

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ИИИПР

Н.В. Гусева

«30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

Подземная гидромеханика и гидродинамика			
Направление подготовки/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело»		
Образовательная программа (направленность (профиль))	«Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»		
Специализация	«Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»		
Уровень образования	высшее образование – бакалавриат		
Курс	3	семестр	5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		32
	Практические занятия		32
	Лабораторные занятия		24
	ВСЕГО		88
Самостоятельная работа, ч			128
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			Курсовой проект
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной аттестации	экзамен диф. зачет	Обеспечивающее подразделение	ОНД
И. о. заведующего кафедрой - руководителя отделения на правах кафедры ОНД Руководитель ООП Преподаватель			И.А. Мельник
			Ю.А. Максимова
			Е.Г. Карпова

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Подземная гидромеханика и гидродинамика» является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов обучения	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-1	Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания	И.ОПК(У)-1.8	Выполняет построение различных моделей в подземной гидромеханике и гидродинамике с использованием методик расчета этих моделей	ОПК(У)-1.8B1	Владеет терминологией и методами механики сплошной среды, для осуществления учебного и профессионального видов деятельности
				ОПК(У)-1.8У1	Умеет выбирать для описания движения сплошных сред физическую и математическую модель, выбрать метод решения задачи
				ОПК(У)-1.831	Знает основные законы механики сплошных сред, свойства твердых, жидких, газообразных сред, основные законы движения жидкостей и газа
				ОПК(У)-1.8B2	Владеет алгоритмами решения задач гидравлики: расчета силовых стационарных и импульсных нагрузок на гидравлические сооружения; расчета простых и сложных трубопроводов; расчета расходов жидкости и газа при их фильтрации через пористые среды
				ОПК(У)-1.8У2	Умеет проводить гидравлические расчеты для существующих систем добычи, хранения и транспорта скважинной продукции, оптимизировать потери в этих системах
				ОПК(У)-1.832	Знает законы гидростатики, уравнения, описывающие движение жидкости и газа в каналах, трубопроводах, пористых средах, изменения давления при гидравлическом ударе в трубах

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	

РД 1	Приобретение знаний о течении флюидов в коллекторах	И.ОПК(У)-1.8
РД 2	Теоретическое освоение законов фильтрации флюидов в пористых и трещиноватых горных породах	И.ОПК(У)-1.8
РД 3	Практическое применение законов фильтрации для рациональной разработки нефтяных и газовых месторождений	И.ОПК(У)-1.8

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
<b>Раздел 1.</b> Физические основы подземной гидромеханики.	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	10
<b>Раздел 2.</b> Дифференциальные уравнения фильтрации.	РД1	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	10
<b>Раздел 3.</b> Установившаяся потенциальная одномерная фильтрация.	РД1	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	12
<b>Раздел 4.</b> Нестационарная фильтрация упругой жидкости и газа.	РД1 РД2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10
<b>Раздел 5.</b> Основы теории фильтрации многофазных систем.	РД1 РД2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	10
<b>Раздел 6.</b> Основы фильтрации неньютоновских жидкостей.	РД1 РД2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10
<b>Раздел 7.</b> Установившаяся потенциальная плоская (двухмерная) фильтрация.	РД1 РД2	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	18
<b>Раздел 8.</b> Основы численного моделирования.	РД1 РД2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-

		Самостоятельная работа	8
<b>Раздел 9.</b> Гидродинамические подходы в установлении рациональной системы разработки.	РДЗ	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	10
<b>Раздел 10.</b> Рациональные схемы размещения скважин в нефтяных пластах с напорным режимом.	РДЗ	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	10
<b>Раздел 11.</b> Определение приведенных контуров питания.	РДЗ	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	10
<b>Раздел 12.</b> Определение дебитов скважин в нефтяных пластах с напорным режимом. Определение времени эксплуатации скважин.	РДЗ	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	10

Содержание разделов дисциплины:

### **Раздел 1. Физические основы подземной гидромеханики.**

Введение. Понятие о моделировании. Характеристики коллекторов. Законы фильтрации.

