Заключение. Л –1 ч.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практических занятий
1	1	Идеальный и реальный газ. Межмолекулярные взаимодействия.
2	3	Поверхностное натяжение на границе фаз
3	4	Смачиваемость и растекание на межфазной поверхности
4	6	Адсорбция на границе «жидкость-газ»
5	7	Фазовые состояния углеводородов, фазовые диаграммы
6	8	Метастабильные состояния
7	9	Устойчивость коллоидных систем. Коагуляция и мицеллообразование
8	10	Физические процессы в пористых средах
9	11	Электрокинетические явления

4.4 Перечень тем лабораторных занятий

Таблица 4.3 – Темы лабораторных занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторных занятий
1	4	Смачиваемость и растекание на межфазной поверхности
2	6	Адсорбционные явления на внутренней поверхности
3	8	Фазовые переходы: конденсация и кристаллизация новой фазы
4	10	Процессы переноса в пористых средах

4.5 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 4.3 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
	Изучение теоретического материала	
1	Изучение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям	4 2
2	Изучение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям Подготовка к лабораторным занятиям	4 2 4
3	Изучение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям	1 2
4	Изучение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям	1 2
5	Изучение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям	1 2
6.	Изучение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям Подготовка к лабораторным занятиям	1 2 3
7	Изучение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям	2 1
8	Изучение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям Подготовка к лабораторным занятиям	4 2 4
9	Изучение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям	2 1
10	Изучение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям	2 3
11	Изучение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям Подготовка к лабораторным занятиям	2 2 3
12	Изучение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям	2 3
	Итого: в ч / в ЗЕ	64/1,778

4.6 Курсовая работа не предусмотрена.

5 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине «Газовая динамика» основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом. Основная цель – выработать способность самостоятельного приобретения новых профессиональных знаний, используя современные образовательные и информационные технологии и умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; воспитать навыки экологической культуры при разработке газонефтяных залежей.

Проведение практических и лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при которой учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. Каждое занятие проводится по своему алгоритму. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия.

6 Управление и контроль освоения компетенций

6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных компетенций проводится в следующих формах:

- текущая контрольная работа (тест) для анализа усвоения материала по теоретическим разделам дисциплины «Газовая динамика»;
- оценка самостоятельной работы студента на практических занятиях в форме интерактивного опроса.

6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных компетенций

Рубежный контроль освоения дисциплинарных компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

- защита отчетов по практическим занятиям (модуль 1, 2, 3);
- тестирование (модуль 1,2,3).

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

1) Зачёт

Условия проставления зачёта по дисциплине:

- Зачёт по дисциплине выставляется по итогам проведённого промежуточного контроля и при выполнении практических и лабораторных заданий.

2) Экзамен не предусмотрен.

Фонды оценочных средств, включающий типовые задания, контрольные работы, тесты и методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входит в состав УМКД на правах отдельного документа.

6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 - Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля				
	*ТТ	РТ	КР	ГР (КР)	Трен. (ЛР)
Знает:					
-методы исследования емкостных, фильтрационных, механических свойств вмещающих пород-коллекторов;	+	+			
-характеристики газообразных и жидких углеводородов в поверхностных и пластовых условиях;	+	+			
- методы определения поверхностного натяжения на межфазной границе;	+	+			
- основы явлений смачивания и методы определения смачиваемости;	+	+			
-основы термодинамики адсорбционных процессов и теорию Ленгмюра, БЭТ, Гиббса;	+	+			
- теорию строения двойного электрического слоя Гуи–Чепмена, Штерна;	+	+			
- основы кинетической и седиментационной устойчивости газоконденсатных систем: коагуляция, пептизация, флокуляция, коалесценция;	+	+			
- расклинивающее давление и основы теории устойчивости ДЛФО газожидкостных дисперсных систем, эмульсий и тонких пленок;	+	+			
- основы фазовых переходов углеводородов при изменении внешних физических полей;	+	+			
- типы фазовых диаграмм углеводородных смесей;	+	+			
- законы фильтрации Дарси и Пуазейля;	+	+			
- электрокинетические процессы переноса в пористых средах: электроосмос, электрофорез, потенциал протекания;	+	+			
- реологические модели течения неньютоновских жидкостей;	+	+			
- капиллярное давление и фазовые проницаемости при двухфазном течении в пористых средах;	+	+			
Умеет:					
- решать задачи по изменению термодинамического состояния реальных газовых смесей в процессах добычи и переработки;			+		
- решать задачи по динамике капиллярной пропитки пористых сред полярной и неполярной фазами;			+		

