

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**СУРГУТСКИЙ ИНСТИТУТ НЕФТИ И ГАЗА**  
(ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
(Филиал ТИУ в г. Сургуте)

**УТВЕРЖДАЮ:**

Председатель КСН

  
Ю.В. Ваганов

« 31 » 08 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Наименование дисциплины:

**Особенности разработки месторождений нефти горизонтальными скважинами**

направление подготовки:

**21.03.01 Нефтегазовое дело**

направленность:

**Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти**

форма обучения:

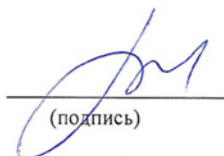
**очная/очно-заочная**

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 08.06.2020 г. и требованиями ОПОП ВО по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело, направленность Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти к результатам освоения дисциплины «Скважинная добыча».

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры Нефтегазовое дело

Протокол № 1 от «31» 08 2020 г.

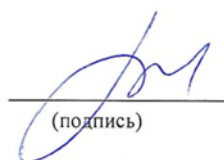
И.о.заведующего кафедрой

  
(подпись)

Р.Д. Татлыев

СОГЛАСОВАНО:

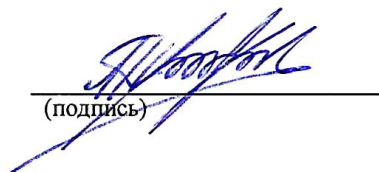
И.о.заведующего выпускающей кафедрой

  
(подпись)

Р.Д. Татлыев

«31» 08 2020 г.

Рабочую программу разработал:  
доцент кафедры НД, к.э.н.

  
(подпись)

Янукян А.П.

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель: приобретение углубленных знаний в области теоретических основ технологии и техники добычи нефти скважинами с горизонтальным окончанием.

Задачи:

- изучение особенностей (условий) применения скважин с горизонтальным окончанием;
- изучение новых технологий, материалов и оборудования применяемых при эксплуатации горизонтальных скважин
- изучение правил технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса
- освоить методы управления режимами работы технологических объектов нефтегазового комплекса;
- сформировать навыки планирования и разработки производственных процессов связанные с добычей нефти из горизонтальных скважин;
- получить умение учитывать особенности технологических процессов нефтегазового комплекса при организации работы коллектива исполнителей;
- изучение методик расчета оптимальной длины и сетки скважин с горизонтальным окончанием для объектов различного геологического строения;
- изучение методов интенсификации добычи нефти, повышения нефтеотдачи пластов и прогнозирование их эффективности с учетом применения горизонтальных скважин.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору 2 (ДВ.2)

Код дисциплины Б1.В.ДВ.02.02

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

**знание:**

- основных показателей разработки месторождений углеводородов;
- правил технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса;
- основных прикладных программных продуктов применяемых в нефтегазовой отрасли.

**умение:**

- применять приборы и оборудование для исследования скважин и пластов;
- пользоваться технической документацией и литературой;
- пользоваться вычислительной техникой.

**владение:**

- методиками расчета основных технологических показателей при разработке нефтяных месторождений;
- навыками проведения самостоятельных исследований скважин и пластов;
- методами проведения исследований в области добычи нефти и газа, промышленного контроля и регулирования извлечения углеводородов

Содержание дисциплины «Особенности разработки месторождений нефти горизонтальными скважинами» является логическим продолжением содержания дисциплин «Разработка нефтяных месторождений», «Основы разработки нефтяных и газовых месторождений».

### 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)
<b>ПКС-1</b> Способность осуществлять и корректировать технологические процессы нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	<b>ПКС-1.2</b> Разрабатывает и ведет нормативно-техническую документацию, регламентирующую осуществление технологических процессов	Знать (З1): правила технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса
		Уметь (У1): пользоваться технической документацией
		Владеть (В1): методами управления режимами работы технологических объектов нефтегазового комплекса
<b>ПКС-5</b> Способность оформлять технологическую, техническую, промысловую документацию по обслуживанию и эксплуатации объектов нефтегазовой отрасли в соответствии с выбранной сферой профессиональной	<b>ПКС-5.2</b> Анализирует и формирует заявки на промысловые исследования и работы, потребность в материалах	Знать (З2): особенности (условия) применения скважин с горизонтальным окончанием
		Уметь (У2): учитывать особенности технологических процессов нефтегазового комплекса при организации работы коллектива исполнителей
		Владеть (В2): навыками организации работы коллектива исполнителей

### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс, семестр	Аудиторные занятия / контактная работа, час.				Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	контроль		
очная	4/7	15	30	-	36	27	экзамен
очно-заочная	5/А	14	14	-	27	53	экзамен

### 5. Структура и содержание дисциплины

#### 5.1. Структура дисциплины

**-очная (ОФО)/очно-заочная (ОЗФО)/заочная форма обучения (ЗФО)**

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДЖ	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Расчет дебитов скважин с горизонтальным окончанием и сопоставление результатов	1/1	2/1	-	2/6	5/8	ПКС-1.2 ПКС-5.2	Задачи
2	2	Расчет дебита горизонтальной скважины и наклонно - направленной с трещиной ГРП по приведенным формулам, сопоставление результатов	2/1	4/1	-	2/6	8/8	ПКС-1.2 ПКС-5.2	Задачи
3	3	Расчет дебита многоствольной скважины.	2/2	4/2	-	3/6	9/10	ПКС-1.2 ПКС-5.2	Задачи
4	4	Расчет оптимальной сетки горизонтальных скважин и сравнительная эффективность их работы с вертикальными	2/2	4/2	-	4/6	10/10	ПКС-1.2 ПКС-5.2	Задачи
5	5	Интерпретация результатов гидродинамических исследований скважин с горизонтальным окончанием на установившихся режимах (по методике Евченко В.С.).	2/2	4/2	-	4/6	10/10	ПКС-1.2 ПКС-5.2	Задачи
6	6	Дебит	2/2	4/2	-	4/7	10/11	ПКС-1.2	Зада-

		горизонтальной скважины с трещинами ГРП, расположенной в анизотропном, полосообразном пласте.						ПКС-5.2	чи
7	7	Расчёт предельной безводной депрессии скважины с горизонтальным окончанием	2/2	4/2	-	4/8	10/12	ПКС-1.2 ПКС-5.2	Задачи
8	8	Моделирование неустановившегося движения жидкости к горизонтальной скважине по двухзонной схеме	2/2	4/2	-	4/8	10/12	ПКС-1.2 ПКС-5.2	
9	Экзамен						36/27	ПКС-1.2 ПКС-5.2	Билеты к экзамену
Итого:			15/14	30/14	-	27/53	108/108		

## 5.2. Содержание дисциплины.

### 5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

#### **Раздел 1. Расчет дебитов скважин с горизонтальным окончанием и сопоставление результатов**

История возникновения горизонтального бурения; проблемы строительства горизонтальных скважин; сравнительная оценка эффективности строительства горизонтальных скважин; перспективы строительства горизонтальных скважин; понятие о горизонтальных скважинах; определение притока к совершенной и несовершенной ГС; требования к конструкции и внутрискважинному оборудованию горизонтальных скважин; первичное и вторичное вскрытие, освоение горизонтальных скважин; назначение и разновидность исследований горизонтальных скважин.

#### **Раздел 2. Расчет дебита горизонтальной скважины и наклонно - направленной с трещиной ГРП по приведенным формулам, сопоставление результатов**

Области фильтрации флюидов к горизонтальному стволу скважины; цель проведения ГРП в горизонтальной скважине; ориентация трещин ГРП в пределах продуктивного пласта; технологии проведения ГРП в горизонтальных скважинах; многостадийный ГРП проводимый по шаровой технологии; бесшаровые технологии многостадийного ГРП; критерии выбора горизонтальных скважин-кандидатов для проведения ГРП; расчет дебита горизонтальной скважины после ГРП.

### **Раздел 3. Расчет дебита многоствольной скважины**

Методики Борисова Ю.П., Пилатовского В.П., Табакова В.П., Григулецкого В.Г., Никитина Б.А. для определения дебитов многозбойных скважин; типовые профили многоствольных горизонтальных скважин; основные объекты применения многоствольных горизонтальных скважин; преимущества и недостатки многоствольных горизонтальных скважин; математические методики расчета моделирования МГС; основные объекты применения многоствольных горизонтальных скважин.

### **Раздел 4. Расчет оптимальной сетки горизонтальных скважин и сравнительная эффективность их работы с вертикальными**

Схемы размещения горизонтальных скважин; фильтрационное сопротивление ряда горизонтальных скважин; формула общего дебита нефтяной площади с чередованием параллельных линейных нагнетательных и добывающих рядов вертикальных скважин; формула общего дебита нефтяной площади с чередованием параллельных линейных рядов нагнетательных вертикальных скважин и добывающих горизонтальных скважин.

### **Раздел 5. Интерпретация результатов гидродинамических исследований скважин с горизонтальным окончанием на установившихся режимах (по методике Евченко В.С.).**

Основные факторы определяющие успешность проведения ПГИ в скважинах с горизонтальным окончанием (профиль скважины, оборудование заканчивания горизонтального участка, приток, состояние призабойной зоны скважины); оборудование, используемое при проведении ПГИ в ГС; параметры, определяемые по результатам ПГИ нефтяных горизонтальных скважинах; задачи гидродинамических методов исследования горизонтальных скважин.

### **Раздел 6. Дебит горизонтальной скважины с трещинами ГРП, расположенной в анизотропном, полоосообразном пласте.**

Развитие трещины гидроразрыва вдоль ствола ГС; Развитие трещины гидроразрыва перпендикулярно стволу ГС; дебит горизонтальной скважины с поперечными и продольными трещинами ГРП; ориентация трещин ГРП в пределах продуктивного пласта; технологии проведения ГРП в горизонтальных скважинах; виды притока к продольным и поперечным трещинам ГРП.

### **Раздел 7. Расчёт предельной безводной депрессии скважины с горизонтальным окончанием**

Задачи определения предельных безводных, безгазовых дебитов и депрессии для скважин с горизонтальным окончанием; способы снижения скорости конусообразования воды, газа; ипричины конусообразования воды, газа при разработке нефтегазовых залежей, залежей с подошвенной водой.

### **Раздел 8. Моделирование неустановившегося движения жидкости к горизонтальной скважине по двухзонной схеме**

Формирование зоны отбора в окрестности горизонтального ствола; снижение среднего пластового давления вследствие роста накопленного отбора жидкости; виды притока жидкости к горизонтальным скважинам; отличия стационарного и нестационарного притоков жидкости к

ГС; область дренирования горизонтальных скважин; влияние расположения горизонтальных скважин на их дебиты; зависимость дебита скважины от ее геометрических свойств; зависимости дебита горизонтальной скважины от: времени, фильтрационно-ёмкостных параметров пласта, длины и радиуса контура питания, кривизны горизонтального ствола; безразмерная функция изменения дебита от «второстепенных» ФЕС и условий вскрытия пласта.