#### **Темы лекций:**

1. Модели: фильтрационного течения, флюидов и коллекторов.

#### **Темы практических занятий:**

1. Определение коэффициента фильтрации и проницаемости в нефтяной и газовой залежах.

### **Раздел 2. Дифференциальные уравнения фильтрации.**

Дифференциальный подход к описанию фильтрационного течения. Изотермическое приближение и область его применения. Уравнения течения для пористых сред. Уравнения фильтрации для трещиновато-пористой среды.

#### **Темы лекций:**

2. Закон Дарси, границы применимости. Вывод основного уравнения потенциального фильтрационного течения

#### **Темы практических занятий:**

2. Определение скорости фильтрации  $u$  и средней скорости движения нефти у стенки гидродинамически совершенной скважины.
3. Определение скорости фильтрации  $u$  и средней скорости движения газа у стенки гидродинамически совершенной скважины.

### **Раздел 3. Установившаяся потенциальная одномерная фильтрация.**

Исследование одномерных течений. Сравнительный анализ основных видов одномерного течения по закону Дарси. Исследование плоско-радиального течения. Анализ одномерных потоков при нелинейных законах фильтрации. Фильтрация в неоднородных средах.

**Темы лекций:**

3. Виды одномерных потоков. Общее дифференциальное уравнение потенциального одномерного потока.
4. Фильтрация жидкости в неоднородных средах. Приток жидкости к несовершенным скважинам.

**Темы практических занятий:**

4. Определение давления на расстоянии 10 и 100 м от скважины при плоско-радиальном установившемся движении несжимаемой жидкости по линейному закону фильтрации.
5. Определение средневзвешенного по объему пластового давления.

<b>Раздел 4. Нестационарная фильтрация упругой жидкости и газа.</b>
---

Упругая жидкость. Примеры течений. Приток к скважине в пласте неограниченных размеров. Приток к скважине в пласте конечных размеров в условиях упруго-водонапорного и замкнуто-упругого режима. Неустановившееся фильтрация газа в пористой среде.

**Темы лекций:**

5. Основные параметры теории упругого режима. Определение коллекторских свойств пласта по данным исследования скважин нестационарными методами.

**Темы практических занятий:**

6. Определение количества нефти, которое можно отобрать за счет объемного упругого расширения жидкостей при падении давления.
7. Определение упругого запаса нефти в замкнутой области нефтеносности.

**Темы лабораторных занятий:**

1. Сравнительный анализ приближенных методов исследования нестационарных течений.

<b>Раздел 5. Основы теории фильтрации многофазных систем.</b>
---

Исходные уравнения многофазной фильтрации. Потенциальное движение газированной жидкости. Одномерные модели вытеснения несмешивающихся жидкостей. Задача Баклея-Левретта и ее обобщения. Задача Рапопорта – Лиса.

**Темы лекций:**

6. Основные характеристики многофазной фильтрации. Фильтрация водонефтяной смеси и многофазной жидкости.

**Темы практических занятий:**

8. Определение коэффициента нефтеотдачи за счет упругого расширения нефти, воды и горной породы.

**Темы лабораторных занятий:**

2. Исследование влияния несовершенства нефтяных скважин на продуктивность

<b>Раздел 6. Основы фильтрации неньютоновских жидкостей.</b>
--

Одномерные задачи фильтрации вязкопластичной жидкости. Образование застойных зон при вытеснении нефти водой.

**Темы лекций:**

7. Реологические модели фильтрующихся жидкостей и нелинейные законы фильтрации

**Темы практических занятий:**

9. Определение дебита скважины методом последовательной смены стационарных состояний.

**Темы лабораторных занятий:**

3. Сравнительный анализ изменения радиуса призабойной зоны от типа коллектора

**Раздел 7. Установившаяся потенциальная плоская (двухмерная) фильтрация.**

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. Приток к скважине в пласте с произвольным контуром питания. Приток к бесконечным цепочкам и кольцевым батареям скважин. Взаимодействие скважин в анизотропном пласте. Взаимодействие скважин при нестационарных процессах.

