

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 29 » мая 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Основы гидродинамического моделирования нефтегазовых
объектов
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: специалитет
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 21.05.02 Прикладная геология
(код и наименование направления)

Направленность: Геология месторождений нефти и газа (СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Ознакомление с основами гидродинамического моделирования объектов разработки на нефть и газ, процессов разработки продуктивных пластов, функционирования добывающих и нагнетательных скважин; с программными средствами выполнения системно-структурного моделирования, осуществляемого применительно к решению задач проектирования, анализа и регулирования процессов в нефтегазодобыче, инженерно-технологического управления нефтегазодобычей.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- трехмерные гидродинамические модели;
- этапы создания гидродинамических моделей;
- производственные процессы использующие геолого-гидродинамические модели.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает основные этапы создания гидродинамической модели месторождения	Знает назначение, содержание и этапы построения цифровых геологических и фильтрационных моделей	Дифференцированный зачет
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет приводить исходную информацию для создания гидродинамической модели в формат необходимый для загрузки данных в программный продукт	Умеет использовать исходные данные для построения цифровых моделей; обоснованно выбирать методы и способы моделирования геологических объектов, в зависимости от их характеристик; интерпретировать полученные модели геологических объектов	Отчёт по практическому занятию
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками работы в программном продукте Tempest MORE компании ROXAR	Владеет навыками выполнения элементов геолого-гидродинамического моделирования нефтяных объектов с применением специализированных программных продуктов	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	Знает источники получения исходной информации для создания трехмерной фильтрационной модели месторождения	Знает геолого-промысловую характеристику залежей и объектов разработки; распределение запасов по залежам; технику и методику проведения геолого-промысловых исследований; основы техники и технологии разработки месторождений	Дифференцированный зачет
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	Умеет анализировать карты плотности остаточных запасов и текущей нефтенасыщенности при проведении геолого-промыслового анализа	Умеет анализировать геолого-промысловую информацию и распределение запасов по объектам; разрабатывать программы проведения геолого-промысловых исследований на объектах разработки;	Отчёт по практическому занятию
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	Владеет навыками использования гидродинамической модели для проведения геолого-промыслового анализа	Владеет навыками формирования планов геолого-промысловых работ на основе исходной геолого-промысловой информации; применения технологии проведения геолого-промысловых исследований; разработки заданий на строительство и исследование скважин	Отчёт по практическому занятию
ПК-3.1	ИД-1ПК-3.1	Знает методы получения информации о гидродинамических свойствах коллекторов и флюидов в процессе их исследования	Знает объекты профессиональной деятельности, задачи исследований, методы проведения экспериментальных исследований	Дифференцированный зачет
ПК-3.1	ИД-2ПК-3.1	Умеет выполнять анализ работы добывающих и нагнетательных скважин на объекте разработки с целью учета данной информации в трехмерной фильтрационной модели	Умеет проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований	Отчёт по практическому занятию
ПК-3.1	ИД-3ПК-3.1	Владеет навыками написания стандартного отчета по гидродинамическому моделированию в	Владеет навыками проведения исследований объектов профессиональной деятельности, составления	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		соответствии с содержанием проектного документа на разработку месторождения	отчетов по выполненным исследованиям и разработкам	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	64	64	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	26	26	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	116	116	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)	36	36	
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
8-й семестр				
Основы гидродинамического моделирования	4	0	6	10
Трехмерное гидродинамическое моделирование нефтяных и газовых месторождений. Общие сведения.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Этапы создания гидродинамической модели	6	0	10	40
1. Создание геологической модели, выбор масштаба сетки, схемы выделения слоев, Upscalling; 2. Сбор, обработка и подготовка данных о физико-химических свойствах коллекторов и флюидов, относительных фазовых проницаемостях и капиллярных сил; 3. Воспроизведение истории разработки (обработка и подготовка исторических данных работы скважин); 4. Моделирование пластовой водонапорной системы; 5. Адаптация модели по истории разработки (уточнение параметров).				
Эксплуатация гидродинамической модели	6	0	8	46
- Расчет прогнозных вариантов; - Выбор оптимальных вариантов разработки, анализ с точки зрения проведения мероприятий по скважинам.				
Основные цели и возможности гидродинамического моделирования	6	0	6	10
- Выбор оптимального варианта разработки - Снижение затрат на разработку - Увеличение добычи нефти и соответственно прибыли - Моделирование различных сценариев разработки месторождения, выбор оптимальных вариантов - Оценка влияния плотности сетки скважин и расположения скважин - Определение необходимости проведения мероприятий на скважинах и их оценка - Определение зон невыработанных запасов и мероприятий по их извлечению - Определение эффективности проектирования скважин со сложной траекторией, резкой боковых стволов - Оценка влияния методов повышения нефтеотдачи на КИН				
Критерии качества создания гидродинамических моделей	4	0	6	10
Регламентированные требования при создании трехмерных цифровых гидродинамических моделей				
ИТОГО по 8-му семестру	26	0	36	116
ИТОГО по дисциплине	26	0	36	116

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Изучение секций гидродинамического симулятора Tempest MORE
2	Использование ключевых слов при гидродинамическом моделировании
3	Создание прокси-модели залежи
4	Настройка и модификация основных параметров модели
5	Адаптация скважин на историю разработки