#### 5.2.2. Содержание дисциплины/модуля по видам учебных занятий.

#### Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема лекции
		ОФО/ ОЗФО	
1	1	1/1	Расчет дебитов скважин с горизонтальным окончанием и сопоставление результатов
2	2	2/1	Расчет дебита горизонтальной скважины и наклонно - направленной с трещиной ГРП по приведенным формулам, сопоставление результатов
3	3	2/2	Расчет дебита многоствольной скважины.
4	4	2/2	Расчет оптимальной сетки горизонтальных скважин и сравнительная эффективность их работы с вертикальными
5	5	2/2	Интерпретация результатов гидродинамических исследований скважин с горизонтальным окончанием на установившихся режимах (по методике Евченко В.С.).
6	6	2/2	Дебит горизонтальной скважины с трещинами ГРП, расположенной в анизотропном, полосообразном пласте.
7	7	2/2	Расчёт предельной безводной депрессии скважины с горизонтальным окончанием
8	8	2/2	Моделирование неустановившегося движения жидкости к горизонтальной скважине по двухзонной схеме
Итого:		15/14	

#### Практические занятия

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема практического занятия
		ОФО/ ОЗФО	
1	1	2/1	Определение дебитов горизонтальных скважин по различным методикам
2	2	4/1	Расчет дебита скважины с горизонтальным окончанием и наклонно - направленной с трещиной ГРП
3	3	4/2	Расчет дебита многоствольной скважины
4	4	4/2	Расчет оптимальной сетки горизонтальных скважин и сравнительная эффективность их работы с вертикальными
5	5	4/2	Расчет гидродинамических параметров пласта по методу Евченко В.С.
6	6	4/2	Определение дебита горизонтальной скважины с трещинами ГРП, расположенной в анизотропном, полосообраз-



			ном пласте
7	7	4/2	Расчёт предельной безводной депрессии горизонтальной скважины
8	8	4/2	Моделирование неустановившегося притока жидкости к горизонтальной скважине по двухзонной схеме
Итого:		30/14	

### Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

Таблица 5.2.2

### Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема	Вид СРС
		ОФО/ОЗФО		
1	1	2/6	Расчет дебитов скважин с горизонтальным окончанием и сопоставление результатов	Подготовка к практическим занятиям
2	2	2/6	Расчет дебита горизонтальной скважины и наклонно - направленной с трещиной ГРП по приведенным формулам, сопоставление результатов	Подготовка к практическим занятиям
3	3	3/6	Расчет дебита многоствольной скважины.	Подготовка к практическим занятиям
4	4	4/6	Расчет оптимальной сетки горизонтальных скважин и сравнительная эффективность их работы с вертикальными	Подготовка к практическим занятиям
5	5	4/6	Интерпретация результатов гидродинамических исследований скважин с горизонтальным окончанием на установившихся режимах (по методике Евченко В.С.).	Подготовка к практическим занятиям
6	6	4/7	Дебит горизонтальной скважины с трещинами ГРП, расположенной в анизотропном, полосообразном пласте.	Подготовка к практическим занятиям
7	7	4/8	Расчёт предельной безводной депрессии скважины с горизонтальным окончанием	Подготовка к практическим занятиям
8	8	4/8	Моделирование неустановившегося движения жидкости к горизонтальной скважине по двухзонной схеме	Подготовка к практическим занятиям
Итого:		27/53		
Экзамен		36/27	1-8	Подготовка к экзамену

5.2.3. Преподавание дисциплины/модуля ведется с применением следующих традиционных и интерактивных видов образовательных технологий:

- лекции: лекция – визуализация с использованием мультимедийного материала; лекция проблемного характера; лекция – беседа;
- лабораторные работы: работа в парах; индивидуальная работа; работа в группах; разбор практических ситуаций.

## 6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

## 7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены

## 8. Оценка результатов освоения дисциплины/модуля

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся всех форм обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Тест №1	0-10
2	Выполнение практического занятия №1	0-10
3	Выполнение практического занятия №2	0-10
ИТОГО за первую текущую аттестацию		0-30
2 текущая аттестация		
1	Тест №2	0-20
2	Выполнение практического занятия №3	0-10
3	Выполнение практического занятия №4	
ИТОГО за первую текущую аттестацию		0-30
3 текущая аттестация		
1	Выполнение практического занятия №5	0-10
2	Выполнение практического занятия №6	0-20
3	Выполнение практического занятия №7	0-10
4	Выполнение практического занятия №8	
ИТОГО за вторую текущую аттестацию		0-40
<b>ВСЕГО</b>		<b>100</b>

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

– Электронная библиотечная система Elib, полнотекстовая база данных ТИУ, <http://elib.tsogu.ru/> (дата обращения 30.08.19)

– Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, <http://elibrary.ru/> (дата обращения 30.08.19)

– Профессиональные справочные системы. Национальный центр распространения информации ЕЭК ООН. – Режим доступа: <http://www.cntd.ru> (дата обращения: 29.08.2019).

– Справочно-правовая система КонсультантПлюс. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 29.08.2019).

– Система поддержки учебного процесса «Educon»;

– ЭБС «Издательства Лань», Гражданско-правовой договор №885-18 от 07.08.2018 г. на оказание услуг по предоставлению доступа к ЭБС между ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» и ООО «Издательство Лань» (до 31.08.2020 г.);

– ЭБС «Электронного издательства ЮРАЙТ», Гражданско-правовой договор № 884-18 от 08.08.2018 г. на оказание услуг по предоставлению доступа к ЭБС между ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» и ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (до 31.08.2020 г.);

– ЭБС «Перспект», Гражданско-правовой договор № 882-18 от 09.08.2018 г. на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе между ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» и ООО «ПРОСПЕКТ»;

– Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина;

– Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО УГТУ (г. Ухта).

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства: Windows 8 (Лицензионное соглашение №8686341), Microsoft Office Professional Plus (Договор №1120-18 от 03 августа 2018 г.).

9.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства: MS Office

9.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

- MS Office

## **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины/модуля	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины/модуля (демонстрационное оборудование)
1	газоволюметрический пикнометр «Поромер»; установка Эпрон-2000	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть
2	газоволюметрический пикнометр «Поромер»; установка Эпрон-2000	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть
3	газоволюметрический пикнометр «Поромер»; установка Эпрон-2000	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть
4	газоволюметрический пикнометр «Поромер»; установка Эпрон-2000	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть
5	газоволюметрический пикнометр «Поромер»; установка Эпрон-2000	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть
6	газоволюметрический пикнометр «Поромер»; установка Эпрон-2000	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть
7	газоволюметрический пикнометр «Поромер»; установка Эпрон-2000	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть

## 11. Методические указания

### 11.1. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

На практических занятиях обучающиеся изучают методику и выполняют типовые расчеты. Для эффективной работы обучающиеся должны иметь инженерные калькуляторы и соответствующие канцелярские принадлежности. В процессе подготовки к практическим занятиям обучающиеся могут прибегать к консультациям преподавателя. Наличие конспекта лекций на практическом занятии обязательно!

Задания на выполнение типовых расчетов на лабораторных работах обучающиеся получают индивидуально. Порядок выполнения типовых расчетов изложены в следующих методических указаниях:

### **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1 – ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕБИТОВ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН ПО РАЗЛИЧНЫМ МЕТОДИКАМ**

Задача 1. Для геолого-физических условий представленных в таблице 1.1 рассчитать дебит скважины с горизонтальным окончанием  $Q_e$  по различным методикам, сопоставить полу-

ченные результаты, определить оптимальную длину горизонтального участка по графику зависимости дебита скважины от длины ГС для 10 значений (от изначального) с шагом в 50 метров для решений рассмотренных авторов.

Таблица 1.1

Наименование параметра	Условное обозначение	Единицы измерения (СИ)	Значение
Нефтенасыщенная толщина	$h$	м	5,5
Проницаемость по горизонтали, $m^2$	$k_h$	$m^2$	$443 \cdot 10^{-15}$
Проницаемость по вертикали, $m^2$	$k_v$	$m^2$	определить самостоятельно
Вязкость нефти	$\mu_n$	Па·с	0,00112
Пластовое давление	$P_{пл}$	Па	$17,5 \cdot 10^6$
Забойное давление	$P_{заб}$	Па	$14,5 \cdot 10^6$
Радиус горизонтального участка скважины	$r_c$	м	0,1
Радиус контура питания	$R_k$	м	300
Объемный коэффициент нефти	$B_0$	д.ед	1,2

Решение. Задача решается следующим порядком:

1. Рассчитаем дебит ГС по методике Joshi S.D. Для этого необходимо определить параметр анизотропии из выражения 1.1 и большую полуось эллипса дренирования (выражение 1.2):

$$\chi = \sqrt{\frac{k_h}{k_v}} = \sqrt{\frac{443 \cdot 10^{-15}}{55 \cdot 10^{-15}}} = 2,84 \quad (1.1)$$

$$a = 0,5 \cdot L \sqrt{0,5 + \sqrt{0,25 + \left(\frac{2R_k}{L}\right)^4}} = 0,5 \cdot 250 \sqrt{0,5 + \sqrt{0,25 + \left(\frac{300}{0,5 \cdot 250}\right)^4}} = 313,3 \text{ м.} \quad (1.2)$$

Подставляя полученные результаты в выражение 1.1 получаем,

$$Q_e = \frac{2\pi k_h h \Delta P}{\mu_n B_0 \left[ \ln \left( \frac{a + \sqrt{a^2 - 0,25L^2}}{0,5L} \right) + \left( \frac{\chi h}{L} \right) \ln \left( \frac{\chi h}{2r_c} \right) \right]}$$

$$Q = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 443 \cdot 10^{-15} \cdot 5,5 \cdot (17,5 \cdot 10^6 - 14,5 \cdot 10^6)}{0,00112 \cdot 1,2 \cdot \left[ \ln \left( \frac{313,3 + \sqrt{313,3^2 - 0,25 \cdot 250^2}}{0,5 \cdot 250} \right) + \left( \frac{2,84 \cdot 5,5}{250} \right) \ln \left( \frac{2,84 \cdot 5,5}{2 \cdot 0,1} \right) \right]} = 0,0171 \text{ м}^3 / \text{с.}$$

Для определения суточного дебита умножаем полученный результат на количество секунд в сутках (86 400).

$$Q_e = 0,0171 \cdot 86400 \approx 1481 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

2. Рассчитаем дебиты ГС по методике Борисова Ю.П.