**Темы лекций:**

8. Метод суперпозиции (потенциалов).
9. Метод эквивалентных фильтрационных сопротивлений (метод Борисова).
10. Интерференция несовершенных скважин

**Темы практических занятий:**

10. Определение потенциалов на скважинах, расположенных симметрично
11. Определение дебитов скважин, расположенных тремя кольцевыми батареями (Метод эквивалентных сопротивлений Ю. П. Борисова.)

**Темы лабораторных занятий:**

4. Исследование влияния величины призабойного давления на продуктивность нефтяной скважины.

**Раздел 8. Основы численного моделирования.**

Прямые и обратные задачи при решении задач фильтрации флюида. Основные проблемы гидродинамического моделирования.

**Темы лекций:**

11. Сущность математического моделирования

**Темы практических занятий:**

12. Определение дебита галереи, расположенной в полосообразном полубесконечном пласте.

**Раздел 9. Гидродинамические подходы в установлении рациональной системы разработки.**

Движение жидкой частицы вдоль линии тока при установившемся течении Движение жидкой линии или жидкой поверхности. Скорость вытеснения одной жидкостью другой. Характер движения водо-нефтяного контакта

**Темы лекций:**

12. Движение и равновесие границы раздела двух жидкостей в пористой среде.

**Темы практических занятий:**

13. Определение дебита галереи, расположенной в круговой залежи.

## **Раздел 10. Рациональные схемы размещения скважин в нефтяных пластах с напорным режимом.**

Рациональная расстановка галерей в полосообразной залежи. Рациональная расстановка галерей в круговой залежи. Влияние на расстановку галерей неоднородностей пласта.

### **Темы лекций:**

13. Общая методика определения положения галерей при напорном режиме разработки нефтяных пластов

### **Темы практических занятий:**

14. Рациональные схемы размещения скважин в нефтяных пластах с напорным режимом.

### **Темы лабораторных занятий:**

5. Прямолинейное движение водонефтяного контакта

6. Плоско-радиальное движение водонефтяного контакта

7. Определение оптимального размещения галерей на полосообразной залежи при газонапорном режиме.

8. Определение оптимального размещения галерей на круговой залежи при водонапорном режиме.

## **Раздел 11. Определение приведенных контуров питания.**

Определение приведённых контуров для полосообразной залежи. Определение приведённых контуров для круговой залежи.

### **Темы лекций:**

14. Режимы работы скважин и методы расчета.

### **Темы практических занятий:**

15. Определение приведенных контуров питания.

### **Темы лабораторных занятий:**

9. Приведенный контур питания для начальных условий в полосообразной залежи при водонапорном режиме.

10. Приведенный контур питания для всего периода перемещения контура нефтеносности от начального его положения до галереи условий в полосообразной залежи при водонапорном режиме.

## **Раздел 12.**

### **Часть 1: Определение дебитов скважин в нефтяных пластах с напорным режимом.**

### **Часть 2: Определение времени эксплуатации скважин.**

Дебит галереи при наклонном пласте. Приближенные методы определения дебитов скважин батарей при постоянном предельном давлении на забое скважин. Приближенные методы определения дебитов скважин при постоянном предельном отборе жидкости.

Полосообразная залежь: водонапорный и газонапорный режимы, газо-водонапорный режим. Круговая залежь: водонапорный режим, газонапорный режим, газо-водонапорный режим, овальная залежь.

### **Темы лекций:**

16. Приближенные методы определения дебитов скважин.

17. Приближенные методы расчета продвижения водо- и газонефтяного контакта.

### **Темы практических занятий:**

18. Определение дебитов галерей.



