

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол №10 от «30» мая 2019 г

Согласовано:  
Председатель УМК ФТИ

Зав. кафедрой  Ковалева Л.А.

 / Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина РВТ СВОЙСТВА ПЛАСТОВЫХ ЖИДКОСТЕЙ

*(наименование дисциплины)*

Б1.В.ДВ.01.01 вариативная часть, дисциплина по выбору

*(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))*

**программа магистратуры**

Направление подготовки (специальность)

03.04.01 Прикладные математика и физика

*(код и наименование направления подготовки (специальности))*


Направленность (профиль) подготовки

Моделирование нефтегазовых процессов и технологий

*(наименование направленности (профиля) подготовки)*

Квалификация

магистр

<p>Разработчики (составители) <u>Доцент, кандидат физико-математических наук,</u> <u>доцент.</u> (должность, ученая степень, ученое звание)</p>	<p> / <u>Давлетбаев А.Я.</u> (подпись, Фамилия И.О.)</p>
---	--

Для приема: 2019 г.

Уфа 2019 г.

Составитель / составители: Давлетбаев А.Я.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры протокол от «30» мая 2019 г. №10

Заведующий кафедрой



\_\_\_\_\_/ Ковалева Л.А.

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	
4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>	
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

**ПК-1** способностью самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств

**ОК - 1** способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

**ОПК - 5** способностью применять современные методы анализа, обработки и представления информации в сфере профессиональной деятельности

Результаты обучения		Формируемая компетенция* (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Современные представления о PVT-свойствах флюидов, фазовых превращениях при разработке месторождений нефти и газа	ОК-1	
	2. Современные методы научных исследований в области моделирования PVT- свойств флюидов	ПК-1	
	3. Прикладные программы моделирования PVT	ОПК-5	
Умения	1. Применение фундаментальных знаний для решения профессиональных задач	ОК-1	
	2. Решать конкретные прикладные задачи, связанные с моделированием свойств флюидов при различных условиях	ПК-1, ОПК-5	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть навыками анализа и расчета PVT-свойств флюидов для решения профессиональных задач	ОК-1	
	2. Навыками самостоятельно ставить и решать прикладные задачи научных исследований с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.	ПК-1	
	3 Владеть методикой моделирования фазовых превращений УВ для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-5	

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «PVT свойства пластовых жидкостей» является дисциплиной по выбору в вариативной части.

Дисциплина изучается на 1 курсе 1 семестре.

Цель дисциплины: сформировать представление о свойствах пластовых флюидов, их изменении в процессе добычи нефти и газа; изучить комплекс экспериментальных исследований, применяемый для установления зависимостей свойств флюидов от различных параметров; освоить методику моделирования фазовых превращений углеводородов.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: физика дисперсных систем, молекулярная физика, термодинамика

Знание основ курса «PVT свойства пластовых жидкостей» необходимо при дальнейшем изучении спецкурсов.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

## 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

**ОК - 1** способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: Современные представления о PVT-свойствах флюидов, фазовых превращениях УВ при разработке месторождений нефти и газа	Допускает существенные ошибки при описании PVT-свойств флюидов. Не знает основных термодинамических законов, используемых при моделировании фазовых превращений УВ	Допускает существенные ошибки при описании PVT-свойств флюидов. Знает основные термодинамические законы, используемых при моделировании фазовых превращений УВ	Знает, но допускает незначительные ошибки при описании PVT-свойств флюидов. Знает основные термодинамические законы, используемые при	Знает описание PVT-свойств флюидов. Знает основные термодинамические законы, используемые при моделировании фазовых

				моделирован ии фазовых превращений УВ	превраще ний УВ
Второй этап (уровень)	Уметь: применяет фундаменталь ные знания для расчета PVT-свойств флюидов	Не показывает сформированн ые умения Частично умеет использовать основные зависимости	Показывает сформированные умения Частично умеет использовать основные зависимости	Умеет, но допускает незначитель ные ошибки при использован ии основных зависимосте й	Умеет использов ать основные зависимо сти
Третий этап (уровень)	Владеть навыками анализа и расчета PVT- свойств флюидов для решения профессиональ ных задач	Не владеет на достаточном уровне Частично владеет основными методами	Владеет на достаточном уровне Частично владеет основными методами	Владеет, но допускает незначитель ные ошибки Владеет в полной мере	Владеет в полной мере