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Создание упрощенной модели пласта и моделирование системы разработки залежи

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

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 раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. 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.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Путилов И. С. Трехмерное геологическое моделирование при разработке нефтяных и газовых месторождений : учебно-методическое пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011. 71 с. 4,5 усл. печ. л.	17
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Распопов А. В., Мордвинов В. А. Проектирование разработки нефтяных и газовых месторождений : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2010. 117 с.	56
2.2. Периодические издания		
1	Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011 -.	
2.3. Нормативно-технические издания		
1	Регламент детализирует требования к постоянно-действующим геолого-технологическим моделям нефтяных и газонефтяных месторождений, применяемых при составлении документов, предусмотренных РД 153-39-007-96	1
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Методические указания по созданию постоянно действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяных месторождений; Москва ОАО "ВНИИОЭНГ", 2003, 2-х ч. ч 1 -162.	1
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Нефтегазовые технологии: физико-математическое моделирование течений : учебное пособие для вузов / Шабаров А. Б., Примаков С. С., Гильмиев Д. Р., Григорьев Б. В. Москва : Юрайт, 2020. 215 с. 13,44 усл. печ. л.	1

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Проектирование разработки нефтяных и газовых месторождений	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-160630	локальная сеть; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	WinRAR (лиц.№ 879261.1493674)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	Roxar Tempest (академ.лиц. каф.ГНГ)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	tNavigator (академ. лиц. каф. ГНГ)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	РН-КИМ (академ.лиц. каф ГНГ)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовой проект	ноутбук	1
Лекция	ноутбук, проектор, экран настенный, доска аудиторная	1
Практическое занятие	стол преподавателя, столы компьютерные, мультимедиа комплекс в составе: проектор Mitsubishi XD 490, компьютер. Intel Core 2DUO, экран Progetca Elpo Electrol, компьютеры. Intel Core 2DUO, принтер HP Lazer Jet1536 dnfMFP, сканер HP Scanjet G 2410	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (8-ой семестр базового учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим работам и дифференцированного зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	Т	С	КР	ПЗ	Диф. зачет	КП
Усвоенные знания						
3.1 Знает основные этапы создания гидродинамической модели месторождения	ТО			ПЗ	ТВ	
3.2 Знает источники получения исходной информации для создания трехмерной фильтрационной модели месторождения	ТО			ПЗ	ТВ	КП
3.3 Знает методы получения информации о гидродинамических свойствах коллекторов и флюидов в процессе их исследования		С			ТВ	КП
Освоенные умения						
У.1 Умеет приводить исходную информацию для создания гидродинамической модели в формат необходимый для загрузки данных в программный продукт			КР	ПЗ	ПЗ	
У.2 Умеет анализировать карты плотности остаточных запасов и текущей нефтенасыщенности при проведении геолого-промыслового анализа			КР	ПЗ	ПЗ	
У.3 Умеет выполнять анализ работы добывающих и нагнетательных скважин на					ПЗ	КП

объекте разработки с целью учета данной информации в трехмерной фильтрационной модели					
Приобретенные владения					
В.1 Владеет навыками работы в программном продукте Tempest MORE компании ROXAR			ПЗ	ПЗ	КП
В.2 Владеет навыками использования гидродинамической модели для проведения геолого-промыслового анализа		КР	ПЗ	ПЗ	
В.3 Владеет навыками написания стандартного отчета по гидродинамическому моделированию в соответствии с содержанием проектного документа на разработку месторождения				ПЗ	КП

Текущий контроль: ТО – коллоквиум (теоретический опрос); С – собеседование по теме

Рубежный контроль: КР – контрольная работа; ПЗ – практическая работа

Итоговый контроль: ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – комплексное задание экзамена, КП – курсовой проект.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения раздела дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты практических работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита практических работ

Всего запланировано 5 практических работ. Типовые темы работ приведены в РПД.

Защита практических заданий проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по разделу 3 «Этапы создания гидродинамической модели», вторая КР – по разделу 5 «Основные цели и возможности гидродинамического моделирования».

Типовые задания первой КР:

1. Построить геолого-стратиграфический разрез по объекту разработки
2. Выполнить расчет геологических запасов УВ масштабированной модели

Типовые задания второй КР:

1. Перечислить секции гидродинамического симулятор
2. Выполнить адаптацию пластового давления

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде дифференцированного зачета по дисциплине письменно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных

компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для дифференцированного зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Цели и задачи гидродинамического моделирования.
2. Основные понятия и определения гидродинамического моделирования
3. Исходные данные для создания трехмерных гидродинамических моделей месторождений
4. Основные этапы создания гидродинамической модели

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений и приобретенных владений:

1. Определить необходимость ремасштабирования модели
2. Алгоритм построения геолого-стратиграфического разреза
3. Методы моделирования законтурной области
4. Получить распределение нефтенасыщенных толщин с трехмерной сетки
5. Методы адаптации скважин
6. По этапам создания гидродинамической модели, описать секции гидродинамического симулятора
7. Подобрать наиболее оптимальную форму ОФП при адаптации объекта разработки

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта дифференцированного зачета хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время проверки заданий дифференцированного зачета.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче дифференцированного зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при дифференцированном зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в тесте компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде дифференцированного зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.