- решать задачи по адсорбции ПАВ и формированию граничных слоев;			+		
- решать задачи по влиянию капиллярных эффектов на процессы вытеснения и замещения гетерогенных фаз в пористых средах;			+		
- решать задачи по фазовой проницаемости жидкостей и газов в пористых средах;			+		
- решать задачи по изменению вязкостных свойств газожидкостных углеводородных систем;			+		
- решать задачи по изменению поверхностной энергии при изменении структуры нефтяных коллоидных систем.			+		
Владеет:					
- навыками проведения лабораторных экспериментов по определению фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов;					+
-навыками определения смачивающих свойств поверхности пористых сред;					+
-навыками определения реологических свойств углеводородных систем;					
-навыками экспериментального определения параметров электрокинетических процессов переноса в пористых средах;					+
-навыками определения кинетики фазового перехода «жидкость-твердое тело»;					+
-навыками лабораторного определения седиментационной устойчивости дисперсных систем;					+
-навыками лабораторного определения параметров адсорбции ПАВ на межфазной поверхности;					+
-навыками математической обработки, анализа и графического представления лабораторной и промысловой информации.					+

*ТТ – текущее тестирование (контроль знаний по теме);

РТ – рубежное тестирование по модулю (автоматизированная система контроля знаний);

КР – рубежная контрольная работа по модулю (оценка умений);

ГР (КР) – индивидуальная графическая или курсовая работа (оценка умений и владений);

Трен. (ЛР) – выполнение тренажей и лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка владения).

7 График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям																Итого, ч
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Раздел:	P1		P2	P3	P4		P5										
Лекции	2	2	2	2	2	2	2	2									16
Практические занятия	2	2	2	2	2	2	2	2	2								18
Лабораторные работы		2		2		2		2									8
КСР		1	1														2
Изучение теоретического материала	4	4	4	4	4	4	4	4									32
Подготовка к практическим занятиям	2	2	2	2	2	2	2	2	2								18
Подготовка к лабораторным занятиям		4		3		4		3									14
Модуль:	M1				M2			M3									
Контр. тестирование		+	+														
Дисциплин. контроль																	За-чёт

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

СЗ.Б.22 «Газовая динамика»	Профессиональный цикл (цикл дисциплины)	
(индекс и полное название дисциплины)	<input checked="" type="checkbox"/> базовая часть цикла <input type="checkbox"/> вариативная часть цикла	<input checked="" type="checkbox"/> обязательная <input type="checkbox"/> по выбору студента
21.05.05 131201.65/13120102.65	«Физические процессы горного или нефтегазового производства/ Физические процессы нефтегазового производства»	
(код направления подготовки / специальности)	(полное название направления подготовки / специальности)	
ФП / ФПИ	Уровень подготовки: <input checked="" type="checkbox"/> специалист <input type="checkbox"/> бакалавр <input type="checkbox"/> магистр	Форма обучения: <input checked="" type="checkbox"/> очная <input type="checkbox"/> заочная <input type="checkbox"/> очно-заочная
(аббревиатура направления / специальности)		
2011	Семестр(-ы): <u>7</u>	Количество групп: <u>1</u>
(год утверждения учебного плана ООП)	Количество студентов: <u>20</u>	
<u>Злобин Александр Аркадьевич</u> (фамилия, инициалы преподавателя)	<u>доцент кафедры НГТ</u> (должность)	
<u>Горно-нефтяной</u> (факультет)		
<u>Нефтегазовые технологии</u> (кафедра)	<u>2-198-250</u>	(контактная информация)

СПИСОК ИЗДАНИЙ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1 Основная литература		
1	Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия : учебник	2