### Темы лабораторных занятий:

11. Приближенные методы определения дебитов скважин при постоянном предельном давлении на забое скважин
12. Приближенные методы определения дебитов скважин при постоянном предельном отборе жидкости и предельном давлении на забое скважин

### Тематика курсовых проектов (теоретический раздел):

1. Движение жидкости в пласте.
2. Движение газа в пласте
3. Движение жидкости в скважине
4. Движение газа в скважине

**Выбор варианта для расчетного раздела курсовой работы осуществляется в соответствии с приведенным планом:**

### Выбор флюида

Выбор флюида (нефть или газ) осуществляется по четности - нечетности варианта. Если вариант – четное число, то происходит движение нефти. Свойства нефти:

$\rho$  - плотность нефти,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\mu$  - динамическая вязкость нефти,  $\text{Па}\cdot\text{с}$ ,

и некоторые параметры скважины

$L$  - длина скважины, м;

$p_k$  - пластовое (контурное) давление, Па;

$p_y$  - давление на устье (на поверхности), Па;

$D_{ш}$  - диаметр штуцера, мм. Штуцер представляет собой диафрагму с отверстия диаметром  $D_{ш}$ .

Эти величины выбираются по последней цифре варианта из таблицы 1.1.

Таблица 0.1

посл. цифра	0	<u>1</u>	2	3	4	5	6	7	8	9
$\rho$ , $\text{кг/м}^3$	700	<u>715</u>	730	745	760	775	790	805	820	835
$\mu$ , $\text{мПа}\cdot\text{с}$	1	<u>3</u>	8	16	30	50	80	100	130	150
$L$ , м	440	<u>925</u>	1590	1950	3020	3775	4390	5105	5820	6350
$p_k$ , МПа	5	<u>11</u>	17	21	32	39	46	53	61	66
$p_y$ , МПа	0,1	<u>0,2</u>	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2
$D_{ш}$ , мм	10	<u>15</u>	20	25	30	35	40	45	50	30

Если вариант число **нечетное**, то происходит движение **газа**. Свойства газа:

$\rho_{ат}$  - плотность газа при атмосферном давлении,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\mu$  - динамическая вязкость газа,  $\text{Па}\cdot\text{с}$ ;

и некоторые параметры скважины

$L$  - длина скважины, м;

$p_k$  - пластовое (контурное) давление, Па;

$p_y$  - давление на устье (на поверхности), Па; выбираются по последней цифре варианта из таблицы 1.2.

Таблица 0.2

посл. цифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\rho_{ат}, \text{кг/м}^3$	0,72	0,74	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,83	0,85	0,86
$\mu, \text{мПа}\cdot\text{с}$	0,006	0,007	0,008	0,011	0,013	0,010	0,018	0,019	0,021	0,025
$L, \text{м}$	540	1025	1690	2150	3120	3875	4490	5205	5920	6450
$p_k, \text{МПа}$	4	10	16	20	31	37	44	50	59	63
$p_y, \text{МПа}$	3,4	8,1	13,1	15	16	22	29	30	31	33

### Выбор области движения

Выбор области движения осуществляется по **последней** цифре варианта. Если цифра **четная**, то движение происходит внутри насосно компрессорных труб (НКТ). Размеры НКТ:

$D_B$  - внутренний диаметр НКТ, м;

$L_{НКТ}$  - длина НКТ, м;

$D_{зв}$  - внутренний диаметр замка НКТ, м;

$\Delta$  - шероховатость стенок НКТ, м;

$D_{ок}$  - внутренний диаметр обсадной колонны, м;

$D_c$  - диаметр скважины, м,

выбираются по **последней** цифре из таблицы 1.3.

