

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

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол №5 от «12» января 2022г.

Согласовано:
Председатель УМК ФТИ

Зав. кафедрой  / Ковалева Л.А.

 / Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина Моделирование гидравлического разрыва пласта

Б1.В.07. Вариативная часть

программа магистратуры

Направление подготовки
03.04.02 «Прикладные математика и физика».

Направленность (профиль) подготовки
«Цифровые модели и технологии нефтегазовых месторождений»

Квалификация

Магистр

Разработчик (составитель) <u>к.ф.-м.н.,</u>	 / <u>Аксаков А.В.</u>
--	---

Для приема 2022 г

Уфа 2022 г.

Составитель / составители: Аксаков А.В.

Рабочая программа дисциплины *утверждена* на заседании кафедры протокол от «12» января 2022 г. № 5

Заведующий кафедрой  / Л.А.Ковалева

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
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

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

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

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	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	ИД-1ПК-1. Знает математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств;	Знать основные положения следующих разделов механики сплошных сред: теория упругости, гидродинамика суспензий и неньютоновских жидкостей
		ИД-2ПК-1. Умеет 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;	Уметь объяснять сущность физических явлений и процессов при операциях гидравлического разрыва пласта, производить анализ и делать количественные оценки параметров физических процессов
		ИД-3ПК-1. Владеет 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.	Владеть навыками работы в специализированных программных комплексах по анализу данных и моделированию гидравлического разрыва пласта

ПК-2 способностью ставить, формализовать и решать задачи, умением системно анализировать научные проблемы, генерировать новые идеи и создавать новое знание

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	ПК-2. способностью ставить, формализовать и решать задачи, умением системно анализировать научные проблемы, генерировать новые идеи и создавать новое знание	ИД-1ПК-2. Знает пути решения задачи и умеет системно анализировать научные проблемы, генерировать новые идеи и создавать новое знание;	Знать иерархию подмоделей, применяемую для моделирования гидравлического разрыва пласта
		ИД-2ПК-2. Умеет формализовать и решать задачи, умением системно анализировать научные проблемы, генерировать новые идеи и создавать новое знание;	Уметь строить дизайны гидравлического разрыва пласта;
		ИД-3ПК-2. Владеет способностью ставить, формализовать и решать задачи, умением системно анализировать научные проблемы, генерировать новые идеи и создавать новое знание.	Владеть навыками работы в специализированных программных комплексах по анализу данных и моделированию гидравлического разрыва пласта

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «гидравлический разрыв пласта» относится к *вариативной* части.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре.

Цель дисциплины: данный курс предназначен для студентов направления 03.04.02 «Физика». Курс «Гидравлический разрыв пласта» позволяет на основе изучения явлений, происходящих при гидравлическом разрыве пласта (ГРП), научиться самостоятельно анализировать данные сопутствующих технологических процессов и рассчитывать трещины гидроразрыва в прикладном программном обеспечении.

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой математической и физической подготовкой в рамках университетского курса для студентов физиков и навыками владения современными вычислительными средствами. Обучаемый должен владеть основными понятиями физики. По предмету способствует формированию у будущих специалистов принципов физического и инженерного подхода к проектированию и анализу операций гидроразрыва пласта.

Дисциплина «Гидравлический разрыв пласта» призвана помочь студентам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для выполнения научно-исследовательской работы в области моделирования нефтегазовых процессов.

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-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

Код и наименование индикатора компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ПК-1.1.	Знать основные положения теории упругости и гидродинамик	Имеет фрагментарное представление о основных	Знает основные положения теории упругости и гидродинамик	Демонстрирует комплексное знание основных положения	Демонстрирует всестороннее знание основных положения

	и суспензий и неньютоновских жидкостей	положения теории упругости и гидродинамики суспензий и неньютоновских жидкостей	ики суспензий и неньютоновских жидкостей	теории упругости и гидродинамики суспензий и неньютоновских жидкостей	теории упругости и гидродинамики суспензий и неньютоновских жидкостей
ПК-1.2.	Уметь проводить анализ научно-технической информации, отечественной и зарубежной литературы по заданной тематике; уметь объяснять суть физических явлений, наблюдаемых при гидравлическом разрыве пласта; составлять и готовить отчеты, научные публикации, презентации.	Не умеет проводить анализ научно-технической информации, отечественной и зарубежной литературы по заданной тематике; уметь объяснять суть физических явлений, наблюдаемых при гидравлическом разрыве пласта; составлять и готовить отчеты, научные публикации, презентации.	Сформированы начальные умения проводить анализ научно-технической информации, отечественной и зарубежной литературы по заданной тематике; уметь объяснять суть физических явлений, наблюдаемых при гидравлическом разрыве пласта; составлять и готовить отчеты, научные публикации, презентации.	Сформированы, но содержатся пробелы в умениях проводить анализ научно-технической информации, отечественной и зарубежной литературы по заданной тематике; уметь объяснять суть физических явлений, наблюдаемых при гидравлическом разрыве пласта; составлять и готовить отчеты, научные публикации, презентации.	Сформированы на высоком уровне умения проводить анализ научно-технической информации, отечественной и зарубежной литературы по заданной тематике; уметь объяснять суть физических явлений, наблюдаемых при гидравлическом разрыве пласта; составлять и готовить отчеты, научные публикации, презентации.
ПК-1.3.	Владеть навыками выполнения работ по анализу исходных	Отсутствуют навыки выполнения работ по анализу исходных	Сформированы простейшие навыки выполнения работ по	Сформированы на базовом уровне навыки выполнения	Сформированы на высоком уровне навыки выполнения