Фильтрационное сопротивление, определяемое по формуле 1.3:

$$J = \ln \frac{4R_k}{L} + \frac{h \cdot \chi^*}{L} \ln \frac{h \cdot \chi^*}{2r_c} \quad (1.3)$$

$$J = \ln \frac{4 \cdot 300}{250} + \frac{5,5 \cdot 2,84}{250} \ln \frac{5,5 \cdot 2,84}{2 \cdot 0,1} = 1,77.$$

$$Q_c = \frac{2\pi k_h h \Delta P}{B\mu_n J} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 443 \cdot 10^{-15} \cdot 5,5 \cdot (17,5 \cdot 10^6 - 14,5 \cdot 10^6)}{0,00112 \cdot 1,2 \cdot 1,77} = 0,0193 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Для определения суточного дебита умножаем полученный результат на количество секунд в сутках (86 400).

$$Q_c = 0,0193 \cdot 86400 \approx 1667,93 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

3. Рассчитаем дебиты ГС по методике Giger.

Фильтрационное сопротивление  $J$  принимать выражение (1.4)

$$J = \frac{1 + \left[ 1 - \left( \frac{L}{2R_k} \right)^2 \right]^{0,5}}{\frac{L}{2R_k}} + \frac{h \cdot \chi^*}{L} \ln \frac{h \cdot \chi^*}{2r_c} \quad (1.4)$$

$$J = \frac{1 + \left[ 1 - \left( \frac{250}{2 \cdot 300} \right)^2 \right]^{0,5}}{\frac{250}{2 \cdot 300}} + \frac{5,5 \cdot 2,84}{250} \ln \frac{5,5 \cdot 2,84}{2 \cdot 0,1} = 4,853$$

Определяем дебит ГС:

$$Q_c = \frac{2\pi k_h h \Delta P}{B\mu_n J} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 443 \cdot 10^{-15} \cdot 5,5 \cdot (17,5 \cdot 10^6 - 14,5 \cdot 10^6)}{0,00112 \cdot 1,2 \cdot 4,853} = 0,007 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Для определения суточного дебита умножаем полученный результат на количество секунд в сутках (86 400).

$$Q_c = 0,007 \cdot 86400 \approx 607,9 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

4. Сопоставляем полученные результаты:

Автор методики	Полученное значение	Отклонение
Joshi S.D.	1481 м <sup>3</sup> /сут	
Борисова Ю.П.	1667,9 м <sup>3</sup> /сут	
Giger	607,9 м <sup>3</sup> /сут	

5. Рассчитаем дебиты скважины для 20 значений длины горизонтального участка с шагом в 50 метров по представленным методикам и построим графическую зависимость:

L длина горизонтального участка	Дебит ГС, м <sup>3</sup> /сут (Joshi S.D.)	Дебит ГС, м <sup>3</sup> /сут (Борисова Ю.П.)	Дебит ГС, м <sup>3</sup> /сут (Giger)
50	1360,612	1647,162	1011,10254
100	1982,238	2287,564	1318,32873
150	2338,347	2628,166	1466,90284
200	2569,118	2839,562	1554,49788
250	2730,82	2983,551	1612,26295
300	2850,426	3087,939	1653,21864
350	2942,48	3167,09	1683,77018
400	3015,519	3229,168	1707,43528
450	3074,884	3279,159	1726,30646
500	3124,085	3320,28	1741,70642
550	3165,528	3354,7	1754,51226

600	3200,912	3383,933	1765,32852
650	3231,477	3409,07	1774,58546
700	3258,144	3430,915	1782,59759
750	3281,613	3450,074	1789,60019
800	3302,428	3467,016	1795,77275
850	3321,015	3482,103	1801,2546
900	3337,713	3495,624	1806,15552
950	3352,797	3507,811	1810,56322
1000	3366,489	3518,853	1814,54859

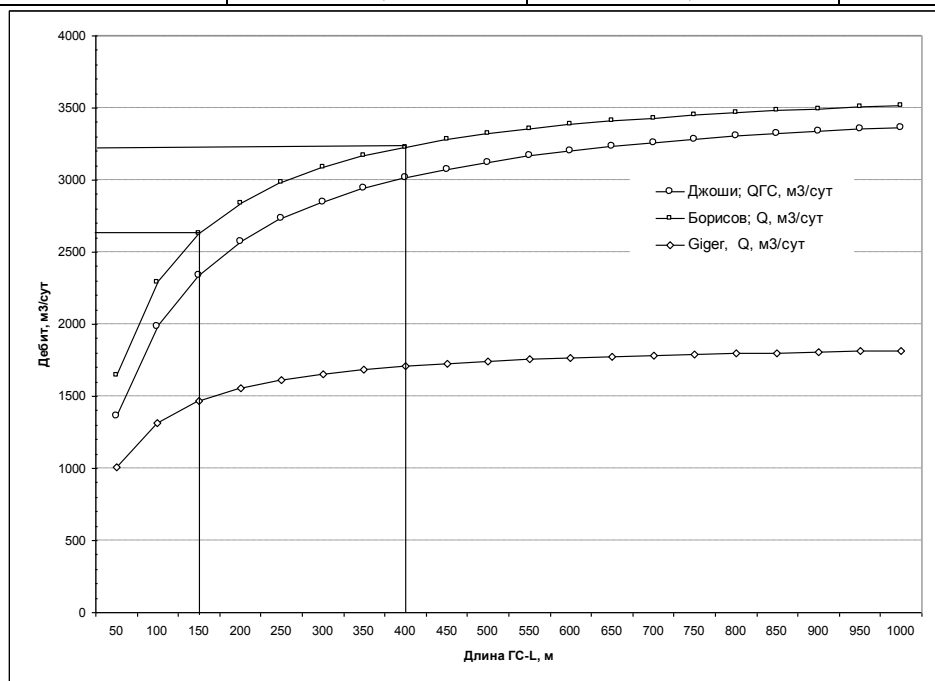


Рисунок 1.1 – Зависимость изменения дебита скважины от длины горизонтального участка

**Выводы:** По результатам расчета прогнозного дебита горизонтальной скважины по методикам Joshi S.D., Борисова Ю.П., Giger для геолого-физических условий пласта ПК<sub>20</sub> Ярайнерского месторождения следует:

- при незначительном отличии (формой притока в горизонтальной проекции) аналитических моделей работы горизонтальных скважин, вскрывших однородно-анизотропный пласт в середине между кровлей и подошвой, отличие расчетных дебитов достаточно большое;

- для условий пласта ПК<sub>20</sub> Ярайнерского месторождения были построены графические зависимости прогнозного дебита скважины от длины горизонтального участка, по результатам анализа следует, что оптимальными будут варианты в интервале  $L_1=150$  м.  $Q_1=2620$  м³/сут до  $L_2=400$  м.  $Q_2=3230$  м³/сут;

- полученные значения являются первыми приближенными результатами подбора оптимальной длины горизонтального участка скважины, дальнейшее обоснование строится на уточнении прогнозных значений дебитов на цифровых моделях пласта и пересчете экономики, по результатам расчета которых будет выбран наиболее рациональный вариант.

### Варианты для самостоятельного решения №1

Ва р.	Длина ГС, м	h нн, м	Kh, мД	$K_v$ , мД	Вязкость, мПа*с	Рпл, МПа	Рзаб, МПа	Радиус скв, м	Rk, м
1	850	23	443	$\frac{м}{с \cdot Па}$	1,12	17,5	14,0	0,1	470

2	850	9	64	1,16	19	6,0	0,1	470
3	400	5	145	1,16	19	11,0	0,1	220
4	200	8	55	1,16	21,8	13,0	0,1	110
5	400	7	111	0,98	21,1	13,7	0,1	220
6	600	8	147	0,98	23,1	16,0	0,1	330
7	200	9	147	0,98	23,3	16,0	0,1	110
8	500	10	158	0,51	24	16,0	0,1	275
9	700	11	96	0,41	24,3	5,8	0,1	385
10	300	19	96	0,41	24,3	11,2	0,1	165
11	250	8	443	1,12	17,5	15,0	0,1	470
12	500	15	64	1,16	19	11,0	0,1	470
13	350	6	145	1,16	19	16,0	0,1	220
14	800	9	55	1,16	21,8	15,0	0,1	110
15	600	11	111	0,98	21,1	17,8	0,1	220
16	550	12	147	0,98	23,1	13,0	0,1	330
17	400	8	147	0,98	23,3	18,0	0,1	110
18	700	16	158	0,51	24	19,5	0,1	275
19	350	18	96	0,41	24,3	11,34	0,1	385
20	250	17	96	0,41	24,3	16,2	0,1	165
21	400	22	443	1,12	17,5	14,9	0,1	470
22	750	16	64	1,16	19	15,3	0,1	470
23	150	10	145	1,16	19	12,7	0,1	220
24	350	11	55	1,16	21,8	9,8	0,1	110
25	450	6	111	0,98	21,1	12,9	0,1	220
26	650	9	147	0,98	23,1	13,8	0,1	330
27	700	19	147	0,98	23,3	18,2	0,1	110
28	500	21	158	0,51	24	14,3	0,1	275
29	650	8	96	0,41	24,3	18,6	0,1	385
30	350	9	96	0,41	24,3	15,2	0,1	165

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2 – РАСЧЕТ ДЕБИТА СКВАЖИНЫ С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ОКОНЧАНИЕМ И НАКЛОННО - НАПРАВЛЕННОЙ С ТРЕЩИНОЙ ГРП

Задача 2.1. Выполнить расчет дебитов вертикальной скважины с эллиптической трещиной ГРП для геолого-физических условий пласта ПК<sub>20</sub> Ярайнерского месторождения и сравнить с результатами расчета дебитов горизонтальной скважины, рассчитанной по методике Joshi (задача 1);

- сопоставить полученные результаты;



- определить по графику зависимости дебита скважины от размеров трещины (для 10 значений (от начального) с шагом в 10 метров) и от длины ГС для 10 значений (от изначального) с шагом в 50 метров, какая из скважин наиболее эффективна для дынных геолого-физических условий.

Таблица 2.1

Наименование параметра	Условное обозначение	Единицы измерения (СИ)	Значение
Нефтенасыщенная толщина	$h$	м	5,5
Проницаемость по горизонтали, $m^2$	$k_h$	$m^2$	$443 \cdot 10^{-15}$
Проницаемость по вертикали, $m^2$	$k_v$	$m^2$	определить лабораторным путем
Вязкость нефти	$\mu_n$	Па·с	0,00112
Пластовое давление	$P_{пл}$	Па	$17,5 \cdot 10^6$
Забойное давление	$P_{заб}$	Па	$14,5 \cdot 10^6$
Радиус горизонтального участка скважины	$r_c$	м	0,1
Радиус контура питания	$R_k$	м	250
Объемный коэффициент нефти	$B_0$	д.ед	1,2
Длина трещины ГРП	$l_1$	м	50
Ширина трещины ГРП	$w$	м	0,02
Проницаемость загрязненной зоны	$k_3$	$m^2$	$55 \cdot 10^{-15}$
Большая полуось загрязненной зоны	$a$	м	15
Меньшая полуось загрязненной зоны	$b$	м	2

Проницаемость по вертикали определить с использованием установки «Эпрон-2000». Группа студентов разделяется на подгруппы, каждая подгруппа получает свой керн для определения проницаемости.