Таблица 0.3

Последняя цифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$D_B, \text{мм}$	50,3	62,0	59,0	75,9	72,9	88,6	100,3	50,3	62,0	59,0
$L_{НКТ}, \text{м}$	10	10	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10	5,5	8,5
$D_{зв}, \text{мм}$	48,3	60,0	57,0	73,9	70,9	86,6	98,3	48,3	60,0	57,0
$\Delta, \text{мм}$	0,5	0,1	0,17	0,21	0,32	0,39	0,46	0,27	0,61	0,15
$D_{ок}, \text{мм}$	190,7	193,7	196,3	198,7	201,3	203,7	205,7	190,7	193,7	196,3
$D_c, \text{мм}$	219,1	219,1	219,1	219,1	219,1	219,1	219,1	219,1	219,1	219,1

Если цифра **нечетная**, то движение происходит между насосно компрессорных труб (НКТ) и обсадной колонной. Размеры НКТ:

$D_H$  - наружный диаметр НКТ, м;

$L_{НКТ}$  - длина НКТ, м;

$D_{зн}$  - наружный диаметр замка НКТ, м;

$\Delta$  - шероховатость стенок, м;

$D_{ок}$  - внутренний диаметр обсадной колонны, м;

$D_c$  - диаметр скважины, м,

выбираются по **последней** цифре из таблицы 1.4.

Таблица 0.4

Последняя цифра	0	1	2	3	4	5	<u>6</u>	7	8	9
$D_H, \text{мм}$	60,3	73,0	73,0	88,9	88,9	101,6	<u>114,3</u>	60,3	73,0	73,0
$L_{НКТ}, \text{м}$	10	10	5,5	6,5	7,5	8,5	<u>9,5</u>	10	5,5	8,5
$D_{зн}, \text{мм}$	71,0	84,0	86,0	102,0	104,0	116,0	<u>130,0</u>	71,0	84,0	86,0

$\Delta$ , мм	0,75	0,6	0,57	0,41	0,32	0,39	<u>0,36</u>	0,23	0,1	0,15
$D_{ок}$ , мм	190,7	193,7	196,3	198,7	201,3	203,7	<u>205,7</u>	190,7	193,7	196,3
$D_c$ , мм	219,1	219,1	219,1	219,1	219,1	219,1	<u>219,1</u>	219,1	219,1	219,1

*Замечание.* В случае движения газа наружный и внутренний диаметры замка НКТ не потребуются.

### Выбор Расположение скважины

Выбор расположение скважины производится по варианту по таблице 1.5.

Таблица 0.5

Две последние цифры	Рисунок
00, 08, <u>16</u> , 24, 32, 40, 48, 56, 64, 72, 80, 88, 96	<u>Рис. 1.1.</u>
01, 09, 17, 25, 33, 41, 49, 57, 65, 73, 81, 89, 97	Рис. 1.2.
02, 10, 18, 26, 34, 42, 50, 58, 66, 74, 82, 90, 98	Рис. 1.3.
03, 11, 19, 27, 35, 43, 51, 59, 67, 75, 83, 91, 99	Рис. 1.4.
04, 12, 20, 28, 36, 44, 52, 60, 68, 76, 84, 92	Рис. 1.5.
05, 13, 21, 29, 37, 45, 53, 61, 69, 77, 85, 93	Рис. 1.6.
06, 14, 22, 30, 38, 46, 54, 62, 70, 78, 86, 94	Рис. 1.7.
07, 15, 23, 31, 39, 47, 55, 63, 71, 79, 87, 95	Рис. 1.8.

На рисунках обозначено:

$a$  - расстояние от скважины до прямолинейного контура питания или непроницаемой границе, м (Рис. 1.1 - 1.6.);

$b$  - расстояние от скважины до прямолинейного контура питания или непроницаемой границе, м (Рис. 1.3 - 1.6.);

$R_k$  - расстояние от скважины до контура питания, м;

$R_0$  - расстояние от угла до скважины, м (Рис. 1.7 - 1.8.).

Численные значения выбираются по **последней** цифре из таблицы 1.6.

Таблица 0.6

Последняя цифра	0	1	2	3	4	5	<u>6</u>	7	8	9
$a$ , м	50	80	100	120	150	170	<u>200</u>	220	240	250
$b$ , м	120	150	170	200	220	240	<u>250</u>	50	80	100
$R_k$ , м	350	400	450	500	550	600	<u>650</u>	700	750	800
$R_0$ , м	100	150	200	250	300	100	<u>150</u>	200	250	300

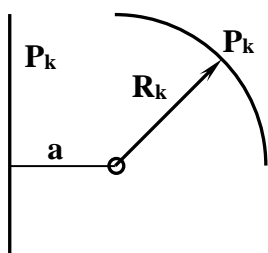


Рис. 1.1.

