

**Бюджетное учреждение высшего образования**  
Ханты-Мансийского автономного округа-Югры  
"Сургутский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР

\_\_\_\_\_ Е.В. Коновалова

«16» июня 2022 г., протокол УС № 6

## Подземная гидродинамика

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	<b>Экспериментальной физики</b>
Учебный план	b030302-ЦифрТех-22-4.plx 03.03.02 ФИЗИКА Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике
Квалификация	<b>Бакалавр</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Общая трудоемкость	<b>3 ЗЕТ</b>

Часов по учебному плану	108	Виды контроля в семестрах:
в том числе:		экзамены 7
аудиторные занятия	32	
самостоятельная работа	49	
часов на контроль	27	

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	17 3/6			
Неделя	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Итого ауд.	32	32	32	32
Контактная работа	32	32	32	32
Сам. работа	49	49	49	49
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*к.ф.-м.н., доцент Сысоев С.М.*

Рабочая программа дисциплины

**Подземная гидродинамика**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 ФИЗИКА (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 07.08.2014 г. № 937)

составлена на основании учебного плана:

03.03.02 ФИЗИКА

Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике

утвержденного учебно-методическим советом вуза от 16.06.2022 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Экспериментальной физики**

Зав. кафедрой д.ф.-м.н, профессор Ельников А.В.

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
1.1	Цели освоения дисциплины «Подземная гидродинамика»:
1.2	в области обучения - сформировать базовые знания, умения, навыки для понимания процессов, происходящих в пласте при разработке нефтяных и газовых месторождений, и для решения задач подземной гидродинамики.
1.3	в области воспитания –эффективно работать индивидуально и в команде, проявлять умения и навыки, необходимые для профессионального и личностного развития, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия;
1.4	в области развития –осваивать новые профессиональные знания и умения, стремиться к самоорганизации и самообразованию, непрерывному профессиональному самосовершенствованию в течение всей жизни.

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП</b>	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.ДВ.09
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Геофизика
2.1.2	Геофизические методы исследования скважин
2.1.3	Методы геофизических исследований
2.1.4	Методы ядерной геофизики
2.1.5	Механика геофизических сред
2.1.6	Линейные и нелинейные уравнения физики
2.1.7	Общая и нефтепромысловая геология
2.1.8	Физические основы разработки месторождений нефти
2.1.9	Дифференциальные уравнения
2.1.10	Численные методы и математическое моделирование
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Интерпретация геофизических данных
2.2.2	Производственная практика, преддипломная
2.2.3	Сейсмические и акустические методы исследования
2.2.4	Телекоммуникационные системы в геофизике
2.2.5	Производственная практика, научно-исследовательская работа

<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>
<b>ОК-6:</b> способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
<b>ОК-7:</b> способностью к самоорганизации и самообразованию
<b>ОПК-3:</b> способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач
<b>ПК-1:</b> способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	законы, закономерности и особенности фильтрации жидкостей и газов в пористых и трещиноватых средах;

3.1.2	влияние гидродинамического несовершенства скважин и фильтрационных сопротивлений на точность определений параметров пласта.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	применять профессиональную терминологию в области разработки и эксплуатации нефтяных и газовых скважин;
3.2.2	самостоятельно решать задачи пространственной фильтрации;
3.2.3	работать в коллективе, решая задачи по интерпретации результатов гидродинамических исследований скважин;
3.2.4	применять и совершенствовать полученные навыки при решении задач разработки месторождений.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	методами определения фильтрационных параметров пласта;
3.3.2	методами решения основных задач подземной гидромеханики;
3.3.3	навыками оценки гидродинамического состояния и фильтрационных характеристик прискважинных зон продуктивных пластов.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Примечание
	<b>Раздел 1. Физические основы подземной гидромеханики</b>					
1.1	Модели фильтрационного течения, флюидов и коллекторов. Характеристики коллекторов. /Лек/	7	2	ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э5	
1.2	Модели фильтрационного течения, флюидов и коллекторов. /Пр/	7	2	ОК-6 ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Э1 Э5	
1.3	Характеристики коллекторов. /Ср/	7	6	ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э5	
	<b>Раздел 2. Дифференциальные уравнения фильтрации</b>					
2.1	Скорость фильтрации. Общая система уравнений подземной гидромеханики. Закон Дарси. Уравнения потенциального движения для пористой среды. Уравнения фильтрации для трещинно-пористой среды. Начальные и граничные условия. Замыкающие соотношения. /Лек/	7	2	ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э5	
2.2	Уравнения потенциального движения для пористой среды. Уравнения фильтрации для трещинно-пористой среды. Начальные и граничные условия. Замыкающие соотношения /Пр/	7	2	ОК-6 ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Э1 Э5	
2.3	Уравнения фильтрации для трещинно- пористой среды. /Ср/	7	6	ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.3 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э4 Э5	
	<b>Раздел 3. Установившаяся потенциальная одномерная фильтрация</b>					