### Методические рекомендации

Задача решается следующим порядком:

1. Прогнозное значение дебита ГС в зависимости от длины определяется по алгоритму представленному в теме №1.
2. Дебит вертикальной скважины определяется по формуле Дюпюи:

$$Q_0 = \frac{2\pi k h}{\mu} \cdot \frac{\Delta P}{\ln \frac{R_k}{r_c}} \quad (2.1)$$

$$Q_0 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 443 \cdot 10^{-15} \cdot 5,5 \cdot (17,5 \cdot 10^6 - 14,5 \cdot 10^6)}{0,00112 \cdot \ln \frac{250}{0,1}} = 0,0052 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$Q_0 = 0,0052 \cdot 86400 \approx 452,59 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

3. Фокусное расстояние конфокальных эллипсов;

$$f = \sqrt{l^2 - w^2} \quad (2.2)$$

$$f = \sqrt{50^2 - 0,02^2} = 0,999$$

$$p = \sqrt{\frac{a-b}{a+b}} \quad (2.3)$$

$$p = \sqrt{\frac{15-2}{15+2}} = 0,986$$

$$\lambda_1 = \frac{k_1 - k_3}{k_1 + k_3} \quad (2.4)$$

$$\lambda_1 = \frac{443 \cdot 10^{-15} - 55 \cdot 10^{-15}}{443 \cdot 10^{-15} + 55 \cdot 10^{-15}} = 0,77$$

4. Дебит вертикальной скважины с эллиптической трещиной ГРП:

$$Q_{\text{тр}} = Q_0 \cdot \frac{\ln R_c / r_w}{\ln \frac{2R_c}{f} - \frac{2\lambda_1}{1-\lambda_1} \cdot \ln p} \quad (2.5)$$

$$Q_{\text{тр}} = 0,0052 \cdot \frac{\ln 250/0,1}{\ln \frac{2 \cdot 250}{0,996} - \frac{2 \cdot 0,77}{1-0,77} \cdot \ln 0,874} = 0,0064 \text{ м}^3 / \text{с}$$

5. Сопоставляем полученные результаты:

Вид скважины	Значение	Отклонение
Факт. начальный дебит ГС 210Г (01.01.2015 г.)	2778 м <sup>3</sup> /сут	
Факт. начальный дебит ВС 30Р (01.01.2015 г.)	750 м <sup>3</sup> /сут	
Вертикальная	452,59 м <sup>3</sup> /сут	
Вертикальная+ГРП (длина тр.=50м)	553,8 м <sup>3</sup> /сут	
Горизонтальная (L=500 м)	2730 м <sup>3</sup> /сут	

Выводы: проведя расчеты дебитов вертикальных скважин с ГРП и выполнив сравнительный анализ с дебитами, полученными для горизонтальной скважины, можно сделать вывод, что применение ГС значительно выгоднее, так как наблюдается существенная разница в полученных значениях.

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3 – РАСЧЕТ ДЕБИТА МНОГОСТВОЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ

Дано:

Наименование параметра	Условное обозначение	Единицы измерения (СИ)	Значение
Длина горизонтального участка	$l$	м	300
Проницаемость по горизонтали, м <sup>2</sup>	$k_h$	м <sup>2</sup>	$147 \cdot 10^{-15}$
Проницаемость по вертикали, м <sup>2</sup>	$k_v$	м <sup>2</sup>	определить лабораторным путем
Вязкость нефти	$\mu_n$	Па·с	0,00098
Пластовое давление	$P_{\text{пл}}$	Па	$23,1 \cdot 10^6$
Забойное давление	$P_{\text{заб}}$	Па	$16 \cdot 10^6$
Радиус горизонтального участка скважины	$r_c$	м	0,1
Радиус контура питания	$R_k$	м	330
Угол наклона ствола от вертикали	$\alpha$	град	90
Гидропроводность	$\varepsilon$	(м <sup>2</sup> ·м)/(Па·с)	$2,93 \cdot 10^{-10}$

Параметр анизотропии проницаемости пласта	$\beta$	0,244
---	---------	-------

Проницаемость по вертикали определить с использованием установки «Эпрон-2000». Группа студентов разделяется на подгруппы, каждая подгруппа получает свой керн для определения проницаемости.

### Методические рекомендации

$$\varepsilon = \frac{k \cdot h}{\mu} = \frac{36 \cdot 10^{-15} \cdot 8}{0.98 \cdot 10^{-3}} = 2.93 \cdot 10^{-10}$$

$$\beta = \frac{k_v}{k_h} = \frac{36}{147} = 0.244$$

1. Рассчитываем приток жидкости к многоствольной горизонтальной скважине по уравнению Борисова Ю.П., Пилатовского В.П., Табакова В.П.:

$$Q = \frac{2\pi\varepsilon\Delta P}{\ln R_k - \ln \frac{l \sin \alpha}{x(n)} + \frac{h}{l \cdot n} \ln \left( \frac{h \sin \alpha}{2\pi r_w} \right)} \quad (3.1)$$

$$Q = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 2.93 \cdot 10^{-10} \cdot (23.1 - 16) \cdot 10^6 \cdot 86400}{\ln 330 - \ln \frac{300 \cdot \sin 90}{4} + \frac{8}{330 \cdot 1} \cdot \ln \left( \frac{8 \cdot \sin 90}{2 \cdot 3.14 \cdot 0.1} \right)} = 730.66 \text{ м}^3/\text{сут}$$

2. Рассчитываем приток жидкости к многоствольной горизонтальной скважине по уравнению Григулецкого В.Г., Никитина Б.А.:

$$Q = \frac{2\pi\varepsilon\Delta P}{\ln \frac{x(n)R_k}{l} + \frac{\beta h}{l \cdot n} \ln \left( \frac{\beta h}{2\pi r_w} \right)} \quad (3.2)$$

$$Q = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 2.93 \cdot 10^{-10} \cdot (23.1 - 16) \cdot 10^6 \cdot 86400}{\ln \frac{4 \cdot 330}{330} + \frac{0.244 \cdot 8}{300} \cdot \ln \frac{0.244 \cdot 8}{2 \cdot 3.14 \cdot 0.1}} = 760.314 \text{ м}^3/\text{сут}$$

3. Рассчитываем приток жидкости по формуле для одноярусной многоствольной горизонтальной скважине:

$$Q = \frac{2\pi\varepsilon\Delta P}{\frac{2}{n} \ln \frac{R_k^{n/2} + \sqrt{R_k^n + l^n}}{l^{n/2}} + \frac{h}{l \cdot n} \ln \left( \frac{h}{2\pi r_w} \right)} \quad (3.3)$$

$$Q = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 2.93 \cdot 10^{-10} \cdot (23.1 - 16) \cdot 10^6 \cdot 86400}{\frac{2}{1} \cdot \ln \frac{330^{1/2} + \sqrt{330^1 + 300^1}}{300^{1/2}} + \frac{8}{300 \cdot 1} \cdot \ln \frac{8}{2 \cdot 3.14 \cdot 0.1}} = 596.23 \text{ м}^3/\text{сут}$$

4. Рассчитываем приток жидкости к многоствольной горизонтальной скважине по формуле Меркулова В.П.:

$$Q = \frac{2\pi\varepsilon\Delta P}{\pi b^* + h \ln\left(\frac{h}{2\pi r_w}\right) - h \left( \ln \frac{a^* + c^*}{2c^*} + \lambda \right) + l \ln \frac{2R_k^n}{n(a^* + b^*)\delta^{*(n-1)}} \left[ 1 - \left( \frac{\delta^*}{R_k} \right)^{2n} \right]} \quad (3.4)$$

$$Q = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 2.93 \cdot 10^{-10} \cdot (23.1 - 16) \cdot 10^6}{3.14 \cdot 5054 + 8 \cdot \ln \frac{8}{2 \cdot 3.14 \cdot 0.1} - 8 \cdot \left( \ln \frac{316 + 300}{2 \cdot 300} + 20.425 \right) + 300 \cdot \ln \frac{2 \cdot 330^1}{1 \cdot (316 + 5054) \cdot 1} \cdot \left( 1 - \left( \frac{0.375}{330} \right)^2 \right)}$$

= 0.074 м<sup>3</sup>/сут

Полученные результаты:

Борисов(90)	Григулецкий	Одноярусная	Меркулова	n
730,6631434	760,3145974	596,2384087	0,07495808	1
1376,646307	1429,151989	1150,221259	0,066873082	2
1533,007256	1575,991815	1665,044818	0,06008589	3
1643,423801	1680,271004	2143,610059	0,054456752	4

Выводы: 1) Методика Борисова. Исходя из данной методики при  $\alpha=90^0$ , бурение многоствольных ГС с равномерным веерным расположением приводит к значительному увеличению дебита скважины. При этом резкое увеличение дебита наблюдается при бурении двух боковых стволов.

2) Методика Григулецкого. При одноярусном расположении ГС с увеличением количества боковых стволов дебит увеличивается. Значительное увеличение дебита наблюдается при разрезке двух боковых стволов.

3) Одноярусное расположение. Дебит увеличивается прямо пропорционально.

4) Методика Меркулова. При расчете по данной методике наблюдается снижение дебита при увеличении числа горизонтальных стволов

#### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4 – РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОЙ СЕТКИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ РАБОТЫ С ВЕРТИКАЛЬНЫМИ

Исходные данные для расчета:

Пусть гидропроводность пласта равна  $\frac{kh}{\mu} = 1$ , рассмотрим варианты когда эффективная

общая и толщины этого пласта равны  $h = 5, 10, 14,2$  м и  $h_{общ} = 10, 20, 22,6$  м. Радиус скважины равен  $r_c = 0,1$  м. Разность забойных давлений нагнетательных и добывающих скважин  $P_{сн} - P_{сз} = 0,1$  МПа. Рассмотрим разные сетки скважин  $2\sigma_n = 2\sigma = L = 150, 300, 450, 500, 600$  м.  $2\sigma_n$  – расстояние между рядами нагнетательных скважин,  $2\sigma$  – расстояние между рядами добывающих скважин,  $L$  – расстояние между рядом добывающих и нагнетательных скважин. Общее число нагнетательных скважин  $n_n = 50$  и общее число добывающих скважин  $n = 110$ . Общая горизонтальная длина горизонтальной скважины  $l_r = 300$  м.