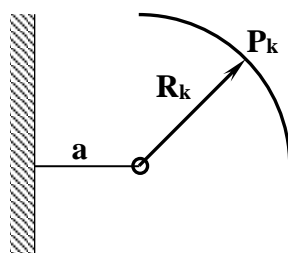


Рис. 1.2.

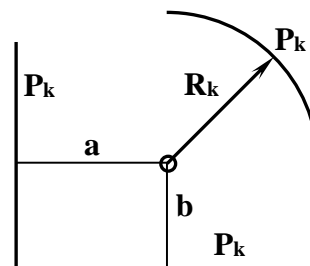
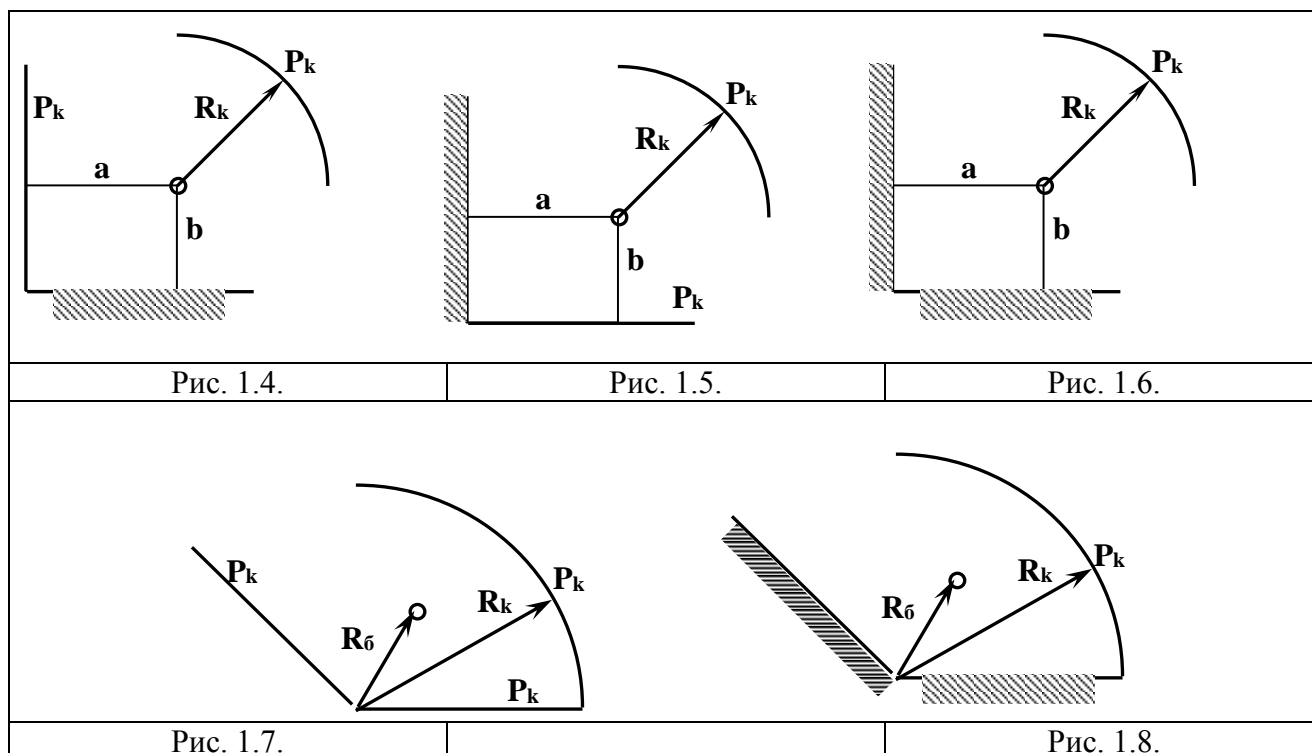


Рис. 1.3.