3.1	Виды одномерных потоков. Исследование одномерных течений. Фильтрация в неоднородных средах. Приток к несовершенным скважинам. Влияние радиуса скважины на её производительность. /Лек/	7	2	ОК-7 ОК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э5	
3.2	Исследование одномерных течений. Фильтрация в неоднородных средах /Пр/	7	2	ОК-6 ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.3 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э5	
3.3	Приток к несовершенным скважинам. /Ср/	7	6	ОК-7 ОК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.3 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э3 Э5	
3.4	/Контр.раб./	7	0		Э1 Э5	задания для контрольной работы
<b>Раздел 4. Нестационарная фильтрация упругой жидкости и газа</b>						
4.1	Упругая жидкость. Понятия об упругом режиме пласта. Основные параметры теории упругого режима. Уравнение пезопродности. Приток к скважине в пласте неограниченных размеров. Приток к скважине в пласте конечных размеров в условиях упруговодонапорного и замкнутоупругого режимов. Неустановившаяся фильтрация газа в пористой среде. Уравнение Лейбензона. /Лек/	7	2	ОК-7 ОК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э5	
4.2	Уравнение пезопродности. Приток к скважине в пласте неограниченных размеров. Приток к скважине в пласте конечных размеров в условиях упруговодонапорного и замкнутоупругого режимов. /Пр/	7	2	ОК-6 ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э5	
4.3	Неустановившаяся фильтрация газа в пористой среде. /Ср/	7	6	ОК-7 ОК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э5	
<b>Раздел 5. Основы теории фильтрации многофазных систем</b>						
5.1	Связь с проблемой нефтегазоотдачи пластов. Основные характеристики многофазной фильтрации. Исходные уравнения многофазной фильтрации. Потенциальное движение газированной жидкости. Фильтрация водонефтяной смеси и многофазной жидкости. Одномерные модели вытеснения несмешивающихся жидкостей. /Лек/	7	2	ОК-7 ОК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э5	
5.2	Потенциальное движение газированной жидкости. Фильтрация водонефтяной смеси и многофазной жидкости. Одномерные модели вытеснения несмешивающихся жидкостей. /Пр/	7	2	ОК-6 ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э5	
5.3	Фильтрация водонефтяной смеси и многофазной жидкости. /Ср/	7	6	ОК-7 ОК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э5	

	<b>Раздел 6. Основы фильтрации неньютоновских жидкостей</b>					
6.1	Реологические модели фильтрующихся жидкостей и нелинейные законы фильтрации. Одномерные задачи фильтрации вязкопластичной жидкости. Образование застойных зон при вытеснении нефти водой. /Лек/	7	2	ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.3 Л1.4Л2.4Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э5	
6.2	Одномерные задачи фильтрации вязкопластичной жидкости. /Пр/	7	2	ОК-6 ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Э1 Э5	
6.3	Образование застойных зон при вытеснении нефти водой /Ср/	7	6	ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.4Л3.1 Л3.2 Э1 Э3 Э5	
	<b>Раздел 7. Установившаяся потенциальная плоская (двухмерная) фильтрация</b>					
7.1	Фильтрационный поток от нагнетательной скважины к эксплуатационной. Приток к группе скважин с удаленным контуром питания. Приток к скважине в пласте с прямолинейным контуром питания. Приток к скважине, расположенной вблизи непроницаемой прямолинейной границы. Метод эквивалентных фильтрационных сопротивлений. Интерференция несовершенных скважин /Лек/	7	2	ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.4Л3.1 Л3.2 Э1 Э5	
7.2	Приток к группе скважин с удаленным контуром питания. Приток к скважине в пласте с прямолинейным контуром питания. /Пр/	7	2	ОК-6 ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Э1 Э5	
7.3	Приток к скважине, расположенной вблизи непроницаемой прямолинейной границы. /Ср/	7	6	ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э5	
	<b>Раздел 8. Решение плоских задач фильтрации методами теории функций комплексного переменного</b>					
8.1	Общие положения теории функций комплексного переменного. Характеристическая функция, потенциал и функция тока. Характеристические функции некоторых основных типов плоского потока. Характеристическая функция течения при совместном действии источника и стока. Характеристическая функция течения для кольцевой батареи скважин. /Лек/	7	2	ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э5	
8.2	Характеристические функции некоторых основных типов плоского потока. Характеристическая функция течения при совместном действии источника и стока. /Пр/	7	2	ОК-6 ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.3 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э5	