#### Методические рекомендации

Сначала определим общий дебит нефтяной площади для варианта вертикальных скважин.  $h = 10$ ,  $h_{\text{общ}} = 20$ ,  $2\sigma_n = 2\sigma = L = 150$

Фильтрационные сопротивления

$$\omega = \frac{1}{n} \cdot \frac{\mu}{k \cdot h} \cdot \frac{1}{2\pi} \cdot \ln \frac{2\sigma}{2\pi \cdot r_c} \quad (4.1)$$

$$\omega = \frac{1}{110} \cdot 1 \cdot \frac{1}{2\pi} \cdot \ln \frac{150}{2\pi \cdot 0.1} = 0,017$$

$$\omega_n = \frac{1}{n_n} \cdot \frac{\mu}{k \cdot h} \cdot \frac{1}{2\pi} \cdot \ln \frac{2\sigma_n}{2\pi \cdot r_c} \quad (4.2)$$

$$\omega_n = \frac{1}{50} \cdot 1 \cdot \frac{1}{2\pi} \cdot \ln \frac{150}{2\pi \cdot 0.1} = 0,008$$

$$\Omega = \frac{\mu}{k \cdot h} \cdot \frac{L}{2\sigma \cdot n} \quad (4.3)$$

$$\Omega = 1 \cdot \frac{150}{150 \cdot 110} = 0,009$$

Общий дебит нефтяной площади

$$q_0 = \frac{P_{\text{сн}} - P_{\text{сэ}}}{\omega_n + \frac{1}{2}\Omega + \omega} \quad (4.4)$$

$$q_0 = \frac{13,6 - 13,5}{0,008 + \frac{1}{2} \cdot 0,009 + 0,017} \cdot 86400 = 289388 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Теперь определим общий дебит нефтяной площади для варианта горизонтальных скважин.  $h = 10$ ,  $h_{\text{общ}} = 20$ ,  $2\sigma_n = 2\sigma = L = 150$

Фильтрационные сопротивления

$$\omega_n = \frac{1}{n} \cdot \frac{\mu}{k \cdot h} \cdot \frac{1}{2\pi} \left( \ln \frac{2\sigma \cdot h_{\text{общ}} \cdot n_{\text{сл}}}{l_r \cdot h} + \frac{h_{\text{общ}}}{l_r} \cdot \ln \frac{h}{n_{\text{сл}} \cdot 2\pi \cdot r_c} \right) \quad (4.5)$$

$$\omega_n = \frac{1}{50} \cdot 1 \cdot \frac{1}{2\pi} \cdot \left( \ln \frac{150 \cdot 20 \cdot 1}{300 \cdot 10} \cdot \frac{20}{300} \cdot \ln \frac{10}{1 \cdot 2\pi \cdot 0,1} \right) = 0,001$$

$$\omega = \frac{1}{n} \cdot \frac{\mu}{k \cdot h} \cdot \frac{1}{2\pi} \left( \ln \frac{2\sigma_n \cdot h_{\text{общ}} \cdot n_{\text{сл}}}{l_r \cdot h} + \frac{h_{\text{общ}}}{l_r} \cdot \ln \frac{h}{n_{\text{сл}} \cdot 2\pi \cdot r_c} \right) \quad (4.6)$$

$$\omega = \frac{1}{50} \cdot 1 \cdot \frac{1}{2\pi} \cdot \left( \ln \frac{150 \cdot 20 \cdot 1}{300 \cdot 10} \cdot \frac{20}{300} \cdot \ln \frac{10}{1 \cdot 2\pi \cdot 0,1} \right) = 0,003$$

$$\Omega = \frac{\mu}{k \cdot h} \cdot \frac{L}{2\sigma \cdot n} \quad (4.7)$$

$$\Omega = 1 \cdot \frac{150}{150 \cdot 110} = 0,009$$

Общий дебит нефтяной площади

$$q_0 = \frac{P_{сн} - P_{сэ}}{\omega_n + \frac{1}{2}\Omega + \omega}$$

$$q_0 = \frac{13,6 - 13,5}{0,001 + \frac{1}{2} \cdot 0,009 + 0,003} \cdot 86400 = 918692 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Как видно, на рассматриваемой нефтяной площади при прочих равных условиях применение горизонтальных скважин вместо вертикальных скважин приводит к увеличению общего дебита в 3 раза. Если произвести расчет для остальных показателей, то можно рассмотреть зависимость отношения дебитов горизонтальных и вертикальных скважин к выбранной сетке скважин (рисунок 3).

Рассмотрим вариант, когда пласт имеет несколько проницаемых нефтяных прослоев  $n_{сл} = 2, 4, 8$  для варианта  $h = 10, h_{общ} = 20, 2\sigma_n = 2\sigma = L = 150$

Расчет для месторождения, которое эксплуатируется только вертикальными скважинами останется без изменений, а для месторождения, которое эксплуатируется только горизонтальными скважинами примет следующий вид.

Фильтрационные сопротивления

$$\omega_n = \frac{1}{n} \cdot \frac{\mu}{k \cdot h} \cdot \frac{1}{2\pi} \left( \ln \frac{2\sigma \cdot h_{общ} \cdot n_{сл}}{l_r \cdot h} + \frac{h_{общ}}{l_r} \cdot \ln \frac{h}{n_{сл} \cdot 2\pi \cdot r_c} \right)$$

$$\omega_n = \frac{1}{50} \cdot 1 \cdot \frac{1}{2\pi} \cdot \left( \ln \frac{150 \cdot 20 \cdot 2}{300 \cdot 10} \cdot \frac{20}{300} \cdot \ln \frac{10}{1 \cdot 2\pi \cdot 0,1} \right) = 0,0017$$

$$\omega = \frac{1}{n} \cdot \frac{\mu}{k \cdot h} \cdot \frac{1}{2\pi} \left( \ln \frac{2\sigma_n \cdot h_{общ} \cdot n_{сл}}{l_r \cdot h} + \frac{h_{общ}}{l_r} \cdot \ln \frac{h}{n_{сл} \cdot 2\pi \cdot r_c} \right)$$

$$\omega = \frac{1}{50} \cdot 1 \cdot \frac{1}{2\pi} \cdot \left( \ln \frac{150 \cdot 20 \cdot 2}{300 \cdot 10} \cdot \frac{20}{300} \cdot \ln \frac{10}{1 \cdot 2\pi \cdot 0,1} \right) = 0,004$$

$$\Omega = \frac{\mu}{k \cdot h} \cdot \frac{L}{2\sigma \cdot n} = 1 \cdot \frac{150}{150 \cdot 110} = 0,009$$

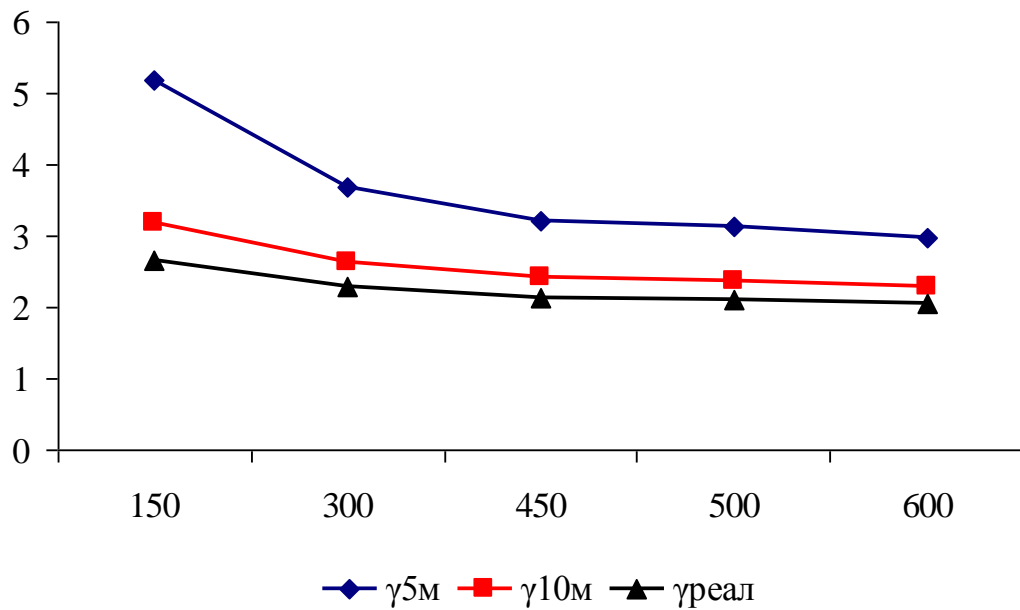


Рисунок 4.1 – Отношение дебитов к выбранной сетке скважин

Общий дебит нефтяной площади

$$q_0 = \frac{P_{нй} - P_{нз}}{\omega_i + \frac{1}{2} \Omega + \omega} = \frac{13,6 - 13,5}{0,0071 + \frac{1}{2} \cdot 0,009 + 0,004} \cdot 86400 = 848228 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Рассмотрим зависимость отношения дебитов горизонтальных и вертикальных скважин к выбранной сетке скважин с учетом 2, 4 и 8 проницаемых нефтяных пластов (рисунок 4.2)

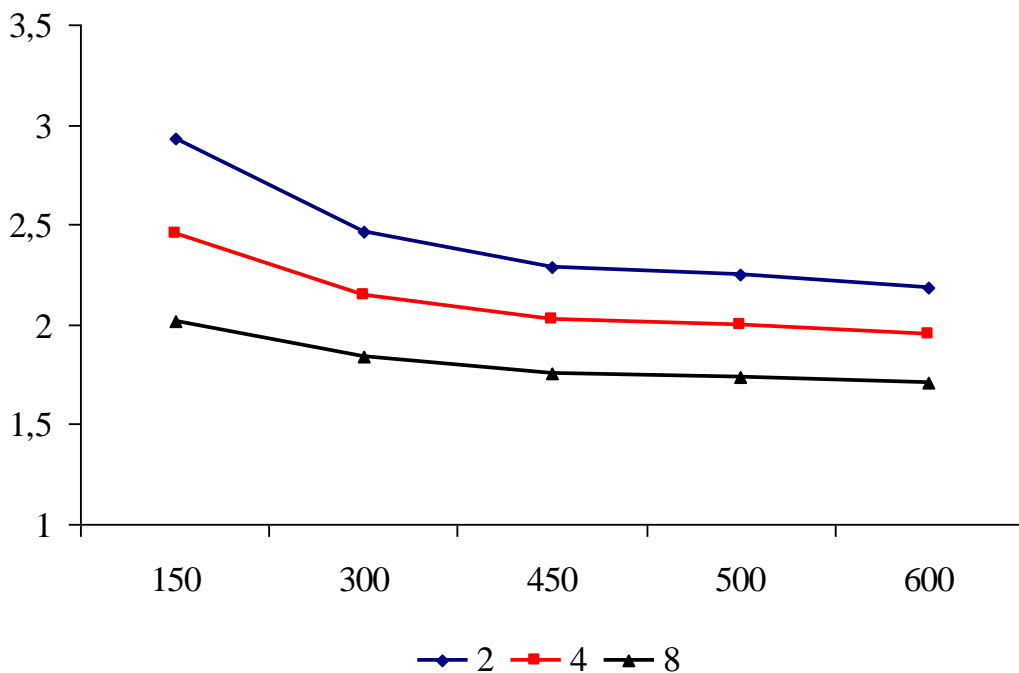


Рисунок 4.2 – Отношения дебитов горизонтальных и вертикальных скважин к выбранной сетке скважин с учетом нескольких проницаемых нефтяных пластов

Вывод. Проанализировав данный метод расчетов можно прийти к выводу, что применение горизонтальных добывающих и нагнетательных скважин с крупной сеткой скважин на месторождении, где есть только один нефтяной пласт гораздо предпочтительнее, чем использование вертикальных скважин. Недостатком данного метода является неправдоподобный подбор величины гидропроводности, которая принимается равной единице, что не соответствует действительности, но необходимо для получения более достоверных данных по получаемому суммарному дебиту на месторождении.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5 – РАСЧЕТ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАСТА ПО МЕТОДУ ЕВЧЕНКО В.С.