	данных для моделирования гидравлического разрыва пласта и полученных результатов в специализированных программных комплексах.	данных для моделирования гидравлического разрыва пласта и полученных результатов в специализированных программных комплексах.	анализу исходных данных для моделирования гидравлического разрыва пласта и полученных результатов в специализированных программных комплексах.	работ по анализу исходных данных для моделирования гидравлического разрыва пласта и полученных результатов в специализированных программных комплексах.	работ по анализу исходных данных для моделирования гидравлического разрыва пласта и полученных результатов в специализированных программных комплексах.
--	---	---	--	---	---

ПК-2 способностью ставить, формализовать и решать задачи, умением системно анализировать научные проблемы, генерировать новые идеи и создавать новое знание

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ПК-4.1.	Знать иерархию подмоделей, применяемую для моделирования гидравлического разрыва пласта	Имеет фрагментарное представление о иерархии подмоделей, применяемую для моделирования гидравлического разрыва пласта	Знает иерархию подмоделей, применяемую для моделирования гидравлического разрыва пласта	Демонстрирует комплексное знание иерархию подмоделей, применяемую для моделирования гидравлического разрыва пласта	Демонстрирует всестороннее знание иерархию подмоделей, применяемую для моделирования гидравлического разрыва пласта
ПК-4.2.	Уметь строить дизайны гидравлического разрыва пласта.	Не умеет строить дизайны гидравлического разрыва пласта.	Сформированы начальные умения строить дизайны гидравлического разрыва пласта.	Сформированы, но содержатся отдельные пробелы в умениях строить дизайны гидравлического разрыва пласта.	Сформированы на высоком уровне умения строить дизайны гидравлического разрыва пласта.

				кого разрыва пласта.	пласта.
ПК-4.3.	Владеть навыками работы в специализированных программных комплексах по анализу данных и моделированию гидравлического разрыва пласта	Отсутствуют навыки работы в специализированных программных комплексах по анализу данных и моделированию гидравлического разрыва пласта	Сформированы простейшие навыки работы в специализированных программных комплексах по анализу данных и моделированию гидравлического разрыва пласта	Сформированы на базовом уровне навыки работы в специализированных программных комплексах по анализу данных и моделированию гидравлического разрыва пласта	Сформированы на высоком уровне навыки работы в специализированных программных комплексах по анализу данных и моделированию гидравлического разрыва пласта

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ИД-1ПК-1.	Знать основные положения теории упругости и гидродинамики суспензий и неньютоновских жидкостей	доклад
ИД-2ПК-1.	Уметь проводить анализ научно-технической информации, отечественной и зарубежной литературы по заданной тематике; уметь объяснять сущность физических явлений, наблюдаемых при гидравлическом разрыве пласта; составлять и готовить отчеты, научные публикации, презентации.	решение практических задач
ИД-3ПК-1.	Владеть навыками выполнения работ по анализу исходных данных для моделирования гидравлического разрыва пласта и полученных результатов в специализированных	решение практических задач

	программных комплексах.	
ИД-1ПК-2.	Знать иерархию подмоделей, применяемую для моделирования гидравлического разрыва пласта	доклад
ИД-2ПК-2.	Уметь строить дизайны гидравлического разрыва пласта.	решение практических задач
ИД-3ПК-2.	Владеть навыками работы в специализированных программных комплексах по анализу данных и моделированию гидравлического разрыва пласта	решение практических задач

Критериями оценивания при *модульно-рейтинговой системе* являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для экзамена*: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; *для зачета*: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

для экзамена:

- от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;
- от 60 до 79 баллов – «хорошо»;
- от 80 баллов – «отлично».

