


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

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол от «13_» мая 2019 г. №_12

И. о. зав. кафедрой  / Низаева И. Г.

Согласовано:
Председатель УМК физико-технического
института

 / Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ(МОДУЛЯ)

Дисциплина Термогидродинамические процессы в многофазных средах


Дисциплина по выбору

Программа магистратуры

Направление подготовки(специальность)
05.04.01 Геология

Направленность(профиль) подготовки
Цифровые технологии в петрофизике

Квалификация
Магистр

Разработчик (составитель) <u>профессор, д.ф.-м.н., профессор</u> (должность, ученая степень, ученое звание)	 / <u>Шарафутдинов Р. Ф.</u> (подпись, Фамилия И.О.)
---	---

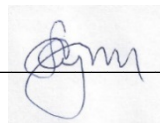
Для приема: 2019 г.

Уфа 2019 г.

Составитель / составители: Шарафутдинов Р. Ф.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры «Цифровые технологии в петрофизике» протокол от «14_» мая 2019 г. № 4

Заведующий кафедрой _____ / Валиуллин Р.А./



Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____,

протокол № _____ от « _____ » _____ 20 _ г.

Заведующий кафедрой _____ / Валиуллин Р.А./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____,

протокол № _____ от « _____ » _____ 20 _ г.

Заведующий кафедрой _____ / Валиуллин Р.А./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____,

протокол № _____ от « _____ » _____ 20 _ г.

Заведующий кафедрой _____ / Валиуллин Р.А./

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	5
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	5
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	8
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	10
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	10
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	10
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	11
Приложение №1	12

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
(с ориентацией на карты компетенций)

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

ОПК-3: способностью применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направленность (профиль) программы магистратуры

ПК-2: способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	Знать модель сплошной среды, классификацию и характеристики систем Знать основные уравнения тепло-массопереноса в многофазных системах. Знать особенности многофазной фильтрации. Знать механистический и термодинамический подходы. Знать системы уравнений тепло- и массопереноса при многофазной фильтрации Знать режимы течения, структуру многофазного течения Знать особенности теплообмена при течении	ПК-2	
	Знать основные уравнения тепло-массопереноса в многофазных системах. Модели процесса Знать характеристики и особенности многофазной фильтрации. Знать системы уравнений тепло- и массопереноса при многофазной фильтрации Знать теплообмен при вынужденном и ламинарном течении жидкости, при свободной конвекции, теплообмен при вынужденном турбулентном течении жидкости, при конденсации пара из парогазовой смеси.	ОПК-3	
Умения	Уметь использовать при решении основы теории подобия и метода анализа размерностей Уметь составлять уравнения многофазного движения в пласте и скважине Уметь решать задачи, оценивать погрешности вычислительных алгоритмов	ПК-2	
	Уметь при менять к многофазной фильтрации механистический и термодинамический подходы. Уметь составлять уравнения многофазного движения в пласте и скважине Уметь использовать при решении задач численные методы решения уравнений переноса Уметь решать задачи, оценивать погрешности вычислительных алгоритмов	ОПК-3	
Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть методом термодинамических функций для исследования термодинамических систем. Владеть навыками составления уравнений многофазного движения в пласте и скважине Владеть навыками анализа результатов расчета	ПК-2	
	Владеть методом термодинамических функций для исследования термодинамических систем. Владеть навыками составления уравнений многофазного движения в пласте и скважине Владеть навыками анализа результатов расчета	ОПК-3	

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Термогидродинамические процессы в многофазных средах» относится к *вариативной* части.

Дисциплина изучается на I курсе в I семестре.

Целью дисциплины является подготовка высококвалифицированного магистра в области теории тепло-массопереноса и разработки нефтегазовых месторождений. В процессе обучения по данной дисциплине магистрант приобретает понимание физических процессов, протекающих в условиях тепло- массопереноса, при разработке и контроле за эксплуатацией нефтегазовых месторождений. Осваивает различные методики расчета тепло- массопереноса в различных промышленных установках и для прогнозирования основных показателей разработки нефтегазовых месторождений.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Физические основы разработки месторождений», «Седиментология и литология природных резервуаров».