### Исходные данные

$R_{пл}=17,5$  МПа  
 $R_{заб}= 14$  МПа  
 $\mu= 1,12$  мПа·с  
 $b_H=1,2$   
 $R_k= 400$ м  
 $K_x= 443$  мД  
 $K_y=$  определить лабораторным путем.  
 $h= 6$ м  
 $K_{прод}= 61,6$  м<sup>3</sup>/сут·МПа  
 $l_0= 0,3$   
 $r_0=0,005$   
 $m=20$   
 $b=4$

Проницаемость по вертикали определить с использованием установки «Эпрон-2000». Группа студентов разделяется на подгруппы, каждая подгруппа получает свой керн для определения проницаемости.

### Данные о дебите скважины

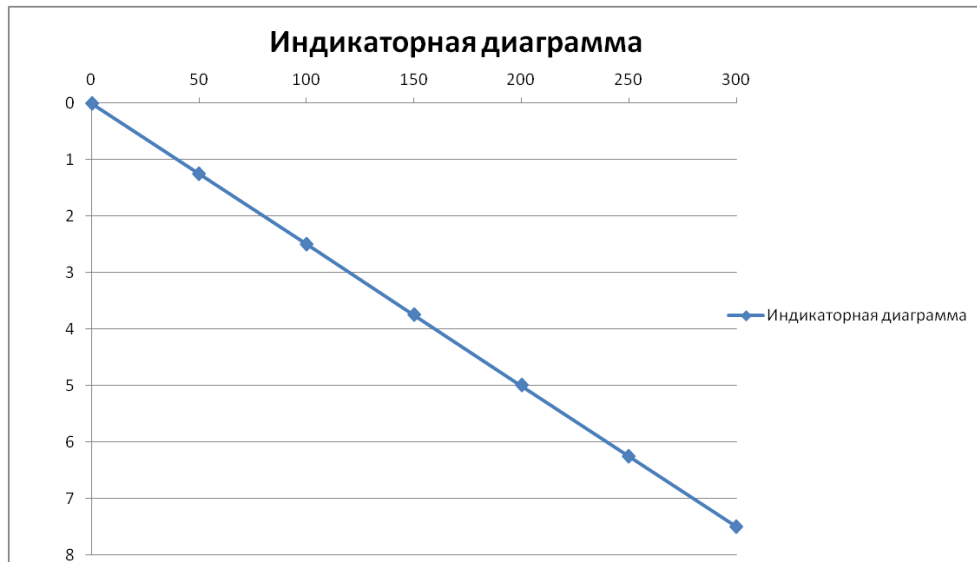
Q м <sup>3</sup> /сут	R <sub>пл</sub> , Па	R <sub>заб</sub> , Па
0	17500000	0
100	17500000	15876623,38
150	17500000	15064935,06
200	17500000	14253246,75
250	17500000	13441558,44
300	17500000	12629870,13
350	17500000	11818181,82
450	17500000	10194805,19
500	17500000	9383116,883
550	17500000	8571428,571
600	17500000	7759740,26

### Методические рекомендации по решению задачи

1) По результатам гидродинамических исследований на стационарных режимах построить индикаторную линию (график зависимости Q от dP)



$K_{прод} =$



$Q_2 - Q_1/P_2 - P_1$

(5.1)

$$K_{прод} = (450 - 200) / (8\,929\,000 - 3\,247\,000) = 0,0000616 \text{ м}^3/\text{сут} \cdot \text{Па}$$

2) Определяем фильтрационное сопротивление по характеру вскрытия

$$\bar{h} = \frac{b}{h} \quad (5.2)$$

$$\bar{h} = \frac{4}{6} = 0,67$$

$$Sd = \frac{1}{\bar{h}} \cdot \left[ \ln \frac{4 \cdot r_c}{l_o} - \frac{\chi^*}{m \cdot l_o} \cdot \ln(2\pi \cdot r_o \cdot m) \right] \quad (5.3)$$

$$Sd = \frac{1}{0,67} \cdot \left[ \ln \frac{4 \cdot 0,114}{0,3} - \frac{3}{20 \cdot 0,3} \cdot \ln(2 \cdot 3,14 \cdot 0,005 \cdot 20) \right] = 0,981$$

3) Определяем приведенный радиус скважины для перфорированной колонны

$$r_{сnp} = r_c \cdot \exp(-Sd) \quad (5.4)$$

$$r_{сnp} = 0,114 \cdot \exp(-0,981) = 0,0427$$

4) Определяем скин-фактор горизонтальной скважины, согласно условия, относительно параметра  $b$

$$St_r = 1 - \frac{h \cdot \chi}{L} \cdot \ln \left( \frac{4\pi \cdot r_{сnp}}{\chi \cdot h} \right) + \ln \frac{2,7 \cdot r_{сnp}}{L} \quad (5.5)$$

$$St_r = 1 - \frac{6 \cdot 3}{200} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 3,14 \cdot 0,0427}{3 \cdot 6}\right) + \ln \frac{2,7 \cdot 0,0427}{200} = -6,422$$

5) Определяем гидропроводность пласта

$$\frac{kh}{\mu} = 1,84 \cdot \eta_e \cdot \sigma \cdot \left( \ln \frac{R_k}{r_c} + St_e \right) \quad (5.6)$$

$$\frac{kh}{\mu} = 1,84 \cdot 7,13 \cdot 10^{-9} - 10 \cdot 1,2 \cdot \left( \ln \frac{400}{0,114} + (-6,422) \right) = 2,74 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2 \cdot \text{м} / \text{Па} \cdot \text{с}$$

б) Определяем коэффициент проницаемости

$$k = \frac{2,74 \cdot 10^{-9} \mu}{h} \quad (5.7)$$

$$k = \frac{2,74 \cdot 10^{-9} \cdot 0,00112}{6} = 5,11515 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2 = 511,52 \text{ мД}$$

Вывод. Интерпретация данных ГДИС скважин с горизонтальным окончанием можно вычислить гидропроводность, проницаемость, скин-фактор призабойной зоны

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6 – ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕБИТА ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ С ТРЕЩИНАМИ ГРП, РАСПОЛОЖЕННОЙ В АНИЗОТРОПНОМ, ПОЛОСООБРАЗНОМ ПЛАСТЕ

Наименование параметра	Условное обозначение	Единицы измерения (СИ)	Значение
Нефтенасыщенная толщина	$h$	м	8
Проницаемость по горизонтали,	$k_h$	м <sup>2</sup>	$147 \cdot 10^{-15}$
Проницаемость по вертикали,	$k_v$	м <sup>2</sup>	определить лабораторным путем
Вязкость нефти	$\mu_n$	Па·с	0,00098
Пластовое давление	$P_{пл}$	Па	$23,1 \cdot 10^6$
Забойное давление	$P_{заб}$	Па	$16 \cdot 10^6$
Радиус горизонтального участка скважины	$r_c$	м	0,1
Радиус контура питания	$R_k$	м	330
Объемный коэффициент нефти	$B_0$	д.ед	1,2
Ширина зоны отбора $i$ -ой вертикальной трещины	$a$	м	2000
Ширина полосообразного пласта	$b$	м	300
Ширина трещины ГРП	$c$	м	0,02

Проницаемость по вертикали определить с использованием установки «Эпрон-2000». Группа студентов разделяется на подгруппы, каждая подгруппа получает свой керн для определения проницаемости.

### Методические рекомендации по решению задачи

$$Q_n = \frac{2 \cdot \pi \cdot k_h \cdot h \cdot n}{\mu \cdot B} \cdot \frac{(P_{np} - P_3)}{\text{arcch} \frac{ch \frac{\pi \cdot b}{2 \cdot a \cdot n}}{\sin \frac{\pi L_f}{2 \cdot a}} + \frac{\chi \cdot h}{L} \cdot \ln \frac{h}{h_f} + \frac{k_h \cdot h}{k_f \cdot c} \ln \frac{h_f}{2r_c}} \quad (6.1)$$

$$Q_n = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 147 \cdot 10^{-15} \cdot 8 \cdot 1}{0,98 \cdot 10^{-3} \cdot 1,2} \times \frac{(23,1 - 16) \cdot 10^6}{\text{arcch} \frac{ch \frac{3,14 \cdot 300}{2 \cdot 2000 \cdot 1}}{\sin \frac{3,14 \cdot 10}{2 \cdot 2000}} + \frac{\sqrt{147} \cdot 8}{300} \cdot \ln \frac{8}{15} + \frac{147 \cdot 8}{36 \cdot 0,02} \cdot \ln \frac{15}{2 \cdot 0,1}} = 124,59 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Изменяя значения длины трещины, количества трещин и ширины трещины, получаем зависимость дебита:



Вывод: с увеличением ширины трещины происходит значительное увеличение дебита по логарифмическому закону



Вывод: с увеличением длины трещины дебит горизонтальной скважины увеличивается логарифмически



Вывод: с изменением количества трещин дебит увеличивается по линейному закону, так как дебит прямо пропорционален количеству трещин.