**ПК-1** способностью самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств

Этап (уровень) освоения компетенци и	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворит ельно»)	3 («Удовлетворите льно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлич но»)
Первый этап (уровень)	Знать: Современные методы исследований PVT- свойств флюидов	Не знает основные методы исследований флюидов Имеет частичные знания об основных методах исследованиях	Знает основные методы исследований флюидов Имеет частичные знания об основных методах исследованиях флюидов	Знает, но допускает незначитель ные ошибки Знает основные методы исследовани й флюидов	Знает основные методы исследова ний флюидов

		флюидов			
Второй этап (уровень)	использовать полученные знания для решения прямых задач, связанных с расчетом свойств флюидов	Не показывает сформированные умения Частично умеет использовать основные зависимости	Частично умеет использовать основные зависимости	Умеет, но допускает незначительные ошибки Умеет использовать основные зависимости	Умеет использовать основные зависимости
Третий этап (уровень)	Получить навыки моделирования свойств флюидов при различных условиях	Не владеет на достаточном уровне Частично владеет основными методами	Частично владеет основными методами	Владеет, но допускает незначительные ошибки Владеет в полной мере	Владеет в полной мере

**ОПК - 5** способностью применять современные методы анализа, обработки и представления информации в сфере профессиональной деятельности

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: Прикладные программы моделирования РVT	Не знает основные законы Имеет частичные знания об основных законах	Имеет частичные знания об основных законах	Знает, но допускает незначительные ошибки Знает основные законы	Знает основные законы

Второй этап (уровень)	Уметь: Решать конкретные прикладные задачи, связанные с моделированием свойств флюидов при различных условиях	Не показывает сформированные умения Частично умеет использовать основные законы	Частично умеет использовать основные законы	Умеет, но допускает незначительные ошибки	Умеет использовать основные законы
Третий этап (уровень)	Владеть: методикой моделирования фазовых превращений УВ для решения задач профессиональной деятельности	Владеет, но допускает значительные ошибки	Владеет, но допускает незначительные ошибки	Частично владеет основными методами	Владеет в полной мере



**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	1. Современные представления о PVT-свойствах флюидов, фазовых превращениях при разработке месторождений нефти и газа	ОК-1	контрольные работы; тесты; опрос
	2. Современные методы научных исследований в области моделирования PVT- свойств флюидов	ПК-1	
	3. Прикладные программы моделирования PVT	ОПК-5	
2-й этап Умения	1. Применение фундаментальных знаний для решения профессиональных задач	ОК-1	контрольные работы; опрос
	2. Решать конкретные прикладные задачи, связанные с моделированием свойств флюидов при различных условиях	ПК-1, ОПК-5	
3-й этап Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть навыками анализа и расчета PVT-свойств флюидов для решения профессиональных задач	ОК-1	контрольные работы; опрос
	2. Навыками самостоятельно ставить и решать прикладные задачи научных исследований с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.	ПК-1	
	3 Владеть методикой моделирования фазовых превращений УВ для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-5	РГР

Текущая, промежуточная и итоговая аттестация проводится по модульно-рейтинговой системе согласно Положению о модульно-рейтинговой системе обучения и оценки успеваемости студентов

Текущий контроль по теоретическому материалу части модуля (лекционному и материалу самостоятельного изучения) проводится в форме тестового опроса или в виде письменного блиц - опроса по 5 вопросам, требующим краткого ответа. Это основные определения и формулы, зависимости, вопросы на понимание физической сути изучаемых тем. Каждый вопрос оценивается как часть от максимального балла, назначенного на данный текущий контроль. Список вопросов к каждому текущему контролю выдается студентам заранее.

Рубежный контроль проводится в форме тестового опроса или в виде коллоквиума. Каждый вопрос оценивает как часть от максимального балла, назначенного на рубежный

контроль. Вопросы коллоквиума охватывают материал целого модуля, включающий в себя темы лекционных занятий и самостоятельной работы.

Итоговый контроль проводится в форме опроса по теоретическому материалу для тех, кто не смог набрать необходимое количество баллов в течение семестра.

### **Критерии оценки итогового контроля.**

Оценивание уровня освоения дисциплины в течение семестра осуществляется согласно балльно-рейтинговой системе.