Освоение компетенций дисциплины необходимы для изучения дисциплин: «Геофизические исследования при капремонте скважин», «Комплексирование данных ГИС и сейсморазведки».

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

Код и формулировка компетенции **ПК-2**: способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»

Первый этап (знания)	Знать модель сплошной среды, классификацию и характеристики систем Знать основные уравнения тепло-массопереноса в многофазных системах. Знать особенности многофазной фильтрации. Знать механистический и термодинамический подходы. Знать системы уравнений тепло- и массопереноса при многофазной фильтрации Знать режимы течения, структуру многофазного течения Знать особенности теплообмена при течения	В целом знает особенности многофазной фильтрации. Знать механистический и термодинамический подходы. Знать системы уравнений тепло- и массопереноса при многофазной фильтрации, однако имеются значительные пробелы в знаниях и существенные ошибки в логике построения ответов	Знает особенности многофазной фильтрации. Знать механистический и термодинамический подходы. Знать системы уравнений тепло- и массопереноса при многофазной фильтрации, однако имеются незначительные пробелы в знаниях и небольшие неточности в ответах
Второй этап (умения)	Уметь использовать при решении основы теории подобия и метода анализа размерностей Уметь составлять уравнения многофазного движения в пласте и скважине Уметь решать задачи, оценивать погрешности вычислительных алгоритмов	В целом умеет использовать при решении основы теории подобия и метода анализа размерностей, однако имеются значительные пробелы в знаниях и существенные ошибки в логике построения ответов	Умеет использовать при решении основы теории подобия и метода анализа размерностей, однако имеются незначительные пробелы в знаниях и небольшие неточности в ответах
Третий этап (владения)	Владеть методом термодинамических функций для исследования термодинамических систем. Владеть навыками составления уравнений многофазного движения в пласте и скважине Владеть навыками анализа результатов расчета	В целом владеет методом термодинамических функций для исследования термодинамических систем, однако имеются значительные пробелы в знаниях и существенные ошибки в логике построения ответов	Владеет методом термодинамических функций для исследования термодинамических систем, однако имеются незначительные пробелы в знаниях и небольшие неточности в ответах

Код и формулировка компетенции **ОПК-3**: способностью применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направленность (профиль) программы магистратуры

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»

Первый этап (знания)	Знать основные уравнения тепло-массопереноса в многофазных системах. Модели процесса Знать характеристики и особенности многофазной фильтрации. Знать системы уравнений тепло- и массопереноса при многофазной фильтрации Знать теплообмен при вынужденном и ламинарном течении жидкости, при свободной конвекции, теплообмен при вынужденном турбулентном течении жидкости, при конденсации пара из парогазовой смеси.	В целом знает теплообмен при вынужденном и ламинарном течении жидкости, при свободной конвекции, теплообмен при вынужденном турбулентном течении жидкости, при конденсации пара из парогазовой смеси, однако имеются значительные пробелы в знаниях и существенные ошибки в логике построения ответов	Знает геолого-теплообмен при вынужденном и ламинарном течении жидкости, при свободной конвекции, теплообмен при вынужденном турбулентном течении жидкости, при конденсации пара из парогазовой смеси, однако имеются незначительные пробелы в знаниях и небольшие неточности в ответах
Второй этап (умения)	Уметь при менять к многофазной фильтрации механистический и термодинамический подходы. Уметь составлять уравнения многофазного движения в пласте и скважине Уметь использовать при решении задач численные методы решения уравнений переноса	В целом умеет использовать при решении задач численные методы решения уравнений переноса, однако имеются значительные пробелы в знаниях и существенные ошибки в логике построения ответов	Умеет использовать при решении задач численные методы решения уравнений переноса, однако имеются незначительные пробелы в знаниях и небольшие неточности в ответах
Третий этап (владения)	Владеть методом термодинамических функций для исследования термодинамических систем. Владеть навыками составления уравнений многофазного движения в пласте и скважине Владеть навыками анализа результатов расчета	В целом владеет способностью навыками составления уравнений многофазного движения в пласте и скважине, однако имеются значительные пробелы в знаниях и существенные ошибки в логике построения ответов	Владеет навыками составления уравнений многофазного движения в пласте и скважине, навыками интерпретации полевых данных , однако имеются незначительные пробелы в знаниях и небольшие неточности в ответах