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7 – РАСЧЁТ ПРЕДЕЛЬНОЙ БЕЗВОДНОЙ ДЕПРЕССИИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ

Дано:

Наименование параметра	Условное обозначение	Единицы измерения (СИ)	Значение
Нефтенасыщенная толщина	$b$	м	4,6
Проницаемость по горизонтали	$k_h$	$m^2$	$270 \cdot 10^{-15}$
Проницаемость по вертикали	$k_v$	$m^2$	определить лабораторным путем
Вязкость нефти	$\mu_n$	Па·с	0,00098
Радиус горизонтального участка скважины	$r_c$	м	0,1
Радиус контура питания	$R_k$	м	250
Объемный коэффициент нефти	$B_0$	д.ед	1,2

Плотность нефти	$\rho_n$	кг/м <sup>3</sup>	742
Плотность воды	$\rho_v$	кг/м <sup>3</sup>	992
Вязкость дегазированной нефти	$\mu_d$	Па·с	$4,8 \cdot 10^{-3}$
Давление насыщения	$P_{нас}$	Па	$8,4 \cdot 10^6$
Глубина скважины	$H$	м	2338
Давление на устье скважины	$P_y$	Па	$2,4 \cdot 10^6$
Буферное давление	$P_б$	Па	$3,6 \cdot 10^6$
Мощность пласта	$h$	м	18,9

Проницаемость по вертикали определить с использованием установки «Эпрон-2000». Группа студентов разделяется на подгруппы, каждая подгруппа получает свой керн для определения проницаемости.

Таблица 7.1 – Результаты определения предельных безводных дебитов

$\bar{h}$	$\rho$	$\xi_0$	$\psi$	$q$	$\rho$	$\xi_0$	$\psi$	$q$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,2	1,0	0,455	0,450	1,233	0,6	0,585	0,175	2,371
0,3		0,475	0,500	1,050		0,625	0,190	1,973
0,4		0,540	0,545	0,844		0,630	0,240	1,541
0,5		0,610	0,574	0,679		0,685	0,300	1,050
0,6		0,710	0,580	0,500		0,735	0,370	0,716
0,7		0,820	0,590	0,305		0,840	0,3755	0,426
0,20	0,9	0,470	0,390	1,358	0,5	0,690	0,095	3,263
0,3		0,500	0,425	1,176		0,700	0,125	2,400
0,4		0,550	0,460	0,978		0,715	0,175	1,685
0,5		0,620	0,510	0,745		0,730	0,240	1,125
0,6		0,715	0,525	0,542		0,750	0,310	0,806
0,7		0,825	0,535	0,327		0,845	0,315	0,492
0,20	0,8	0,510	0,320	1,531	0,4	0,785	0,025	8,600
0,3		0,525	0,350	1,357		0,800	0,040	5,600
0,4		0,575	0,380	1,118		0,805	0,100	1,950
0,5		0,640	0,440	0,818		0,810	0,165	1,151
0,6		0,720	0,480	0,583		0,815	0,245	0,755
0,7		0,830	0,490	0,346		0,850	0,260	0,576
0,2	0,7	0,550	0,240	1,875	0,3	0,825	0,005	35,00
0,3		0,570	0,275	1,563		0,830	0,010	17,00
0,4		0,600	0,315	1,269		0,900	0,015	6,666
0,5		0,680	0,375	0,583		0,910	0,075	1,200
0,6		0,725	0,425	0,647		0,915	0,175	0,485
0,7		0,835	0,430	0,383		0,920	0,200	0,400

### Методические рекомендации по решению задачи

1 Определим коэффициент анизотропии пласт

$$\chi = \sqrt{\frac{k_h}{k_v}} \quad (7.1)$$

где  $k_h$  – горизонтальная составляющая проницаемости пласта, м<sup>2</sup>;  
 $k_v$  – вертикальная составляющая проницаемости пласта, м<sup>2</sup>;

$\chi$  – коэффициент анизотропии пласта

$$\chi = \sqrt{\frac{2.7}{1.0}} = 1.64 \quad (7.2)$$

2 Определим безразмерные параметры  $\rho_0$  и  $\bar{h}$

$$\rho_0 = \frac{R}{\chi \cdot h} \quad (7.3)$$

где  $R$  – радиус контура скважины, м;

$h$  – мощность пласта, м;

$\chi$  – коэффициент анизотропии пласта

$$\rho_0 = \frac{250}{1.64 \cdot 18.9} = 8.0$$

$$\bar{h} = \frac{b}{h} \quad (7.4)$$

где  $b$  – нефтенасыщенная толщина пласта, м;

$h$  – мощность пласта, м

$$\bar{h} = \frac{4.6}{18.8} = 0.243$$

3. По таблице 7.1, определяем безразмерный дебит

$$q(\rho_0, \bar{h}) = q(8; 0,243) = 0,14 \quad (7.5)$$

4 Определим безразмерную ординату вершины водяного конуса

$$\xi_0(\rho_0, \bar{h}) = \xi(8; 0,243) = 0,64 \quad (7.6)$$

5 Определим высоту водяного конуса

$$y_0 = (1 - \xi_0) \cdot h \quad (7.7)$$

где  $\xi_0$  – безразмерная ордината вершины водяного конуса;

$h$  – мощность пласта, м

$$y_0 = (1 - 0,64) \cdot 18,9 = 6,8 \text{ м}$$

6 Определим дебит скважины

$$Q_0 = \frac{2\pi \cdot k \cdot h^2 \cdot g \cdot \Delta p}{\eta} \quad (7.8)$$

где  $k$  – горизонтальная составляющая проницаемости,  $\text{м}^2$ ;

$h$  – мощность пласта, м;

$g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м}/\text{с}^2$ ;

$\Delta p$  – разность плотностей воды и нефти,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

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

$$\Delta p = \rho_v - \rho_n = 992 - 742 = 250 \text{ кг}/\text{м}^3$$

$$Q_0 = \frac{2\pi \cdot k \cdot h^2 \cdot g \cdot \Delta p}{\eta} = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 0.27 \cdot 10^{-12} \cdot 18.9^2 \cdot 9.81 \cdot 250}{0.92 \cdot 10^{-3}} = 139,5 \text{ м}^3 / \text{сут} \quad (7.9)$$

7 Определим предельный безводный дебит

$$Q_{i\bar{0}} = Q_0 \cdot q(\rho_0, \bar{h}) \quad (7.10)$$

где  $Q_0$  – дебит скважины,  $\text{м}^3 / \text{сут}$ ;

$q(\rho_0, \bar{h})$  – безразмерный дебит

$$Q_{np} = Q_0 \cdot q(\rho_0, \bar{h}) = 139.5 \cdot 0.14 = 19.53 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

8 Определим значение функции  $\Psi(\rho_0, \bar{h})$

$$\Psi(\rho_0, \bar{h}) = \Psi(8; 0.243) = 2.04 \quad (7.11)$$

9 Определим фильтрационное сопротивление

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{\eta} \ln \frac{R_0}{r} - \Psi(\rho_0, \bar{h}) \quad (7.12)$$

где  $\bar{h}$  - безразмерная мощность пласта;  
 $R_0$  – радиус контура скважины, м;  
 $r$  – радиус скважины, м;  
 $\Psi$  – безразмерная функция.

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{0.243} \ln \frac{250}{0.108} - 2.04 = 23.48 \quad (7.13)$$

10 Определим дополнительное фильтрационное сопротивление

$$\Delta\varepsilon(\rho_0, \bar{h}) = \Delta\varepsilon(8; 0.243) = 1.05 \quad (7.14)$$

11 Определим безразмерную депрессию

$$\Delta P_{пр. без} = (\varepsilon_0 + \Delta\varepsilon) \cdot q(\rho_0; \bar{h}) \quad (7.15)$$

где  $\varepsilon_0$  – фильтрационное сопротивление  
 $\Delta\varepsilon$  – дополнительное фильтрационное сопротивление  
 $q(\rho_0, \bar{h})$  – безразмерный дебит

$$\Delta P_{пр. без} = (23.48 + 1.05) \cdot 0.14 = 3.435$$

12 Определим предельную депрессию

$$\Delta P_{пр} = \Delta P_{пр. без} \cdot g \cdot h_0 \cdot \Delta\rho \quad (7.17)$$

где  $\Delta P_{пр. без}$  – безразмерная депрессия  
 $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>  
 $h_0$  – мощность пласта  
 $\Delta\rho$  – разность плотностей воды и нефти, кг/м<sup>3</sup>

$$\Delta P_{пр} = 3.435 \cdot 9.81 \cdot 18.9 \cdot 250 = 0.86 \text{ МПа}$$

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8 – МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕУСТАНОВИВШЕГОСЯ ПРИТОКА ЖИДКОСТИ К ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЕ ПО ДВУХЗОННОЙ СХЕМЕ

$$k_{xy} = 36 \text{ мД};$$

$k_z$  = определить лабораторным путём;

$t$  – время с начала пуска, с;

$$h = 8 \text{ м};$$

$$m = 0,18$$

$$R_k = 330 \text{ м}$$

$$k_{нн} = 0,55$$

$$\mu = 4 \text{ мПа}\cdot\text{с};$$

$$L = 300 \text{ м}$$

$$\dot{\eta} = 0,98 \cdot 10^{-3}$$

$$\beta^* = m\beta_{жс} + (m-1)\beta_c - \text{упругость пласта.}$$

Проницаемость по вертикали определить с использованием установки «Эпрон-2000». Группа студентов разделяется на подгруппы, каждая подгруппа получает свой керн для определения проницаемости.

