

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

« 02 » октября 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Механика сплошной среды _____
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: _____ 108 (3) _____
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии _____
(код и наименование направления)

Направленность: _____ Нефтегазовые техника и технологии (СУОС) _____
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование комплекса знаний, умений и навыков при строительстве скважин. задачи учебной дисциплины: <ul style="list-style-type: none">• изучение организации работ по гидравлическому разрыву пласта;• формирование умения исследования свойств горных пород при до-быче пластовых флюидов;• формирование умения проводить расчеты, использовать норматив-ные документы, составлять технологические и рабочие документы при строительстве, эксплуатации и ремонте скважин;• формирование навыков осуществлять и корректировать техноло-гические процессы при строительстве, эксплуатации и ремонте сква-жин.
--

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Напряженное состояние горных пород забоя и околоствольного пространства буровых скважин; Механические модели разрушения горных пород под действием внешних нагрузок различной физической природы; Факторы, влияющие на устойчивость горных пород, слагающих стенки буровых скважин.

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
ОПК-1	ИД-1ОПК-1	Знает принципиальные особенности задач профессиональной деятельности с учетом основных требований и потребностей механики сплошной среды	Знает принципиальные особенности задач профессиональной деятельности с учетом основных требований и потребностей нефтегазовой отрасли	Контрольная работа
ОПК-1	ИД-2ОПК-1	Умеет решать задачи профессиональной деятельности с учетом основных требований и потребностей механики сплошной среды	Умеет решать задачи профессиональной деятельности с учетом основных требований и потребностей нефтегазовой отрасли	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-3ОПК-1	Владеет навыками решать производственные и (или) исследовательские задачи профессиональной деятельности с учетом основных требований и потребностей механики сплошной среды	Владеет навыками решать производственные и (или) исследовательские задачи профессиональной деятельности с учетом основных требований и потребностей нефтегазовой отрасли	Зачет
ОПК-5	ИД-1ОПК-5	Знает места сбора информации, требуемой для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности с учётом механики сплошной среды	Знает места сбора информации, требуемой для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	Контрольная работа
ОПК-5	ИД-2ОПК-5	Умеет находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности при анализе механики сплошной среды	Умеет находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, проводить патентный анализ и трансфер технологий	Защита лабораторной работы
ОПК-5	ИД-3ОПК-5	Владеет навыками проведения патентного анализа и трансфера технологий в механике сплошной среды	Владеет навыками проведения патентного анализа и трансфера технологий	Зачет

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	38	38	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	70	70	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

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
5-й семестр				
Основные понятия и уравнения механики горных пород	1	0	0	0
Введение				
Понятия и уравнения механики горных пород	4	4	0	10
Подобие и моделирование в механике горных пород Напряженное состояние горных пород. Тензоры напряжений и деформации. Естественно напряженное состояние горных пород. Основные законы механики горных пород. Свойства горных пород.				
Кинематика и динамика горных пород	4	4	0	20
Основные уравнения и законы динамики горных пород. Основные уравнения и законы кинематики горных пород.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Процессы взаимодействия горных пород и пластового флюида в скважине	4	5	0	20
Взаимодействие горных пород и насыщающих её жидкостей и газов. Напряженное состояние горных пород и его изменение вблизи скважины.				
Механическое воздействие на горную породу при строительстве и эксплуатации скважин	5	5	0	20
Теория упругости горных пород. Механизм образования трещины при гидравлическом разрыве пласта. Заключение				
ИТОГО по 5-му семестру	18	18	0	70
ИТОГО по дисциплине	18	18	0	70

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Определение величины вертикальных составляющих напряжений от действия системы сосредоточенных сил
2	Определение характеристик механических свойств горных пород при вдавливании штампов с плоским основанием.
3	Определение категории горных пород по буримости на основе объединенного значения динамической прочности и абразивности пород
4	Определение категории горных пород по буримости с помощью прибора «ВИТР-ОТ»
5	Определение абразивности горных пород по методу Л.И. Барона и А.В. Кузнецова
6	Определение классификационных параметров и классификация пород
7	Определение классификационных и расчетных параметров пород по заданным показателям.
8	Определение статической твердости и связанных с ней механических свойств горных пород с помощью экспериментальной установки УМП-3 по методу Л.А. Шрейнера

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.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

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, лабораторным работам 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	Технология и техника бурения. Горные породы и буровая техника. Москва : ИНФРА-М, 2015. 236 с. 15 усл. печ. л.	2
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Механика сплошной среды / Л. И. Седов. Т. 1. Москва : Наука, 1970. 492 с.	1

2	Механика сплошной среды. 1. Санкт-Петербург : Лань, 2004. 528 с.	48
3	Механика сплошной среды. 2. Санкт-Петербург : Лань, 2004. 560 с.	38
2.2. Периодические издания		
1	Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений : научно-технический журнал. Москва : ВНИИОЭНГ, 1992 - .	
2	Нефтяное хозяйство : научно-технический и производственный журнал. Москва : Нефтяное хозяйство, 1920 - .	
3	Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море : научно-технический журнал. Москва : ВНИИОЭНГ, 1993 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
1	Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности : РД 08-200-98. Санкт-Петербург : ДЕАН, 2001. 176 с.	2
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Годунов С. К. Элементы механики сплошной среды. Москва : Наука : Физматлит, 1978. 303 с.	3

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Бурение наклонных и горизонтальных скважин : справочник / А. Г. Калинин [и др.]. - Москва: Недра, 1997.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6151	локальная сеть; авторизованный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Журавлев Г. И. Бурение и геофизические исследования скважин : учебное пособие / Журавлев Г. И., Журавлев А. Г., Серебряков А. О. - СанктПетербург: Лань, 2018.	http://elib.pstu.ru/Record/lan98237	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	MS Windows 11 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Microsoft Office Visio Professional 2016 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

Вид ПО	Наименование ПО
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	Roxar Tempest (академ.лиц. каф.ГНГ)
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	Горизонт+ (академ. лиц.)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	РН-СИГМА (академ. лиц.)