Критериями оценивания являются совокупные результаты текущего контроля (контрольных и практических работ) и зачета. Шкалы оценивания:

«Зачтено» – студент успешно написал контрольную работу (получил оценку «зачтено»), студент продемонстрировал на зачете целостные знания в объеме соответствующих компетенций, по результатам сдачи зачета студент получил оценку «зачтено».

«Не зачтено» – студент не написал контрольную работу (получил оценку «не зачтено»), имеются серьезные пробелы в знаниях, по результатам сдачи зачета студент получил оценку «не зачтено».

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		Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать модель сплошной среды, классификацию и характеристики систем Знать основные уравнения тепло-массопереноса в многофазных системах. Знать особенности многофазной фильтрации. Знать механистический и термодинамический подходы. Знать системы уравнений тепло- и массопереноса при многофазной фильтрации Знать режимы течения, структуру многофазного течения Знать особенности теплообмена при течении	ПК-2	Контрольная работа Зачет
	Знать основные уравнения тепло-массопереноса в многофазных системах. Модели процесса Знать характеристики и особенности многофазной фильтрации. Знать системы уравнений тепло- и массопереноса при многофазной фильтрации Знать теплообмен при вынужденном и ламинарном течении жидкости, при свободной конвекции, теплообмен при вынужденном турбулентном течении жидкости, при конденсации пара из парогазовой смеси.	ОПК-3	
2-й этап Умения	Уметь использовать при решении основы теории подобия и метода анализа размерностей Уметь составлять уравнения многофазного движения в пласте и скважине Уметь решать задачи, оценивать погрешности вычислительных алгоритмов	ПК-2	Контрольная работа
	Уметь при менять к многофазной фильтрации механистический и термодинамический подходы. Уметь составлять уравнения многофазного движения в пласте и скважине Уметь использовать при решении задач численные методы решения уравнений переноса Уметь решать задачи, оценивать погрешности вычислительных алгоритмов	ОПК-3	
3-й этап Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть методом термодинамических функций для исследования термодинамических систем. Владеть навыками составления уравнений многофазного движения в пласте и скважине Владеть навыками анализа результатов расчета	ПК-2	Контрольная работа
	Владеть методом термодинамических функций для исследования термодинамических систем. Владеть навыками составления уравнений многофазного движения в пласте и скважине Владеть навыками анализа результатов расчета	ОПК-3	

Оценочные средства для зачета

Описание проведения зачета

Зачет проводится в устной форме. При проведении зачета студенту задается несколько теоретических вопросов, по результатам ответов, на которые оценивается освоение им компетенций в рамках изучаемой дисциплины.

Примеры вопросов для зачета

1. Модель сплошной среды. Классификация и характеристика систем
2. Основы теории подобия и метода анализа размерностей. Безразмерные критерии и числа подобия. П - теорема.
3. Основные уравнения тепло-массопереноса в многофазных системах.
4. Термодинамические функции: внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия, свободная энтальпия (термодинамический потенциал).
5. Фазовые диаграммы.
6. Многокомпонентные системы. Правило фаз Гиббса.
7. Многофазная фильтрация. Системы уравнений тепло-и массопереноса при многофазной фильтрации.
8. Обобщенный закон фильтрации, относительные фазовые проницаемости.
9. Режимы течения. Структура многофазного течения. Течение в горизонтальной, вертикальной скважинах.
10. Теплообмен при течении. Теплообмен при вынужденном, ламинарном течении жидкости.

Описание методики оценивания зачета:

«Зачтено» выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, при этом допускаются небольшие неточности в определениях.

«Не зачтено» выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и неполном знании основных понятий и методов.