### Выбор неоднородности пласта

Выбор вида неоднородности пласта осуществляется по **последней цифре варианта**.

Если последняя цифра **0 - 6**, то пласт неоднородный по толщине.

Параметры неоднородности:

$N$  - число пропластков, (пропластки нумеруются сверху в низ);

$k_i$  - проницаемость  $i$  - того пропластка,  $m^2$ ;

$h_i$  - толщина  $i$  - того пропластка, м.

Численные значения выбираются по **последней** цифре из таблицы 1.7.

Таблица 0.7

Последняя цифра	0	1	2	3	4	5	<u>6</u>	7	8	9
$N$	2	3	4	5	2	3	<u>4</u>	5	2	3
$k_i, m^2$	0,25 0,45	0,37 0,15 0,43	0,27 0,18 0,32 0,20	0,22 0,11 0,08 0,05 0,15	0,37 0,55	0,25 0,08 0,33	<u>0,38</u> <u>0,29</u> <u>0,43</u> <u>0,31</u>	0,31 0,21 0,17 0,11 0,27	0,32 0,45	0,27 0,15 0,43
$h_i, m$	2,0 3,0	1,5 4,0 2,0	4,0 3,2 2,2 1,8	3,5 5,0 6,0 7,0 4,2	5,5 6,5	2,5 5,0 3,8	<u>6,0</u> <u>6,2</u> <u>4,2</u> <u>3,8</u>	6,5 8,0 11,0 17,0 7,2	25,0 30,0	15,5 14,0 12,0

Если последняя цифра **7 - 9**, то пласт зонально неоднородный.

Параметры неоднородности:

$N$  - число зон, (зоны нумеруются от скважины);

$k_i$  - проницаемость  $i$  - той зоны,  $m^2$ ;

$R_i$  - внешний радиус  $i$  - той зоны, м;

$h$  - толщина пласта, м.

Численные значения выбираются по **последней** цифре из таблицы 1.8.

Таблица 0.8

Последняя цифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3
$k_i, \text{мкм}^2$	0,15 0,55	0,07 0,15 0,43	0,70 0,40 0,32 0,20	0,02 0,11 0,18 0,25 0,35	0,5 0,35	0,67 0,55 0,43	0,17 0,28 0,32 0,42	0,48 0,31 0,28 0,22 0,15	0,45 0,14	0,27 0,35 0,48
$R_i, \text{м}$	1,0 $R_k$	0,5 2,0 $R_k$	0,4 1,2 2,2 $R_k$	0,35 0,8 1,3 2,5 $R_k$	0,5 $R_k$	1,5 2,7 $R_k$	0,6 1,2 3,2 $R_k$	0,3 1,8 2,9 8,0 $R_k$	1,9 $R_k$	0,9 4,0 $R_k$
h, м	5,2	7,8	11,3	13,5	16,8	20,4	22,7	24,1	25,9	31,2

*Замечание.* Внутренний радиус первой зоны  $R_0$  равен радиусу скважины  $r_c$  и равен половине диаметра скважины  $D_c$ , который задан в разделе 1.2.

### Несовершенство скважин

Скважина считается несовершенной по степени и характеру вскрытия. Несовершенной по степени вскрытия характеризуется:

$\bar{h} = b/h$  - степень вскрытия пласта или пропластка;

h - толщина рассматриваемого пласта или пропластка, м;

b - вскрытая часть рассматриваемого пласта или пропластка, м.

Несовершенной по характеру вскрытия характеризуется:

$l_n$  - длиной перфорационного отверстия, м;

$d_n$  - диаметром перфорационного отверстия, м;

$n_n$  - числом перфорационных отверстий на один метр скважины, отв./м.

Численные значения выбираются по **последней** цифре из таблицы 1.9.