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
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/
Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки	https://dvs.rsl.ru/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Компьютеры в комплекте (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с выходом в Интернет. Парты, стол преподавателя, стулья	15
Лабораторная работа	Мультимедиа комплекс в составе: мультимедиа проектор ViewSonic PG705HD потолочного крепления, система акустическая	1
Лекция	Интерактивная доска SmartBoard 690	1

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Компьютеры в комплекте (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с выходом в Интернет	15
Лекция	Мультимедиа комплекс в составе: мультимедиа проектор ViewSonic PG705HD потолочного крепления, система акустическая. Парты, стол преподавателя, стулья	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Механика сплошной среды»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии
Направленность (профиль) образовательной программы:	Нефтегазовые техника и технологии Технология бурения нефтяных и газовых скважин Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений
Квалификация выпускника:	Специалист
Выпускающая кафедра:	Нефтегазовые технологии
Форма обучения:	Очная

Курс: 3

Семестр: 5

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 3Е

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч.

Вид контроля:

Дифференцированный зачет: 5 семестр

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «Механика сплошной среды». 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 (9-го семестра учебного плана). В каждом разделе предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также лабораторные работы и 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 и лабораторным 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
	С	ТО	ОПЗ	ОЛР	Т/КР	Диф зачет
Усвоенные знания						
3.1. Номенклатура и конструктивно-технологические особенности оборудования резервуарных парков и хранилищ	С	ТО			Т1	ТО
3.2. Особенности функционирования технологического оборудования резервуарных парков и хранилищ	С	ТО			Т2	ТО
Освоенные умения						
У.1. Анализировать и определять условия эффективной эксплуатации оборудования, используемого в резервуарных парках и хранилищах			ОПЗ			
У.2. Управлять технологическими процессами функционирования резервуарных парков и хранилищ			ОПЗ			
Приобретенные владения						
В.1. Навыками проведения расчетов параметров работы технологического оборудования резервуарных парков и хранилищ				ОЛР		
В.2. Навыками принятия решений по управлению процессами эксплуатации резервуарных парков и хранилищ				ОЛР		

С – собеседование по теме; ТО теоретический опрос; ОПЗ – отчет по практическому занятию; ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета. Результаты текущего и рубежного контроля учитываются при выставлении оценки дифференцированного зачета.

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 и/или практическим работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля 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.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме контрольных, защиты отчетов по лабораторной работе и рубежных контрольных работ.

2.2.1. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1

«Основные понятия и уравнения механики горных пород.», вторая КР – по модулю 2 «Процессы, протекающие в горных породах при взаимодействии с пластовым флюидом», третья КР – по модулю 3 «Процессы, протекающие в горных породах при воздействии на них человека»

Типовые задания первой КР:

1. Основные понятия, термины и определения.
2. Методы составления моделей.
3. Нормальные и касательные напряжения в горной породе.
4. Деформация горной породы во времени.
5. Уравнение состояния горных пород.
6. Законы сохранения вещества и энергии горных пород.
7. Уравнения Навье-Стокса.
8. Методы Лагранжа и Эйлера описания движения сплошной среды и связь между ними.
9. Тензор малых деформаций Коши.
10. Тензоры деформации и поворотов.

Типовые задания второй КР:

1. Взаимодействие пористой горной породы и насыщающей её жидкости.
2. Изменение объема горной породы при изменении давления жидкости, насыщающей её.
3. Процессы протекающие на границе взаимодействия зерна породы с жидкостью и соседним зерном.
4. Естественное напряженное состояние горных пород вблизи скважины.
5. Методы определения естественного напряженного состояния горных пород.
6. Полное горное давление и боковое давление.
7. Изменение напряженного состояния горных пород вблизи скважины при её строительстве.
8. Метод Мусхелишвили для расчета напряженного состояния горных пород вблизи скважины при её строительстве.

Типовые задания третьей КР:

1. Модель упругого тела.
2. Основные исходные уравнения.
3. Уравнения состояния упругого тела.
4. Замкнутая система уравнений, описывающая поведение упругого тела
5. Нелинейно-упругое тело, изотропные и анизотропные упругие среды.
6. Условие Христиановича при образовании трещины.
7. Вертикальная и горизонтальная трещины.
8. Давление, изменяющееся по линейному и параболическому закону при гидравлическом разрыве пород.
9. Образование горизонтальных трещин, при гидравлическом разрыве пород, путем закачки в пласт фильтрующейся и нефилтующейся жидкости.

Моделирование процесса гидравлического разрыва пород.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.3. Защита лабораторных работ

Всего запланировано три лабораторные работы. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторных работы проводится посредством собеседования с преподавателем.

Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.4. Контроль самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется посредством устного опроса.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

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

Промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета по дисциплине проводится в форме устного опроса по основным темам дисциплины (приведены в основной части РПД).

Шкалы оценивания результатов обучения на дифференцированно зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

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 считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой при устном опросе компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

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.