Примерные вопросы для зачета

1. Для каких целей создаётся трещина гидроразрыва пласта?
2. Что такое предел прочности горной породы?
3. Условие возникновения трещины
4. Направление развития трещины
5. Упругие свойства твёрдого тела в области упругой деформации
6. Что такое модуль Юнга?
7. Что такое коэффициент Пуассона?
8. Что такое минимальное смыкающее напряжение?
9. Зависимость смыкающего напряжения от порового давления
10. Модель ньютоновской жидкости
11. Классическая модель степенной жидкости
12. Коэффициент густоты (консистенции) жидкости
13. Степенной показатель
14. Предельное напряжение сдвига
15. Сдвиговая скорость
16. Фильтрационная корка
17. Коэффициент утечки
18. Коэффициент мгновенной утечки
19. Коэффициент динамической утечки
20. Поведение эффективной вязкости жидкости гидроразрыва с течением времени
21. Поведение эффективной вязкости жидкости гидроразрыва от температуры
22. Что такое проппат и каковы его свойства?
23. Какими характеристиками описывается проппантная пачка в трещине?
24. Как и под действием чего изменяются характеристики проппантной пачки с течением времени?
25. Поведение смеси проппантовразных фракций с размером зерна разной крупности

26. Движение проппанта относительно осреднённой по толщине трещины скорости жидкости
27. Что такое критическая концентрация проппанта?
28. Что такое бриджингпроппанта?
29. Что такое концевое экранирование?
30. Оседание проппанта.
31. Мобилизация проппанта.
32. Какие классы моделей используются для описания ГРП?
33. Общие характеристики двумерных моделей.
34. Общие характеристики псевдо-трёхмерных моделей.
35. Общие характеристики планарных моделей.
36. Общие характеристики трёхмерных моделей.
37. Что такое РКН модель?
38. Что такое ячеистая псевдотрёхмерная модель?
39. Что такое планарная модель?

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.

Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Решение практических задач

- I. Анализ тестов:
 1. мини-ГРП;
 2. SRT и SDT тестов;
 3. КПД по Хорнеру;
 4. КПД по Нолти

5. метод Мейерхоффера;
 6. метод Нолти-Смита.
- II. Моделирование гидроразрыва пласта:
1. геомеханическая модель;
 2. гидродинамика и реология;
 3. модели утечек;
 4. модель переноса проппанта;
 5. тепловая модель;
 6. кислотно-проппантный ГРП.

Критерии оценки (в баллах)

Модель построена правильно, что сопровождается устными исчерпывающими и верными рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов	2 балла
Модель построена правильно, и приведено объяснение, но имеются один или несколько недостатков	1 баллов
Модель построена не правильно	0 баллов

Участие в конференциях, публикация статей

1. Публикация статей – 5 баллов

Критерии	Оценка (в баллах)	
Тип работы	Реферативная работа	0,1
	Работа носит исследовательский характер	0,3
	Работа является исследованием	0,6
Использование известных данных и научных фактов	Не использует никаких данных	0
	Автор использовал известные данные	0,4
	Использованы уникальные научные данные	0,6
Полнота цитируемой литературы, ссылка на ученых	Использован учебный материал	0,1
	Использованы специализированные издания	0,3
	Использованы интернет ресурсы	0,6
Актуальность работы	Изучение вопроса не является актуальным	0
	Представленная работа привлекает интерес своей актуальностью	0,4
	Работа содержит научный характер	0,6
Степень новизны полученных результатов	Работа не содержит ничего нового	0
	В работе доказан уже установленный факт	0,4
	В работе получены новые данные	0,6

2. Участие в конференции- 5 баллов

Творческий подход к отбору и структурированию материала	-	1 балл
Новизна и самостоятельность при постановке проблемы	-	1 балл
Выступление не является простым чтением с экрана	-	1 балл

В выступлении дополняются и раскрываются ключевые моменты, представленные на слайдах	-	<i>1 балл</i>
Во время выступления поддерживается зрительный контакт с аудиторией, речь отличается богатством интонаций	-	<i>1 балл</i>

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

1. Уилкинсон У.Л. Неньютоновские жидкости. Гидромеханика, перемешивание и теплообмен. Под ред. Лыков А.В. М.: Мир, 1964. 216 с.
2. Экономидес М., Олини Р. и Валько П. Унифицированный дизайн гидроразрыва пласта: от теории к практике. Под ред. Богданчиков С.М. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2007. 236 с. isbn: 978-5-93972-608-5.
3. Басниев К.С., Кочина И.Н и Максимов В.М. Подземная гидромеханика. М.: Недра, 1993. 416 с. isbn: 5-247-02323-4.