Карта книго-обеспеченности в библиотеку сдана

	для бакалавров.- 7-е изд.- Москва : Юрайт, 2013 .— 244 с.	
2	Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия: Учебник для вузов. 4-е изд., испр. - Москва : Высш. шк., 2006 .— 445 с.	32
3	Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: учебник для вузов. 4 изд.стер. Перепеч. с изд. 2004. М.: Альянс, 2009.- 463 с.	20
4	Гиматудинов Ш.К. , Ширковский А.И.. Физика нефтяного и газового пласта. – М.: Альянс, 2014. – 311с.	2
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
5	Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: учебник для вузов. 4 изд.стер. М.: Альянс, 2004.-463 с.	108
6	Мордвинов А.А., Воронина Н.В., Каракчиев Э.И. Лабораторно-экспериментальные и практические методы исследования нефтегазопромысловых процессов: Учебное пособие. – Ухта: УГТУ, 2001. – 114с.	6
2.2 Периодические издания		
7	Инновационный научно-технический и производственный журнал нефтегазового комплекса -«Нефтяное хозяйство». Издается с 1920 г.Журнал включен в Российский индекс научного цитирования и международную систему цитирования Scopus	
	Информационно-аналитический журнал .-«Нефть, газ и бизнес».- М.: РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина.	
8	Научно-технический и производственный журнал нефтегазового комплекса.- «Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений».- М.: ВНИИОЭНГ.	
9	Научно-технический и производственный журнал нефтегазового комплекса.- «Нефтепромысловое дело».- М.: ВНИИОЭНГ.	
10	Научно-технический журнал. - «Коллоидный журнал». –Москва: Из-во РАН.	

Основные данные об обеспеченности на **20.11.2015**

(дата составления рабочей программы)

Основная литература Обеспечена не обеспечена

Дополнительная литература Обеспечена не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки



Н.В. Тюрикова

Текущие данные об обеспеченности на _____

(дата контроля литературы)

Основная литература обеспечена не обеспечена

Дополнительная литература обеспечена не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

8.2 Компьютерные обучающие и контролирующие программы

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5
1	Л	PowerPoint		Презентационное сопровождение лекционного материала
2	ПЗ	PowerPoint		Защита докладов, работ НИРС
3	ПЗ	Текстовые, графические редакторы, электронные таблицы MS Office		Систематизация, представление и обработка данных при выполнении лабораторных заданий
4	ПЗ	Интернет-ресурсы		Работа с официальными сайтами нефтяных компаний РФ
5	ПЗ	СПС КонсультантПлюс		Работа с нормативно-правовой базой РФ

8.3 Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.2 – Используемые аудио- и видео-пособия

Вид аудио-, видео-пособия				Наименование учебного пособия
теле-фильм	кино-фильм	слайды	аудио-пособие	
1	2	3	4	5
		+		Авторский курс лекций « Газовая динамика»

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1- Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Класс лабораторного оборудования	НГТ	08а	22,3	15
2	Класс лабораторного оборудования	НГТ	317а	38,5	15

9.3 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2- учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	Вибростенд электродинамический ПЭ – 6700	1	Оперативное управление	07a
2	3) Прибор ГК - 5 для определения газопроницаемости горных пород;	1		07a
3	Аппарат для количественного определения воды в нефти АКОВ - 10 с колбо-нагревателями;	1		07a
4	Центрифуга с горизонтальным ротором;	1		07a
5	Аппарат Кларка АК-4 для определения коэффициента карбонатности горных пород	1		07a
6	Установка для насыщения образцов горных пород;	1		07a
7	Установка для исследования керна УИПК-1м;	1	Оперативное управление	07a
8	Вискозиметр ВПЖ-2;	1		07a
9	Сталагмометр;	1		07a
10	Прибор Сокслета;	1		07a
11	Прибор Дина и Старка;	1		07a
12	Прибор Закса;	1		07a
13	Автоматический тензиометр К11;	1		317a
14	Автоматический анализатор давления насыщенных паров нефтепродуктов;	1		317a
15	Универсальный ротационный вискозиметр RV 2.1;	1		317a
16	Комбинированный измеритель Seven Multi.	1		317a
17	Прибор для определения проницаемости керна BPS-805	1		317a
18	Тренажер по проводке скважин	1		300
19	Макет буровой мобильной установки	1		404

20	Стенд оборудования для забуривания боковых стволов скважин	1	Оперативное управление	300
21	Стенд с буровыми долотами	1		300
22	Стенд бурового оборудования	1		404
23	Установка для экспериментального определения твердости и других механических свойств горных пород – методом вдавливания плоских штампов	1		317 6
24	Стенд оборудования для ремонтных работ на скважинах	1		404
25	Мультимедийное оборудование	3		404 325 300

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Горно-нефтяной факультет

Кафедра «Нефтегазовые технологии»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Нефтегазовые технологии
д-р техн. наук, проф.