Рубежный контроль проводится в форме коллоквиума

Преподаватель может поощрить студентов за участие в научных конференциях, конкурсах, олимпиадах, за активную работу на аудиторных занятиях, за публикации статей

### **Вопросы к текущему, рубежному и итоговому контролю по теоретическому материалу**

#### **Текущий контроль**

1. Классификация залежей УВ. Состав УВ системы
2. Основные понятия и определения термодинамики фазовых превращений
3. Фазовые переходы УВ.
4. Физико-химические свойства флюидов.

#### **Рубежный контроль**

##### **Раздел 1**

1. Природные углеводороды (УВ).
2. Состав УВ системы.
3. Классификация залежей УВ.
4. Свойства пластовых нефтей. Классификация нефти по плотности, содержанию серы, парафинов, смол и др.
5. Дифференциальное разгазирование нефти
6. Условная классификация природных газов.
7. Свойства природных газов.
8. Коэффициент сверхсжимаемости природного газа
9. Контактная и дифференциальная конденсации газоконденсатной смеси
10. Классификация и свойства пластовых вод.
11. Типы пластовых флюидов на примере фазовых Р-Т диаграмм

##### **Раздел 2**

1. Основные понятия и определения термодинамики фазовых превращений
2. Фазовые переходы УВ
3. Уравнения состояния природных газов
4. Основы моделирования PVT свойств в программных пакетах.

#### **Итоговый контроль**

1. Природные углеводороды (УВ). Определения. Гомологические ряды.
2. Состав УВ системы. Определение физических характеристик (атомная масса, относительная молекулярная масса, мольная концентрация, массовая концентрация).
3. Классификация залежей УВ.
4. Уравнения состояния (идеальный газ, поправки Ван-дер-Ваальса, Уравнение Пенга-Робинсона).
5. Исследование пластовых нефтей. Понятие давление насыщения нефти газом. Методы экспериментальных исследований нефти.
6. Объемная упругость. Температурный коэффициент объемного расширения нефти
7. Объемный коэффициент нефти и газосодержание.
8. Дифференциальное разгазирование нефти.

9. Исследования для определения вязкости нефти.
10. Исследование способности нефти растворять газ при давлении выше начального давления насыщения
11. Условная классификация природных газов
12. Удельный вес. Схема определения состава пластового газа
13. Сверхсжимаемость и объемный коэффициент газа.
14. Эмпирические методы определения коэффициента сверхсжимаемости газа
15. Контактная и дифференциальная конденсации газоконденсатной смеси
16. Основные понятия и определения термодинамики фазовых превращений
17. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Понятие энтропии. Химический потенциал
18. Фазовые переходы УВ (диаграммы, критические и псевдокритические параметры, чистые вещества, бинарные системы, многокомпонентные системы)
19. Типы пластовых флюидов на примере фазовых Р-Т диаграмм
20. Основы моделирования PVT свойств в программных пакетах.

### **Экзамен**

Образец экзаменационного билета:

Приведен в приложении 2

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

#### **Пример контрольной работы**

1. Напишите классификацию нефти по плотности.
2. Объясните зависимость плотности нефти от различных параметров
3. Что такое объемный коэффициент нефти
4. Дайте определение понятию «давление насыщения нефти газом»

### **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература**

1. Брусиловский А.И. Фазовые превращения при разработке месторождений нефти и газа. – М.: Грааль, 2002. – 575 с.
2. Ш. К. Гиматудинов, А. И. Ширковский Физика нефтяного и газового пласта. - М.: Альянс, 2005. - 311 с

#### **Дополнительная литература**

3. Степанова Г.С. Фазовые превращения углеводородных смесей газоконденсатных месторождений . – М.: Недра, 1974.- 214с.
4. Чекалюк Э. Б. Термодинамика нефтяного пласта. – М.: Недра, 1965.- 232 с.