### Пример решения.

1. Рассчитываем V:

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot h \cdot m \cdot k_{nn} = 3,14 \cdot 330^2 \cdot 8 \cdot 0,18 \cdot 0,55 = 2,7 \cdot 10^5 \text{ м}^3$$

2. Вычисляем коэффициент анизотропии пласта:

$$\lambda = \frac{k_v}{k_h} = \frac{36}{147} = 0,24$$

3. Вычисляем значения  $\alpha$ ,  $\beta$

$$\alpha = \frac{5}{8\lambda^{1,34}} = \frac{5}{8 \cdot 0,24^{1,34}} = 4,12$$

$$\beta = \frac{5}{8}\lambda + 0,223 = \frac{5}{8} \cdot 0,24 + 0,223 = 0,38$$

4. По формуле 5 вычисляем значение дебита (для  $t=0,1$  сут)

$$Q(t) = \frac{5}{8 \cdot \lambda^{1,34}} \cdot \left( \frac{k_{xy} \cdot t}{\beta^* \cdot \mu \cdot h^2} \right)^{\frac{5}{8} \cdot \lambda + 0,223} \cdot \frac{k_{xy} \cdot L}{\mu} \cdot \left[ P_0 - \frac{1}{\beta^*} \cdot \ln \left( \frac{V}{V + \int_0^t Q(t) dt} \right) - p(t) \right]$$



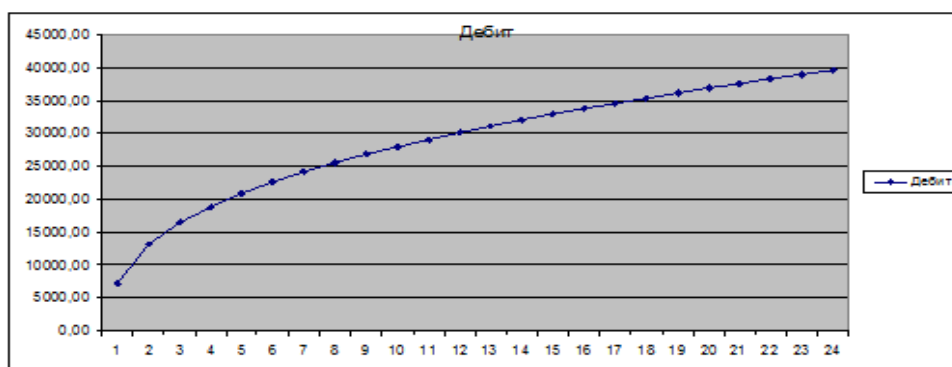
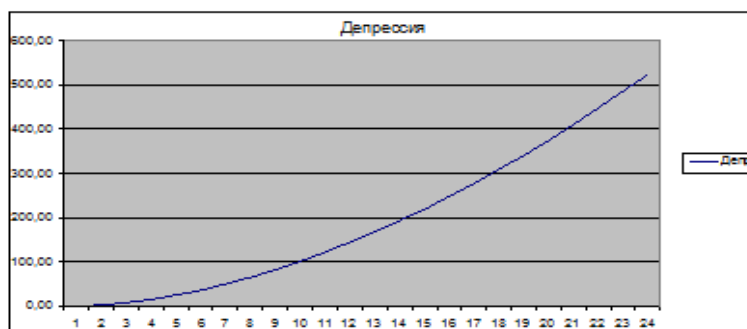
$$Q(t) = 4,12 \cdot \left( \frac{147 \cdot 10^{-15} \cdot 8640}{4 \cdot 0,98 \cdot 10^{-3} \cdot 64} \right)^{0,38} \cdot \frac{36 \cdot 10^{-15} \cdot 300}{0,98 \cdot 10^{-3}} \times \\ \times \left( 23,1 \cdot 10^6 - \frac{1}{4} \cdot \ln \frac{2,7 \cdot 10^5}{2,7 \cdot 10^5 - 0,042} - 16 \cdot 10^6 \right) = 7212,3 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

5. Рассчитаем изменение забойного давления от времени:

$$\Delta p(t) = \frac{\eta \cdot Q_0}{k \cdot L} \cdot \alpha \cdot \left( \frac{k_z \cdot t}{\beta^* \cdot \eta \cdot h} \right)^\beta$$

$$\Delta p(t) = \frac{0,98 \cdot 10^{-3} \cdot 0,042}{147 \cdot 10^{-15} \cdot 300} \cdot 4,12 \cdot \left( \frac{36 \cdot 10^{-15} \cdot 8640}{4 \cdot 0,98 \cdot 10^{-3} \cdot 8} \right)^{0,38} \cdot 10^{-6} = 0,53 \text{ МПа}$$

6. Изменяя значения времени при расчете, получаем динамику развития депрессии и дебита во времени



Вывод: при моделировании неустановившегося притока жидкости к горизонтальной скважине для получения дебитов необходимо уменьшение забойного давления.

### 11.2. Методические указания по подготовке к лабораторным работам.

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

### 11.3. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающихся заключается в получении заданий (тем) у преподавателя

давателя для индивидуального освоения. Преподаватель на занятии дает рекомендации необходимые для освоения материала. В ходе самостоятельной работы обучающиеся должны выполнить типовые расчеты, подготовиться к выполнению экспериментов (исследований) и изучить теоретический материал по разделам. Обучающиеся должны понимать содержание выполненной работы (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина, используемого в работе и т.п.).

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым формам контроля.

1. При подготовке к занятиям необходимо изучить теоретическую часть вопроса данной темы по конспектам лекций, теоретическому материалу, изложенному в методических указаниях к практическим занятиям, и учебнику.

2. Внести дополнения по рассмотренным вопросам в конспекты лекций.

3. Подготовиться к практическому занятию, переписав ход решения задач, и рассмотреть порядок их выполнения. Отметить в конспекте, что непонятно в ходе ее выполнения.

4. Выполнить в тетради для практических работ раздел «самостоятельная работа студентов». Для этого ознакомиться с типовыми задачами и примерами их решения. Отметить, какие вопросы и задачи вызвали затруднения в решении.

Самостоятельная работа студентов один из лучших методов самопроверки усвоения теоретического материала.

5. В случае возникновения затруднений при изучении курса следует подойти к преподавателю на консультацию.

Виды самостоятельной работы студентов:

Работа с книгой. При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил. Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Различают два вида чтения; первичное и вторичное. Первичное - это внимательное, неторопливое чтение, при котором можно остановиться на трудных местах. После него не должно остаться ни одного непонятого слова. Содержание не всегда может быть понятно после первичного чтения.

Задача вторичного чтения - полное усвоение смысла целого (по счету это чтение может быть и не вторым, а третьим или четвертым).

Правила самостоятельной работы с литературой.

Как уже отмечалось, самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования у себя научного способа познания. Основные советы здесь можно свести к следующим:

- Составить перечень книг, с которыми Вам следует познакомиться.
- Сам такой перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится, а что Вас интересует за рамками официальной учебной деятельности, то есть что может расширить Вашу общую культуру...).
- Обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге.
- Разобраться для себя, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть.
- Естественно, все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц).

Выделяют четыре основные установки в чтении научного текста:

1. Информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)
2. Усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)
3. Аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)
4. Творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;
2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;
3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;
4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;
5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Самопроверка. После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств. В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Консультации. Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Подготовка к экзамену. Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом листы опорных сигналов.

**Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания**

Дисциплина **Особенности разработки месторождений нефти горизонтальными скважинами**

Код, направление подготовки **21.03.01 Нефтегазовое дело**

Направленность **Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2 (0-60)	3 (61-75)	4 (76-90)	5 (91-100)
<b>ПКС-1</b> Способность осуществлять и корректировать технологические процессы нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	<b>ПКС-1.2</b> Разрабатывает и ведет нормативно-техническую документацию, регламентирующую осуществление технологических процессов	Знать (З1): правила технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса	не знает правила технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса	частично знает правила технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса	знает правила технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса, допускает незначительные ошибки	уверенно знает правила технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса
		Уметь (У1): пользоваться технической документацией	не умеет пользоваться технической документацией	слабо может пользоваться технической документацией	неуверенно пользуется технической документацией	умеет пользоваться технической документацией

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2 (0-60)	3 (61-75)	4 (76-90)	5 (91-100)
		Владеть (В1): методами управления режимами работы технологических объектов нефтегазового комплекса	не владеет методами управления режимами работы технологических объектов нефтегазового комплекса	слабо владеет методами управления режимами работы технологических объектов нефтегазового комплекса	владеет методами управления режимами работы технологических объектов нефтегазового комплекса	уверенно владеет методами управления режимами работы технологических объектов нефтегазового комплекса
<b>ПКС-5</b> Способность оформлять технологическую, техническую, промышленную документацию по обслужи-	<b>ПКС-5.2</b> Анализирует и формирует заявки на промышленные исследования и работы, потребность в материалах	Знать (З2): особенности (условия) применения скважин с горизонтальным окончанием	не знает особенности (условия) применения скважин с горизонтальным окончанием	частично знает особенности (условия) применения скважин с горизонтальным окончанием	знает особенности (условия) применения скважин с горизонтальным окончанием	уверенно знает особенности (условия) применения скважин с горизонтальным окончанием

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2 (0-60)	3 (61-75)	4 (76-90)	5 (91-100)
ванию и эксплуатации объектов нефтегазовой отрасли в соответствии с выбранной сферой профессиональной		Уметь (У2): учитывать особенности технологических процессов нефтегазового комплекса при организации работы коллектива исполнителей	не умеет учитывать особенности технологических процессов нефтегазового комплекса при организации работы коллектива исполнителей	слабо умеет учитывать особенности технологических процессов нефтегазового комплекса при организации работы коллектива исполнителей	умеет учитывать особенности технологических процессов нефтегазового комплекса при организации работы коллектива исполнителей	уверенно умеет учитывать особенности технологических процессов нефтегазового комплекса при организации работы коллектива исполнителей
		Владеть (В2): навыками организации работы коллектива исполнителей	не владеет навыками организации работы коллектива исполнителей	слабо владеет навыками организации работы коллектива исполнителей	владеет навыками организации работы коллектива исполнителей	уверенно владеет навыками организации работы коллектива исполнителей

## КАРТА

## обеспеченности дисциплины (модуля) учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина Особенности разработки месторождений нефти горизонтальными скважинами

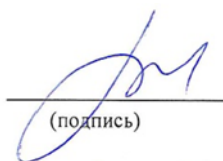
Код, направление подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело

Направленность Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой , %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Безносиков, А.Ф. Разработка и эксплуатация газовых и газо-конденсатных месторождений : учебное пособие. [Электронный ресурс] / А.Ф. Безносиков, М.И. Забоева, И.А. Синцов, Д.А. Остапчук. — Электрон.дан. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2016. - 80 с. - Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/88565">http://e.lanbook.com/book/88565</a>	Электр. ресурс	100	100	+
2	Ягафаров, А.К. Разработка нефтяных и газовых месторождений : учебное пособие. [Электронный ресурс] / А.К. Ягафаров, И.И. Клещенко, Г.П. Зозуля. - Электрон. дан. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2010. - 396 с.	Электр. ресурс	100	100	+
3	Ягофаров, А.К. Современные геофизические и гидродинамические исследования нефтенных и газовых скважин : учебное пособие / А.К. Ягофаров, И.И. Клещенко, Д.В. Новоселов. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. — 140 с.	Электр. ресурс	100	100	+

И.о.заведующего кафедрой

«31» 08 2020 г.



(подпись)

Р.Д. Татлыев

**Дополнения и изменения  
к рабочей программе дисциплины (модуля)**

---

на 20\_\_ - 20\_\_ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие дополнения (изменения):

---

---

---

---

---

---

Дополнения и изменения внес:

\_\_\_\_\_

*(должность, ученое звание, степень)*

\_\_\_\_\_

*(подпись)*

\_\_\_\_\_

*(И.О. Фамилия)*

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры

\_\_\_\_\_

*(наименование кафедры)*

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_.

И.О. Заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ Р.Д. Татлыев

**СОГЛАСОВАНО:**

И.о. Заведующего выпускающей кафедрой/

Руководитель образовательной программы \_\_\_\_\_ Р.Д. Татлыев

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.