В.С.С. Г.П. Хижняк
Протокол заседания кафедры № 12
«28» июня 2016 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

«Газовая динамика»

(наименование дисциплины по учебному плану)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа специалитета

Специальность 21.05.05

Физические процессы горного или нефтегазового
производства

Специализация программы
специалитета

Физические процессы нефтегазового
производства

Квалификация выпускника

горный инженер (специалист)

Выпускающая кафедра:

Разработка месторождений полезных
ископаемых

(наименование кафедры)

Форма обучения:

очная

Курс: 4.

Семестр: 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану:

108 ч

Виды контроля:

Экзамен: - **нет**

Зачёт: - **7**

Курсовой проект: - **нет**

Курсовая работа: - **нет**

Пермь 2016

Учебно-методический комплекс дисциплины «Газовая динамика» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, по направлению подготовки специалистов: 131201.65 «**Физические процессы горного или нефтегазового производства**» утверждённого Министерством образования и науки РФ от 24 декабря 2010 г., номер приказа 2050;

- компетентностной модели по специальности 131201.65 «Физические процессы горного или нефтегазового производства», специализации «**Физические процессы нефтегазового производства**», утверждённой 24 июня 2013 г.;


- базового учебного плана подготовки специалиста по специальности 131201.65 «Физические процессы горного или нефтегазового производства» специализации «**Физические процессы нефтегазового производства**» очной формы обучения, утверждённого 29 августа 2011 г.

Разработчик канд. техн. наук., доц.



А.А. Злобин

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1	<p>содержание стр. 1, кроме абзацев 6-9, изложить в редакции, приведенной на стр. 1а.</p> <p>содержание стр. 2 (абзацы 1-5) · изложить в редакции, приведенной на стр. 2а.</p> <p>наименование раздела 1.4 «Место учебной дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников» изложить в следующей редакции: «Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы».</p> <p>наименование раздела 2 «Требования к результатам освоения учебной дисциплины» изложить в следующей редакции: «Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы».</p> <p>раздел 3 «Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы» дополнить новым абзацем следующего содержания: «Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 3 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.».</p> <p>в табл.3.1.:</p> <p>а) строку п.1 «Аудиторная работа» дополнить словами «(контактная работа)»;</p> <p>б) строку п.3 «Итоговая аттестация по дисциплине» изложить в следующей редакции: «Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине:».</p> <p>в табл.4.1.:</p> <p>а) в строке п.1 «Количество часов (очная форма обучения)» дополнить словами «и виды занятий»;</p> <p>б) в столбце 8 заменить слово «Итоговая аттестация» на «Итоговый контроль»;</p> <p>в) во 2 строке снизу заменить слово «Итоговая» на «Промежуточная».</p> <p>п. 4.5 «Виды самостоятельной работы студентов» считать п.5 с наименованием «Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины»</p> <p>После п.5 дополнить словами: «При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации: 1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически. 2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия</p>	<p>Протокол заседания кафедры № 12 «28» июня 2016 г. Заведующий кафедрой Нефтегазовые технологии д-р техн. наук, проф.  Г.П. Хижняк</p>

<p>раздела.</p> <p>3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.</p> <p>4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.</p> <p>5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.»</p>	
табл.4.3 «Виды самостоятельной работы студентов» считать табл.5.1	
п.5 «Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций» считать п.5.2;	
наименование раздела 6 «Управление и контроль освоения компетенций» изложить в следующей редакции: «Фонд оценочных средств дисциплины».	
последний абзац п.6.3 дополнить словами «входят в состав РПД в виде приложения».	
наименование раздела 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» изложить в следующей редакции: «Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине».	
заменить в тексте раздела 8 п.8.1: слова «Блок 1» на «Блок 1. Дисциплины (модули)»;	
изменить название раздела «Список изданий» на «8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины».	
изменить в таблице название пункта 2.5 с «Электронные информационно-образовательные ресурсы» на «Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины».	
Дополнить п.2.5 таблицы строками: Электронная библиотека. Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ].- Электрон. дан. (1 912 записей). Пермь, 2014-. - Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ .- Загл. с экрана.	
раздел 8.2 «Компьютерные обучающие и контролирующие программы» считать раздел 8.3 и наименование изложить в следующей редакции: «Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине».	
после раздела 8.3 «Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине» включить подраздел 8.3.1 «Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы»	
наименование раздела 9 изложить в следующей редакции: «Описание материально-технической базы, необходимой для	

	осуществления образовательного процесса по дисциплине».	
2		
3		
4		