8.3	Характеристическая функция течения при совместном действии источника и стока. /Ср/	7	7	ОК-6 ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э4 Э5	
<b>Раздел 9. Подземная гидродинамика</b>						
9.1	/Экзамен/	7	27	ОК-6 ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Вопросы к экзамену

<b>5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ</b>	
<b>5.1. Контрольные вопросы и задания</b>	
Представлены отдельным документом	
<b>5.2. Темы письменных работ</b>	
Представлены отдельным документом	
<b>5.3. Фонд оценочных средств</b>	
Представлены отдельным документом	

<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
<b>6.1. Рекомендуемая литература</b>				
<b>6.1.1. Основная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Афанаскин И. В., Вольпин С. Г., Юдин В. А.	Подземная гидромеханика: курс лекций	Москва: Федеральный научный центр Научно- исследовательский институт системных исследований Российской академии наук, 2017	27
Л1.2	Карнаухов М. Л., Пьянкова Е. М.	Современные методы гидродинамических исследований скважин: Справочник инженера по исследованию скважин	Москва: Инфра- Инженерия, 2013, Электронный ресурс	1
Л1.3	Басниев К. С., Дмитриев Н. М., Каневская Р. Д., Максимов В. М.	Подземная гидромеханика: учебное пособие	Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006, Электронный ресурс	1

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.4	Савинкова Л. Д.	Основы подземной нефтегазогидромеханики: Учебное пособие	Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017, Электронный ресурс	1
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Шадрина А. В., Крец В. Г.	Основы нефтегазового дела: учебное пособие	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016, Электронный ресурс	1
Л2.2	Дмитриев Н. М.	Лекции по подземной гидромеханике. Выпуск 1.	Москва: Издательство "Нефть и газ" РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2002, Электронный ресурс	1
Л2.3	Дмитриев Н. М.	Подземная гидромеханика. Пособие для семинарских занятий.	Москва: Интерконтакт Наука, 2008, Электронный ресурс	1
Л2.4	Зеливянская О.Е.	Петрофизика: учебное пособие	Ставрополь: Северо- Кавказский федеральный университет, 2015, Электронный ресурс	1
Л2.5	Коновалова Л. Н., Зиновьева Л. М., Гукасян Т. К.	Физика пласта: Учебное пособие	Ставрополь: Северо- Кавказский федеральный университет, 2016, Электронный ресурс	1
<b>6.1.3. Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Сысоев С. М.	Подземная гидродинамика: методические рекомендации по освоению дисциплины и задания для подготовки к экзамену	Сургут: Издательский центр СурГУ, 2019, Электронный ресурс	1



	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
ЛЗ.2	Хохлова Н. Ю., Жаткин С. С.	Гидромеханика нефти и газа в примерах и задачах: Учебно-методическое пособие	Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018, Электронный ресурс	1

#### **6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"**

Э1	Лекциопедия - библиотека лекционного материала ( <a href="http://lektsiopedia.org">lektsiopedia.org</a> ).
Э2	Электронная библиотека «Нефть и газ» <a href="http://www.oglibrary.ru/">http://www.oglibrary.ru/</a>
Э3	Общество инженеров-нефтяников (SPE) <a href="http://www.spe.org">http://www.spe.org</a>
Э4	портал научно-технической информации электронной библиотеки «Нефть и газ»; <a href="http://www.nglib.ru">www.nglib.ru</a>
Э5	журнал «Нефтегазовое дело» <a href="http://www.ogbus.ru">http://www.ogbus.ru</a>

#### **6.3.1 Перечень программного обеспечения**

6.3.1.1	Пакет прикладных программ Microsoft Office
6.3.1.2	Операционная система Windows

#### **6.3.2 Перечень информационных справочных систем**

6.3.2.1	<a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a> Информационно-правовой портал Гарант.ру
6.3.2.2	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a> Справочно-правовая система Консультант Плюс

### **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

7.1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа (лабораторных занятий), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена: комплект специализированной учебной мебели, маркерная (меловая) доска, комплект переносного мультимедийного оборудования - компьютер, проектор, проекционный экран, компьютеры с возможностью выхода в Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду. Обеспечен доступ к сети Интернет и в электронную информационную среду организации.
-----	---