Дополнительная литература:

1. Худайнатов Э.Ю., ред. Основы испытания пластов. М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2012. 432 с. isbn: 978-5-4344-0078-7.
2. Васильев С.В. и др. Гидродинамические и физико-химические свойства пород. Под ред. Веригин Н.Н. М.: Недра, 1977. 271 с.
3. Тихонов А.Н. и Самарский А.А. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1977, с. 735.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредагентства (www.fepo.ru).
4. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
5. www.affp.mics.msu.su

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

<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
1	2	3
<p>1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 218 (физмат корпус-учебное)</p> <p>2. Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p>3. Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p>4. Помещения для самостоятельной работы: Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж), Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж), аудитория № 406 компьютерный класс (физмат корпус-учебное).</p> <p>5. Помещения для хранения и ремонта оборудования: аудитория №605г (физмат корпус-учебное)</p>	<p>Аудитория № 218 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, кондиционер (сплит-система) Haier HSU-24HEK203/R2- HSU-24HUN03/R2, экран настенный с электроприводом Classic Lyra 203x203 (E195x195/1 MW-L8/W), ноутбук HPMini 110-3609er Atom N455/2/250/WiFi/BT/Win7St/10.1"/1.29кг, проектор BenQ MX520 (9H.J6V77.13E/9H.J6V77.13F).</p> <p>Читальный зал №1 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>Читальный зал №2 Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50</p> <p>Аудитория №406 Учебная мебель, доступ в интернет, Компьютер в составе Asus – 4 шт.; Кондиционер(сплит-система) Haier, МФУ Куосега; Персональный компьютер в комплекте № 1 iRU Corp – 6 шт.</p> <p>Аудитория №605г Станок токарный ТВ-16; Станок сверлильный НС-Ш; Осциллограф С1-67; Паяльная аппаратура; Весы аналитические Labof; Весы лабораторные; Шкаф с набором вспомогательного материала (резисторов, конденсаторов, предохранителей и т.д), Набор инструментов для ремонта оборудования.</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p>

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

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Моделирование гидравлического разрыва пласта на 4 семестр

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	43,7
лекций	14
практических/ семинарских	-
лабораторных	28
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	<u>1,3</u>
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	27

Форма(ы) контроля:
экзамен в 4 семестре

№ 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/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Модуль 1: Общие сведения о гидравлическом разрыве пласта							
1.	Процессы, происходящие при гидравлическом разрыве пласта	2			2	[2]		Коллоквиум, выполнение практических задач
2.	Приток жидкости к трещине гидроразрыва	1			2	[2, 3] [1]		коллоквиум, выполнение практических задач
3.	Напряжённое состояние горной породы и возникновение трещины	2			3	[2] [2]		коллоквиум, выполнение практических задач
4.	Геомеханическая модель пласта применительно к процессам гидравлического разрыва	1			2	[2]		коллоквиум, выполнение практических задач
5.	Теория упругости применительно к процессам гидравлического разрыва пласта	1			2	[2]		коллоквиум, выполнение практических задач

6.	Реологическая модель жидкости гидроразрыва	1			2	[1]		коллоквиум, выполнение практических задач
7.	Перенос суспензии (жидкость + проппант) в трещине	1			2	[1]		коллоквиум, выполнение практических задач
8.	Проводимость проппантной пачки	1			2			коллоквиум, выполнение практических задач
9.	Процессы кислотно-проппантного ГРП	1			2			коллоквиум, выполнение практических задач
	Модуль2: модели гидравлического разрыва пласта							
10.	Иерархическая структура математической модели гидравлического разрыва пласта	1			2	[2]		коллоквиум, выполнение практических задач
11.	Основные физ-мат. модели, применяемые для описания ГРП и их применимость в исследовательской и инженерной практиках	1			2	[2]: [3]:		коллоквиум, выполнение практических задач
12.	Этапы развития моделей	1			2			коллоквиум, выполнение практических задач
13.	Общие свойства и отличия моделей гидравлического разрыва пласта	1			2			коллоквиум, выполнение практических задач
	Модуль3: Модели: PKN, ячеистая P3D и планарная 3D							

14.	Основные приближения модели РКН. Система уравнений модели РКН. Аппроксимирующее уравнения и их решения.	2			3	[2]		коллоквиум, выполнение практических задач
15.	Основные приближения ячеистой РЗДмодели и её связь с моделью РКН. Основные уравнения ячеистой РЗДмодели.	2			3			коллоквиум, выполнение практических задач
16.	Планарная модель гидравлического разрыва паста. Основные отличия и особенности в сравнении с более простыми моделями. Система уравнений и ограничения.	2			3	[-] [3]		коллоквиум, выполнение практических задач
17.	Модуль4: Перенос пропанта и реагентов по трещине							
18.	Модель переноса пропанта	2			3,8	[-] [3]		коллоквиум, выполнение практических задач
19.	Модель реакции и переноса кислоты по трещине кислотно-пропантного гидравлического разрыва пласта	2			4	[-] [3]		Коллоквиум, выполнение практических задач
	Всего часов:	28	-	-	43,8			