Таблица 0.9

Последняя цифра	0	1	2	3	4	5	<u>6</u>	7	8	9
$\bar{h}, \%$	10	20	30	40	50	60	<u>70</u>	80	90	40
$l_n, \text{см}$	1	2	5	10	20	1	<u>2</u>	5	10	20
$d_n, \text{см}$	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	<u>1,0</u>	1,2	1,4	1,6
$n_n$	8	10	12	14	16	18	<u>20</u>	22	20	18

## **Постановка задачи**

По выбранным данным необходимо нарисовать схемы расположения скважины в соответствии с вариантом. При построении схемы масштаб не соблюдается, но проставляются значения всех геометрических параметров. Графическая часть выполняется в виде рисунков и графиков на миллиметровке.

## **Гидравлический расчет движения жидкости и газа в скважине Установившееся движение жидкости и газа в пористой среде Заключение**

### **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

1. Квеско, Бронислав Брониславович. Подземная гидромеханика: учебное пособие [Электронный ресурс] / Б. Б. Квеско, Е. Г. Карпова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра геологии и разработки нефтяных месторождений (ГРНМ). — 2-е изд.. — 1 компьютерный файл (pdf; 1.9 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader..

Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m020.pdf> (контент)

2. Кадет, Валерий Владимирович. Подземная гидромеханика : учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / В. В. Кадет, Н. М. Дмитриев. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740MB). — Москва: Академия, 2014. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — Высшее образование. Бакалавриат. — Нефтегазовое дело. — Электронная версия печатного издания. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Pentium 100 MHz, 16 Mb RAM, Windows 95/98/NT/2000, CDROM, SVGA, звуковая карта, Internet Explorer 5.0 и выше.. — ISBN 978-5-4468-1627-9.

Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/FN/fn-41.pdf> (контент)

#### **Дополнительная литература**

1. Дмитриев, Николай Михайлович. Введение в подземную гидромеханику: учебное пособие / Н. М. Дмитриев, В. В. Кадет; Российский государственный университет нефти и газа им. И. М. Губкина (РГУ Нефти и Газа). — 2-е изд., испр. и доп.. — Москва: ЦентрЛитНефтеГаз, 2009. — 268 с.: ил.. — Высшее нефтегазовое образование. — ISBN 978-5-902665533.

2. Подземная гидромеханика / К. С. Басниев [и др.]. — 2-е изд., испр.. — Москва; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2006. — 488 с. — ISBN 5-93972-547-3.

#### **6.2. Информационное и программное обеспечение**

Электронно-библиотечная система «Лань» — <https://e.lanbook.com/>

Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» – <https://new.znanium.com/>

Электронно-библиотечная система «Юрайт» – <https://urait.ru/>

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/>

Журнал «Нефтегазовые технологии» – [https://www.elibrary.ru/title\\_about.asp?id=7919](https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=7919)

Журнал «Нефтегазовое дело» – <http://www.ngdelo.ru/>

Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
2. Zoom Zoom;
3. Document Foundation LibreOffice
4. Google Chrome;

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс). 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен.5, аудитория 316.	Доска мобильная (флип-чарт) - 1 шт.; Шкаф для приборов - 1 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Компьютер - 13 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен.5, аудитория 337.	Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест; Шкаф для документов - 1 шт.; Компьютер - 12 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен.5, аудитория 406.	Комплект учебной мебели на 92 посадочных мест; Тумба стационарная - 1 шт.; Проектор - 2 шт.; Компьютер - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело», специализация «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Старший преподаватель ОНД		Е.Г. Карпова

Программа одобрена на заседании Отделения нефтегазового дела  
(протокол от «24» июня 2019 г. № 15).

И. о. заведующего кафедрой -руководителя  
отделения на правах кафедры ОНД,  
д.г.-м.н, профессор

  
подпись /И.А. Мельник/



**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОНД (протокол)
2019_/2020 учебный год	Актуализировано содержание раздела «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»	От 24. 06.2019 г. № 15
2020_/2021 учебный год	Актуализировано содержание раздела «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»	От 26.06.2020 г. № 25