Пример задания для контрольной работы

Описание контрольной работы:

Контрольная работа состоит из двух теоретических вопросов. Время выполнения – 45 минут.

Пример варианта контрольной работы №1:

1. Модель сплошной среды. Классификация и характеристика систем
2. Основы теории подобия и метода анализа размерностей. Безразмерные критерии и числа подобия. П - теорема

Пример варианта контрольной работы №2:

1. Основные уравнения тепло-массопереноса в многофазных системах.
2. Термодинамические функции: внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия, свободная энтальпия (термодинамический потенциал).

Пример варианта контрольной работы №3:

1. Фазовые диаграммы.
2. Многокомпонентные системы. Правило фаз Гиббса

Пример варианта контрольной работы №4:

1. Многофазная фильтрация. Системы уравнений тепло-и массопереноса при многофазной фильтрации.
2. Обобщенный закон фильтрации, относительные фазовые проницаемости.

Описание методики оценивания вопросов контрольных работ:

«Зачтено» выставляется студенту, если студент дал достаточно полные ответы на теоретические вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, при этом допускаются небольшие неточности в определениях;

«Не зачтено» выставляется студенту, если ответы на теоретические вопросы свидетельствуют о непонимании и крайне неполном знании терминологии, основных понятий и методов

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

Основная литература

1. Термогидродинамические исследования пластов и скважин нефтяных месторождений [Электронный ресурс]: учеб.-методическое пособие / Р.А. Валиуллин [и др.]; Башкирский государственный университет. — Уфа: РИО БашГУ, 2015. — Электрон. версия печ. публикации. — < URL: https://elib.bashedu.ru/dl/read/Valiullin%20i%20dr_Termodinamicheskie%20issledovaniya%20plastov_up_2015.pdf/info >.

Дополнительная литература

2. Степанова, Г.С. Газовые и водогазовые методы воздействия на нефтяные пласты / Г.С. Степанова. - Москва : Газоил пресс, 2006. - 202 с. - URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=70347>

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

А) Ресурсы Интернет

1. Электронная библиотечная система. ЭБ БашГУ. – Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. – <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система. Университетская библиотека онлайн. – Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. – <https://biblioclub.ru/>

3. Электронная библиотечная система издательства. Лань. – Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. – <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ – Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. – <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
5. <http://www.geofiziki.ru>
6. <http://geo.web.ru>
7. <http://www.geokniga.org>

Б) Программное обеспечение

1. Программный комплекс «Прайм». Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006611009. Правообладатель ООО НПФ «ГеоТЭК». На основании договора «Соглашение о стратегическом партнерстве, сотрудничестве в области науки, инновационной деятельности и подготовке кадров» №1-14 от 01.09.2014г.
2. Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Гражданско-правовой договор № 104 от 17 июня 2013 г. Срок лицензии –бессрочно
3. Microsoft Office Standard 2013 Russian, Гражданско-правовой договор № 114 от 12 ноября 2014 г. Срок лицензии –бессрочно

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

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<p>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория №213 (физмат корпус-учебное)</p> <p>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 213 (физмат корпус-учебное)</p> <p>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций аудитория № 216 (физмат корпус-учебное)</p> <p>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 216 (физмат корпус-учебное)</p> <p>5. помещения для</p>	<p style="text-align: center;">Аудитория № 213</p> <p>1. Графическая станция DERO Race G535 SM/FX 6100 16GDDR – 10шт. 2. Мультимедийный проектор Vivitek DX255.DLP.XGA – 1шт. 3. Экран настенный Digis Optimal-C формат 1:1 – 1шт. 4. Учебная специализированная мебель, доска.</p> <p style="text-align: center;">Аудитория 216</p> <p>1.Мультимедиа-проектор CASIO XJ-A150V, XGA, 3000 ANSI, – 1шт. 2.Ноутбук Asus (TP300LD)(FHD/Touch)i7 4510U(2.0)/8192/SSD, – 1шт. 3.Учебная специализированная мебель, доска, экран.</p> <p style="text-align: center;">Читальный зал №2</p> <p>1.Учебная специализированная мебель. 2.Учебно-наглядные пособия. 3.Стенд по пожарной безопасности. 4.Моноблоки стационарные – 5 шт, 5.Принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p>	<p>1. Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17 июня 2013 г. Срок лицензии –бессрочно 2. Microsoft Office Standart 2013 Russian, Договор № 114 от 12 ноября 2014 г. Срок лицензии –бессрочно</p>