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Лекторий [электронный ресурс] <http://lectoriy.mipt.ru>

**6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Наименование оборудования, программного обеспечения
<p><b>1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p><b>2. Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p><b>3. Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p><b>4. Помещения для самостоятельной работы:</b> Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж), Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж), аудитория № 406 компьютерный класс (физмат корпус-учебное).</p> <p><b>5. Помещения для хранения и ремонта оборудования:</b> аудитория: аудитория №610г (физмат корпус-учебное)</p>	<p><b>Аудитория № 218</b> Учебная мебель, доска аудиторная, кондиционер(сплит-система) Haier, экран настенный с электроприводом Classic Lyra, ноутбук HPMini, проектор BenQ.</p> <p><b>Читальный зал №1</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p><b>Читальный зал №2</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50</p> <p><b>Аудитория №406</b> Учебная мебель, доступ в интернет, Компьютер в составе Asus – 4 шт.; Кондиционер(сплит-система) Haier, МФУ Kyocera; Персональный компьютер в комплекте № 1 iRU Corp – 6 шт.</p> <p><b>Аудитория №610г</b></p>	<p>1. Windows 8 Russian. OLP NL OLP NL AcademicEdition. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.№104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>2. Windows Professional 8 Russian. OLP NL AcademicEdition. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>3. Microsoft Office Standart 2013 Russian. OLP NL OLP NL AcademicEdition. Договор №114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.</p>

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины РVT свойства пластовых жидкостей на 1 семестре  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	39,2
лекций	20
практических/ семинарских	-
лабораторных	18
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	5,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	27

Форма контроля:

экзамен 1 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа)	Кол-во часов аудитор. работы	Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам	Задания по самостоятельной работе студентов с указанием литературы, номеров задач	Количество часов самостоят. работы	Форма контроля самостоятельной работы студентов (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
1	2	3	4	8	9	10	11
Раздел 1							
1	<b>Введение</b> Цели и задачи курса. Природные углеводороды (УВ). Определения. Гомологические ряды. Состав УВ системы. Определение физических характеристик (атомная масса, относительная молекулярная масса, мольная концентрация, массовая концентрация). Классификация залежей УВ. Типы пластовых флюидов нефть (тяжелая, летучая), газ (газоконденсат (ретроградный), сухой, жирный)	Лекция, Практическое занятие	2 2	О1			
2	<b>Физико-химические свойства нефти</b> Классификация пластовых нефтей. Основные свойства пластовых	Лекция, Практическое занятие	2 2	О1			

	нефтей. Объемная упругость Температурный коэффициент объемного расширения Объемный коэффициент нефти и газосодержание.						
3	Исследование пластовых нефтей. Понятие давление насыщения нефти газом. Методы экспериментальных исследований. Дифференциальное разгазирование	Лекция, Практическое занятие	2 2	O1		4	
4	<b>Физико-химические свойства газа</b> Условная классификация природных газов. Удельный вес Сверхсжимаемость и объемный коэффициент газа. Эмпирические методы определения сверхсжимаемости газа. Контактная и дифференциальная конденсации газоконденсатной смеси	Лекция, Практическое занятие	2 2	O1		1	
5	<b>Основные свойства пластовых вод.</b>	Лекция, Практическое занятие	2 1	O2			
	<b>Контрольная работа по 1 разделу</b>						
<b>Раздел 2</b>							
6	<b>Основные понятия и определения термодинамики фазовых превращений</b> Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Понятие энтропии. Химический потенциал. Условия фазового равновесия.	Лекция, Практическое занятие	2 2	O1, Д4			

7	Фазовые переходы УВ (диаграммы, критические и псевдокритические параметры) Чистые вещества Бинарные системы Многокомпонентные системы	Лекция, Практическое занятие	2 2	О1, Д3, Д4		2	
8	Уравнения состояния (идеальный газ, поправки Ван-дер-Ваальса, Уравнение Пенга-Робинсона)	Лекция, Практическое занятие	2 2	О1, Д3, Д4			
	Контрольная работа по 2 разделу						
9	<b>Основные программные пакеты по моделированию PVT свойств</b>	Лекция, Практическое занятие	4 3	О1, Д3, Д4			
10	Расчет парожидкостного равновесия смеси заданного состава	Самостоятельная работа	-		О1, с. 279	5,8	
11	Подготовка к зачету	Самостоятельная работа					зачет
	<b>Всего</b>	<b>Лекций Практических занятий</b>	<b>20 18</b>			<b>5,8</b>	



**Форма экзаменационного билета**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1  
по дисциплине «PVT свойства пластовых жидкостей»  
Направление 03.04.01 Прикладные математика и физика  
Профиль Моделирование нефтегазовых процессов и технологий

1. Классификация залежей УВ.
2. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Понятие энтропии. Химический потенциал

Утверждено на заседании кафедры \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_  
(дата)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Ковалева Л А  
(подпись) (Ф.И.О.)