<p>самостоятельной работы: читальный зал №2 (физмат корпус-учебное), аудитория № 528а (физмат корпус-учебное).</p>	<p style="text-align: center;">Аудитория 528а</p> 1. Графическая станция DERO Race G535 SM/FX 6100 16GDDR – 10 шт. 2. Доска магнитно маркерная -1 шт. 3. Проектор ACER P1201B-1 шт. 4. Экран ScreenMedia Economy-1 шт. 5. Стол компьютерный 1000*500*750-1 шт. 6. Учебная специализированная мебель.	
--	--	--

Приложение № 1

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

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Термогидродинамические исследования в многофазных средах» на 1
 семестр
Очная
 форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2 / 72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	18,2
Практические занятия	8
лекции	10
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) включая подготовку к экзамену/зачету (Контроль)	53,8

Форма контроля:
 Зачет 1 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/ СЕ М	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Модуль I.								
Тепло-массоперенос при многофазных потоках в пласте								
1.	Введение. Основные гипотезы. Модель сплошной среды. Классификация и характеристика систем	1	1	0	6	1,2. 2:гл.1 §1,2;	Скалярные и векторные поля	
2.	Основы теории подобия и метода анализа размерностей. Безразмерные критерии и числа подобия. П - теорема.	1	1	0	6	2: гл.7,§7	Подобия течения вязкой несжимаемой жидкости 1	Письменная контрольная работа
3.	Основные понятия. Основные уравнения тепло-массопереноса в многофазных системах. Модели процесса.	1	1	0	6	1,2. 2:гл.1 §1,2;	Первое начало термодинамики и уравнение притока тепла;	
4.	Термодинамический метод изучения состояний макроскопических систем. Равновесные состояния и равновесные процессы. Параметры и уравнения	1	1	0	6	2:гл.1 §1,2;	Обратимые и необратимые процессы	Письменная контрольная работа

	состояния.							
5.	Метод термодинамических функций для исследования термодинамических систем. Термодинамические функции: внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия, свободная энтальпия(термодинамический потенциал).	1	1	0	6	2:гл.1 §1,2;	Второе начало термодинамики	
6.	Системы с переменным количеством вещества. Химический потенциал. Равновесие фаз. Фазовые переходы первого рода. Фазовые диаграммы. Многокомпонентные системы. Правило фаз Гиббса.	0,5	1	0	6	2:гл.1 §1,2; 1: гл.1§1,2.	Общие условия термодинамического равновесия. Гетерогенные системы.	
7.	Многофазная фильтрация. Механистический и термодинамический подходы. Системы уравнений тепло-и массопереноса при многофазной фильтрации.	0,5	1	0	6	1,2. 6:гл.1,3	Относительная проницаемость. Обобщенные законы фильтрации. Функция Леверетта. Изменения физического состояния углеводородов.Феноменологические теории тепло-и массопереноса в пористых средах.	Письменная контрольная работа
Модуль II.								
Многофазные потоки в скважине								
8	Режимы течения. Структура многофазного течения. Течение в горизонтальном участке скважины, вертикальной скважине.	1	1	0	6	1,2.	Диаграммы Бейкера, Хьюитта и Робертса..	Письменная контрольная работа

9	Теплообмен при течении. Теплообмен при вынужденном и ламинарном течении жидкости. Теплообмен при свободной конвекции. Теплообмен при вынужденном турбулентном течении жидкости. Теплообмен при конденсации пара из парогазовой смеси.	1	2,2	0	5.8	2:гл.1 §1,2;	Естественная и Смешанная конвекция.	
	Всего часов:	8	10,2	0	53,8			

